

# Regolamento didattico del Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria aeronautica (LM-20)

Anno accademico da cui il Regolamento ha decorrenza: a.a. 2022-2023

Data di approvazione del Regolamento: Delibera del Consiglio di Dipartimento di Ingegneria 10 maggio 2022.

Struttura didattica responsabile: Dipartimento di Ingegneria – 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, conseguimento di un secondo titolo di studio .....	4
Art. 6.	Organizzazione della didattica .....	8
Art. 7.	Articolazione del percorso formativo .....	10
Art. 8.	Piano di studio .....	11
Art. 9.	Mobilità internazionale .....	13
Art. 10.	Caratteristiche della prova finale .....	13
Art. 11.	Modalità di svolgimento della prova finale .....	13
Art. 12.	Valutazione della qualità delle attività formative .....	15
Art. 13.	Altre fonti normative .....	17
Art. 14.	Validità .....	17
<i>Allegato 1</i>		18
<i>Allegato 2</i>		19

Il presente Regolamento disciplina gli aspetti organizzativi del Corso di Studio. Il Regolamento è pubblicato sul sito *web* del Dipartimento <http://ingegneria.uniroma3.it/didattica/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 Aeronautica, 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 Aeronautica e Aerospaziale, 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 la programmata apertura del Corso di Laurea magistrale in Ingegneria Aeronautica ad allievi provenienti dal più vasto settore formativo dell'Ingegneria Industriale (con un ben definito e già collaudato legame con il Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica di Roma Tre) e dall'altro la predisposizione di percorsi formativi finalizzati all'approfondimento delle competenze nel settore delle costruzioni aeronautiche, dell'aerodinamica e propulsione, degli azionamenti per l'aeronautica, delle macchine e dei materiali.

Il percorso didattico è organizzato in un primo anno dedicato alla formazione di una solida preparazione nelle discipline fondanti l'Ingegneria Aeronautica 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 Aeronautica 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: le costruzioni aeronautiche, la progettazione aerodinamico-propulsiva, la progettazione degli azionamenti aeronautici, l'ingegneria aero-acustica e l'impatto ambientale.

### 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 Aeronautica 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.

### 3. Sbocchi occupazionali:

I principali sbocchi professionali del laureato magistrale in Ingegneria Aeronautica risiedono nell'ambito della progettazione, produzione e gestione di componenti e sistemi tipici del settore aeronautico. In particolare il Corso di Laurea magistrale in Ingegneria Aeronautica vede, come specifiche aree di sbocco per i propri laureati, i settori della:

- progettazione e costruzione in campo aerospaziale;
- gestione del trasporto aereo;
- ricerca e sviluppo in campo aerospaziale;
- controllo e certificazione in ambito aeronautico.

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

Ingegneri aerospaziali e astronautici - (2.2.1.1.3)

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

Per essere ammessi al Corso di Studio occorre essere in possesso di una laurea o di un diploma universitario di durata triennale o di altro titolo di studio conseguito all'estero, riconosciuto idoneo secondo la normativa vigente. Occorre, inoltre, possedere i seguenti requisiti richiesti per l'ammissione:

- 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 in grado di condurre esperimenti e di utilizzare tecniche e strumenti per la progettazione di componenti, sistemi, processi;
- essere in grado 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.

#### Art. 4. Modalità di ammissione

Il Corso di Studio è ad accesso libero.

Per poter accedere al Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Aeronautica lo studente deve essere in possesso di una laurea nella classe L-9 Ingegneria Industriale. E' 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 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 triennale 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 CdS Laurea Magistrale in Ingegneria Aeronautica.

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

### 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 Aeronautica 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 Aeronautica. 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;
- $\geq 24$  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 previsto 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 triennale 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 Aeronautica 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 Aeronautica.

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 crediti 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 Aeronautica, 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. 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.

## **7. 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 8 CFU a scelta libera dello studente, 1 CFU per ulteriori abilità formative e la prova finale (del valore pari a 12 CFU).

#### **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 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 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 la 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.

Le modalità di composizione delle commissioni degli esami di profitto e di svolgimento delle prove sono quelle previste dall'Art. 22 del Regolamento carriera.

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

E' prevista la nomina di cultori della materia, secondo l'art. 14 c. 3 lett. E) del 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 annuale e può essere rinnovata.

## 8. Competenze linguistiche

Il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Aeronautica 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. 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

Il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Aeronautica ammette l'iscrizione a tempo parziale.

Lo studente che opta per il tempo parziale sottopone il piano di studio scelto all'approvazione del Collegio Didattico secondo quanto previsto dal Titolo III - Art. 12 del Regolamento Carriere degli Studenti. Il numero dei crediti previsti per anno può variare fino ad un limite di 5 crediti in meno o in più, a seconda della ripartizione didattica prevista dal corso di studio. Lo studente a tempo parziale non può usufruire di alcuna borsa di collaborazione.

## 10. Studenti fuori corso

Le condizioni che determinano lo status di studente fuori corso sono quelle previste dall'Art. 9 del 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 dall'Art.38 del 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

Il percorso didattico è organizzato in un primo anno dedicato alla formazione di una solida preparazione scientifica e tecnologica nei settori fondamentali dell'Ingegneria Aeronautica, e in un secondo anno dedicato all'acquisizione di conoscenze d'avanguardia e di specifiche competenze di indirizzo in differenziati settori applicativi. Non sono presenti curricula distinti. Il secondo anno di

studi include l'acquisizione dei crediti relativi alle attività a scelta libera dello studente, alle ulteriori attività formative, ed alla preparazione e svolgimento della prova finale.

La tesi di laurea magistrale prevede un contributo originale e individuale dello studente, e sarà sviluppata con riferimento ad un contesto professionale e scientifico d'avanguardia a livello internazionale.

Il Manifesto degli studi illustrante il dettaglio del percorso formativo e le opzioni a disposizione degli studenti per la predisposizione dei Piani di Studio individuali è riportato nell'Allegato 1, che costituisce parte integrante del Regolamento. L'elenco delle attività formative programmate ed erogate è specificato nell'Allegato n. 2 al presente regolamento e sul portale GOMP. In tali documenti 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 all'art. 23 "Piano degli Studi", comma 2 del 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

All'inizio del secondo anno di corso (dal 1 al 31 ottobre) lo studente è tenuto a presentare il proprio Piano di Studi individuale secondo le modalità pubblicizzate nel sito del Collegio didattico <https://ingegneria.uniroma3.it/didattica/ingegneria-meccanica-aeronautica/>.

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 Aeronautica ed il rispetto delle regole formali relative alla qualità e quantità di CFU.

Gli studenti possono richiedere variazioni del piano di studio individuale ogni anno in due periodi: dal 1 al 31 ottobre, oppure dal 1 al 31 marzo. Non è consentito richiedere la variazione di un piano approvato nello stesso anno e periodo. La mancata presentazione e approvazione del piano di studio comporta l'impossibilità di prenotarsi agli esami, ad esclusione delle attività didattiche obbligatorie. Gli studenti fuori corso possono presentare, sempre nei periodi dal 1 al 31 ottobre e dal 1 al 31 marzo, 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 delle attività formative a scelta dello studente (8 CFU);
- la proposta per quanto riguarda le attività che si intendono svolgere a valere nei CFU per ulteriori abilità formative (1 CFU).

Inoltre lo studente ha facoltà di sostituire, come indicato nell'Allegato 1 al presente Regolamento, fino a due degli insegnamenti previsti dall'Offerta Formativa standard del 2° anno con altrettanti insegnamenti indicati nell'apposita tabella contenuta nella modulistica per la presentazione del Piano di Studi disponibile sul sito del Collegio didattico.

Con riferimento all'acquisizione dei 9 CFU complessivi per le attività a scelta e le ulteriori abilità formative 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 di Ingegneria 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 di Ingegneria 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 internazionale

Gli studenti e le studentesse assegnatari di borsa di mobilità internazionale devono predisporre un *Learning Agreement* 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.

Gli studenti e le studentesse in mobilità in ingresso presso il Corso di Studio, prima di effettuare la mobilità, devono preparare e sottoporre all'approvazione del/la docente coordinatore/trice disciplinare il *Learning Agreement* firmato dal referente accademico presso l'università di appartenenza, secondo le norme stabilite dai programmi di mobilità internazionale nell'ambito dei quali le borse di studio vengono assegnate.

## Art. 10. Caratteristiche della prova finale

La Laurea Magistrale in Ingegneria Aeronautica (LM-20) 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 curriculare 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 12, 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 possono essere relatori di tesi di laurea anche se non ricoprono insegnamenti nel Corso di Studi frequentato dal laureando;

- b) docenti non appartenenti al Collegio didattico possono ricoprire il ruolo di co-relatore se affiancati ad un altro relatore appartenente al Collegio;
- c) docenti titolari di didattica integrativa o non appartenenti all'Università Roma Tre, possono essere correlatori ma non relatori;
- d) un docente senior può essere relatore e partecipare alle commissioni di laurea solo entro il primo anno di conferimento del titolo;
- e) eventuali tutor aziendali possono svolgere la funzione di co-relatore;
- f) eventuali altre situazioni che non ricadono nei punti sopra elencati potranno essere soggette a specifico esame del Collegio.

L'assegnazione della tesi di laurea avviene secondo le modalità riportate alla pagina <https://portalestudente.uniroma3.it/accedi/area-studenti/istruzioni/come-presentare-la-domanda-di-assegnazione-tesi/> del Portale dello Studente.

### 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.

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 curriculare (sino a 4 punti in base alla seguente tabella)

Media compresa tra	punteggio
< 92	0
93 e 94	+1
95 e 96	+2
97 e 98	+3

>99	+4
-----	----

e del voto assegnato dalla commissione in base al contenuto della tesi ed 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 curriculare all'intero più prossimo sia 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 pari o superiore a 100 ed in presenza di unanimità della commissione.

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

Per la gestione dei processi di Assicurazione di Qualità (AQ) il Collegio didattico si avvale della collaborazione del personale di Segreteria, nonché dei seguenti Gruppi di Lavoro o collaboratori interni.

1. Gruppo del riesame per il Corso di Laurea magistrale in Ingegneria Aeronautica;
2. Gruppo Referenti ERASMUS ed attività formative estere;
3. Referente per la Qualità ;
4. Gruppo gestione AQ;
5. Osservatorio della didattica del Collegio
6. 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.

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 in 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 titolarità.

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.

### 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. 2022/2023 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).

## **Allegato 1**

Percorso formativo

## **Allegato 2**

Elenco delle attività formative previste per il corso di studio.

### **Didattica programmata 2022-2023**

Elenco delle attività formative erogate per il presente anno accademico.

### **Didattica erogata 2022-2023**

# Allegato 1

## Percorso formativo

### Percorso formativo del corso di Laurea Magistrale in Ingegneria aeronautica (LM-20)

Insegnamento	OPZ.	CFU	Anno	Sem	Tipo	SSD
Aerodinamica		9	1	1	B	ING-IND/06
Fondamenti di aeronautica (*)		9	1	1	B	ING-IND/04
Termofluidodinamica dei sistemi propulsivi		9	1	2	B	ING-IND/06
Dinamica del volo		9	1	2	B	ING-IND/03
Costruzioni aeronautiche		9	1	2	B	ING-IND/04
Analisi di strutture aeronautiche		9	2	1	B	ING-IND/04
Laboratorio di aerodinamica e aeroacustica		9	2	1	B	ING-IND/06
Aeroelasticità		9	2	2	B	ING-IND/04
Progettazione strutturale dei velivoli		9	2	2	B	ING-IND/04
Controlli automatici	OPZ	9	2	1	C	ING-INF/04
Interazione fra le macchine e l'ambiente	OPZ	9	2	1	C	ING-IND/08
Macchine e azionamenti elettrici	OPZ	9	2	1	C	ING-IND/32
Oleodinamica e pneumatica	OPZ	9	2	1	C	ING-IND/08
Turbomacchine	OPZ	9	2	1	C	ING-IND/08
Tecnologie dei materiali per l'aeronautica	OPZ	9	2	2	C	ING-IND/22
Motori a combustione interna	OPZ	9	2	2	C	ING-IND/08
A Scelta		8			D	
Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro		1			F	
Prova finale		12			E	

(\*) Qualora lo studente abbia già sostenuto questo esame deve indicare in sostituzione uno degli esami opzionali.

#### LEGENDA

B: ATTIVITÀ FORMATIVE CARATTERIZZANTI

C: ATTIVITÀ FORMATIVE AFFINI E INTEGRATIVE

D: ATTIVITÀ FORMATIVE A SCELTA DELLO STUDENTE

E: PER LA PROVA FINALE E LA LINGUA STRANIERA

F: ULTERIORI ATTIVITÀ FORMATIVE

CFU: CREDITI FORMATIVI UNIVERSITARI

Note:

- 1) I corsi prevedono lezioni ed esercitazioni, in aula e in laboratorio.
- 2) Gli esami e le verifiche di profitto sono orali o orali e scritte.
- 3) Per le attività a scelta dello studente (8+1) il Collegio didattico suggerisce degli insegnamenti ad approvazione automatica ed una lista di laboratori didattici reperibile sul sito: <https://ingegneria.uniroma3.it/didattica/ingegneria-meccanica-aeronautica/>.  
Lo studente potrà comunque proporre insegnamenti e attività formative diverse che saranno oggetto di valutazione da parte del Collegio didattico in merito alla coerenza con il percorso formativo, ai fini dell'approvazione. In nessun caso lo studente potrà sostenere esami non obbligatori prima che questi siano stati inseriti e approvati nel Piano di Studi.
- 4) Per tutti gli insegnamenti sopra indicati la valutazione dell'esame di profitto avviene mediante l'attribuzione di un voto, mentre alle attività di laboratorio e ulteriori abilità formative si attribuisce un giudizio di idoneità.
- 5) Le informazioni sulle modalità di svolgimento degli esami, sui materiali didattici e eventuali prove intermedie, sono indicate nelle schede dei singoli insegnamenti disponibili nel sito: <http://ingegneria.uniroma3.it/search-erogata/>. Tali indicazioni sono anche fornite dai docenti all'inizio dell'anno accademico.
- 6) Gli studenti con disabilità certificata e/o con disturbi specifici dell'apprendimento certificati sono pregati di rivolgersi all'Ufficio Studenti disabili (<http://www.uniroma3.it/ateneo/uffici/ufficio-studenti-disabilita-dsa/>) al fine di predisporre le misure dispensative e/o gli strumenti compensativi adottati per lo svolgimento degli esami di profitto.

## *Allegato 2*

### *Didattica programmata ed erogata 2022-2023.*



**DIPARTIMENTO: INGEGNERIA**  
**Ingegneria aeronautica (LM-20) A.A. 2022/2023**  
*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.

**Consultazione con le organizzazioni rappresentative - a livello nazionale e internazionale - della produzione di beni e servizi, delle professioni**

Il giorno 17/01/2008 si è svolto un incontro tra i rappresentanti delle seguenti organizzazioni: Banca di Roma di UniCredit Group, Comitato Unitario Professioni, Comune di Roma, Confindustria, FI.LA.S., Mediocredito Centrale, Ministero del Lavoro e della Previdenza Sociale, Provincia di Roma, Regione Lazio, Res S.r.l., Scuola Superiore Pubblica Amministrazione, Sindacati C.G.I.L. e C.I.S.L. e i responsabili delle strutture didattiche dell'Università degli Studi di Roma Tre. Sono stati sottoposti all'esame dei rappresentanti delle organizzazioni alcuni ordinamenti didattici sia di Corsi di Laurea che di Laurea Magistrale afferenti alle Facoltà di Architettura, Giurisprudenza, Ingegneria, Lettere e Filosofia e Scienze Matematiche Fisiche e Naturali che l'Ateneo intende istituire ai sensi del D.M. n. 270/04. I pareri espressi dai rappresentanti sui progetti didattici presentati si possono ritenere complessivamente positivi. In particolare, dal dibattito è risultato un interesse all'offerta formativa che l'Ateneo intende attivare, da parte delle diverse realtà istituzionali, economiche, produttive e sociali presenti. Altro elemento di particolare rilevanza, che è emerso dall'incontro, è la disponibilità delle diverse organizzazioni a mantenere un rapporto strutturato con l'Ateneo nell'ambito dello svolgimento delle sue attività didattiche, al fine di fornire agli studenti e ai neo laureati la possibilità di migliorare e completare i propri percorsi formativi con tirocini e stage.

**Obiettivi formativi specifici del Corso**

Il corso di laurea magistrale è finalizzato alla formazione di laureati di elevata qualificazione nell'ambito dell'ingegneria aeronautica, 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 aeronautica e aerospaziale, 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 la programmata apertura del corso di laurea magistrale in ingegneria aeronautica ad allievi provenienti dal più vasto settore formativo dell'ingegneria industriale (con una ben definito e già collaudato legame con il corso di laurea in ingegneria meccanica di Roma TRE) e dall'altro la predisposizione di percorsi formativi finalizzati all'approfondimento delle competenze nel settore delle costruzioni aeronautiche, dell'aerodinamica e propulsione, degli azionamenti per l'aeronautica, delle macchine e dei materiali. Il percorso didattico è organizzato in un primo anno dedicato alla formazione di una solida preparazione nelle discipline fondanti l'ingegneria aeronautica 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 aeronautica 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, soprattutto nell'attività finale di tesi di laurea, 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. Il corso magistrale proposto è pienamente idoneo a formare laureati da inserire in attività di ricerca. La capacità di apprendimento verrà verificata attraverso gli esami dei singoli corsi e il lavoro di tesi. 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 Aeronautica 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 tale conoscenze per identificare, formulare e risolvere i problemi utilizzando metodi, tecniche e strumenti aggiornati; - essere in grado di condurre esperimenti e di utilizzare tecniche e strumenti per la progettazione di componenti, sistemi, processi; - essere in grado di comprendere l'impatto delle soluzioni e conoscere i contesti aziendali nei suoi aspetti economici, gestionali e organizzativi; - conoscere i contesti contemporanei e le proprie responsabilità professionali ed etiche; - essere in grado di comunicare efficacemente, in forma scritta e orale, in lingua inglese; - possedere gli strumenti cognitivi di base per l'aggiornamento delle proprie conoscenze. 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.

### Motivazioni dell'inserimento nelle attività affini di settori previsti dalla classe o Note attività affini

La numerosità dei SSD previsti e l'ampiezza dell'intervallo complessivo di CFU consentiranno: (i) di agevolare il riconoscimento di attività svolte nel corso di laurea del previgente ordinamento, 509, o presso altre sedi; (ii) di attivare più percorsi didattici; (iii) di apportare modifiche non sostanziali al manifesto degli studi senza necessità di approvazione di un nuovo ordinamento.

### 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

Nel panorama nazionale i corsi di studio di classe LM-20 possono distinguersi in due categorie: quelli che possono vantare un numero di iscritti complessivo costantemente superiore a 100 studenti (Politecnico Milano, Politecnico Torino, Napoli Federico II, Pisa e Sapienza) e le sedi per le quali il numero di iscritti si attesta su valori minori o uguali a 50 (Roma Tre, Napoli Seconda Università, Università del Salento, Università di Bologna, Università di Palermo, Università della Campania). Il corso di studio offerto nell'Università Roma Tre ha goduto di una graduale crescita ed è arrivato a contare circa 35 immatricolati negli ultimi due anni accademici. Questo corso ha la peculiarità, insieme a pochi altri attivi sul territorio nazionale (come, ad esempio, presso l'Università del Salento), di essere incardinato su una laurea triennale non specificatamente di indirizzo aerospaziale (in particolare, la laurea triennale di riferimento è in Ingegneria Meccanica). La provenienza è prevalentemente di ambito regionale. La stragrande maggioranza degli immatricolati proviene dal liceo scientifico e solo una percentuale marginale dal classico. Con riferimento alle rilevazioni AlmaLaurea sui laureati nel 2018 (22 unità) l'82% proviene dalla stessa provincia della sede degli studi ed il 13,36% da altra regione. Il 18,2% si è laureato in corso ed il 50% entro il primo anno fuori corso. Le percentuali mostrano però forti oscillazioni di anno in anno a causa della limitata dimensione della popolazione. Il ritardo alla laurea medio è di 1,2 anni. Oltre il 33% ha svolto periodi di studio all'estero durante il corso di studi magistrali. Circa il 30% ha svolto tirocini/stage o lavoro riconosciuti dal corso di laurea magistrale.

### Efficacia Esterna

Per quanto riguarda la condizione occupazionale, AlmaLaurea riporta che circa il 58% dei laureati 2017 e 2018 ha partecipato ad almeno una attività di formazione post-laurea e che una analoga percentuale risulta occupato ad un anno dalla laurea, con tasso di occupazione ISTAT del 79% per laureati nel 2017 e 92,9% per laureati nel 2018. Il tempo dalla laurea al reperimento del primo lavoro è stato in media di 3,7 mesi nel 2017 e di 2,9 mesi nel 2018. Il lavoro è per il 27,3% a tempo indeterminato per laureati nel 2017 e 37,5% per laureati nel 2018, per il 18,2% nel 2017 e 25% nel 2018 con contratto di formazione. Circa il 10% dei laureati dell'ultimo biennio lavora part-time. Il settore di attività è nel privato per il 91% dei laureati 2017 e per il 100% dei laureati 2018. L'impiego è per oltre il 63% nell'industria, essendo il 36% circa impiegato nei servizi per laureati nel 2017, mentre per quelli laureatisi nel 2018 le percentuali rispettivamente valgono 62,5% e 25%. Una percentuale tra il 45% ed il 50% dei laureati del biennio utilizza le competenze acquisite nella laurea in maniera elevata e ritiene molto adeguata la formazione avuta. Per laureati nel 2017 nel 18% dei casi la laurea era richiesta per legge, mentre nel 36% dei casi era non richiesta ma necessaria e per analoga percentuale non richiesta ma utile. Tali percentuali diventano rispettivamente del 12,5%, 62,5% e 12,5% per i laureati nel 2018. Nel complesso oltre l'80% dei laureati ritiene la laurea magistrale fondamentale od utile per lo svolgimento dell'attività lavorativa, mentre solo il 9% ritiene sufficiente una laurea triennale nella propria attività. Circa il 90% ritiene la laurea conseguita efficace o molto efficace nel lavoro svolto.

### Orientamento in ingresso

Le azioni di orientamento in ingresso sono improntate alla realizzazione di processi di raccordo con la scuola media secondaria. Si concretizzano in attività di carattere informativo sui Corsi di Studio (CdS) dell'Ateneo ma anche come impegno condiviso da scuola e università per favorire lo sviluppo di una maggiore consapevolezza da parte degli studenti nel compiere scelte coerenti con le proprie conoscenze, competenze, attitudini e interessi. Le attività promosse si articolano in: a) autorientamento; b) incontri e manifestazioni informative rivolte alle future matricole; c) sviluppo di servizi online e pubblicazione di guide sull'offerta formativa dei CdS. Tra le attività svolte in collaborazione con le scuole per lo sviluppo di una maggiore consapevolezza nella scelta, il progetto di autorientamento è un intervento che consente di promuovere un raccordo particolarmente qualificato con alcune scuole medie superiori. Il progetto, infatti, è articolato in incontri svolti presso le scuole ed è finalizzato a sollecitare nelle future matricole una riflessione sui propri punti di forza e sui criteri di scelta. Sempre in collaborazione con le scuole medie superiori è da segnalare l'avvio nel 2018 di iniziative di alternanza scuola-lavoro (n. 2 percorsi

per l'anno 2017-18 e n. 3 percorsi nell'anno 2018-19 sui temi del Collegio Didattico di Ingegneria Meccanica, di cui il CdS fa parte). Tali iniziative hanno positive ricadute anche in termini di orientamento. La presentazione dell'offerta formativa agli studenti delle scuole superiori prevede tre eventi principali distribuiti nel corso dell'anno accademico ai quali partecipano tutti i CdS. - Salone dello studente, si svolge presso la fiera di Roma fra ottobre e novembre e coinvolge tradizionalmente tutti gli Atenei del Lazio e molti Atenei fuori Regione, Enti pubblici e privati che si occupano di Formazione e Lavoro. Roma Tre partecipa a questo evento con un proprio spazio espositivo, con conferenze di presentazione dell'offerta formativa dell'Ateneo e promuove i propri Dipartimenti scientifici grazie all'iniziativa Youth for Future. - Giornate di Vita Universitaria (GVU), si svolgono ogni anno da dicembre a marzo e sono rivolte agli studenti degli ultimi due anni della scuola secondaria superiore. Si svolgono in tutti i Dipartimenti dell'Ateneo e costituiscono un'importante occasione per le future matricole per vivere la realtà universitaria. Gli incontri sono strutturati in modo tale che accanto alla presentazione dei Corsi di Laurea, gli studenti possano anche fare un'esperienza diretta di vita universitaria con la partecipazione ad attività didattiche, laboratori, lezioni o seminari, alle quali partecipano anche studenti seniores che svolgono una significativa mediazione di tipo tutoriale. Partecipano annualmente circa 5.000 studenti. - Orientarsi a Roma Tre, rappresenta la manifestazione che chiude le annuali attività di orientamento in ingresso e si svolge in Ateneo a luglio di ogni anno. L'evento accoglie, perlopiù, studenti romani che partecipano per mettere definitivamente a fuoco la loro scelta universitaria. Durante la manifestazione viene presentata l'offerta formativa e sono presenti, con un proprio spazio, tutti i principali servizi di Roma Tre, le segreterie didattiche e la segreteria studenti. Agli eventi sopra descritti è doveroso segnalare la partecipazione del Dipartimento di Ingegneria, con un proprio stand espositivo, anche alla fiera Maker Faire, occasione di incontro fra i docenti e i ricercatori del Dipartimento con studenti non solo delle scuole secondarie superiori ma anche con ragazzi frequentanti corsi universitari di laurea triennale. I servizi online messi a disposizione dei futuri studenti universitari nel tempo sono aumentati tenendo conto dello sviluppo delle nuove opportunità di comunicazione tramite web. Inoltre, durante tutte le manifestazioni di presentazione dell'offerta formativa, sono illustrati quei siti web di Dipartimento, di Ateneo, Portale dello studente etc. che possono aiutare gli studenti nella loro scelta.

### **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 in ingresso, attraverso i test di accesso, per giungere ai percorsi compensativi che eventualmente seguono la rilevazione delle lacune in ingresso per l'assolvimento di Obblighi Formativi Aggiuntivi, a diverse modalità di tutorato didattico. Con lo scopo di favorire la migliore inclusione possibile delle studentesse e degli studenti con disabilità o con DSA, è presente in Dipartimento la figura del Docente Referente, il quale collabora con il Delegato del Rettore alla disabilità, ai disturbi specifici dell'apprendimento e al supporto all'inclusione, con l'Ufficio Studenti con disabilità e DSA (Direzione 6) e con il Servizio Tutorato DSA di Ateneo. La funzione del Referente è quella di coordinare gli Studenti-Tutor che il Dipartimento ha a disposizione, di intervenire direttamente con attività di supporto alle studentesse e agli studenti, di interagire con i colleghi docenti del Dipartimento, nonché di favorire con la propria intermediazione la relazione tra docenti e studenti, e tra studenti. Le attività di orientamento e tutorato specifiche del corso di laurea magistrale in Ingegneria Aeronautica in itinere si esplicano essenzialmente nel supporto fornito agli studenti dal personale del Collegio didattico nella scelta del proprio percorso formativo individuale e nell'assistenza a concretizzare esperienze di studio all'estero o svolgimento di stage e tirocini, sia per acquisizione di CFU che per svolgimento della tesi di laurea. Lo studente, infatti, di norma ha ormai acquisito un'adeguata maturità durante il percorso di studio triennale che gli consente di affrontare il percorso di studio in relativa autonomia. Tuttavia il Collegio mette a disposizione un servizio di tutorato per aiutare ad affrontare specifiche difficoltà che dovessero manifestarsi. Inoltre, prevede una struttura stabile di docenti, incaricata di coadiuvare gli studenti nella scelta dei percorsi formativi, nella compilazione dei piani di studio, nonché nelle attività di orientamento alle iniziative di internazionalizzazione, con particolare riferimento al programma Erasmus. Le ulteriori misure attuate dal CdS in termini di attività di tutorato ed orientamento in itinere sono: - attività di supporto alla didattica e didattica integrativa a valere sui singoli insegnamenti; - borse di premialità per studenti meritevoli; - laboratori didattici per aumentare le competenze professionalizzanti; - potenziamento delle attività di stage e tirocinio formativo anche mediante specifiche convenzioni con enti di ricerca ed aziende ai fini dello svolgimento della tesi di laurea. In particolare maggiore attenzione è stata posta dal corpo docente nell'indirizzare correttamente gli studenti nella gestione delle attività connesse a tesi di laurea al fine di evitare sprechi di tempo che portano ad allungare la durata del percorso di studi; - l'offerta agli studenti, sotto forma di seminari, di testimonianze personali di vita professionale da parte di ingegneri operanti nelle industrie affinché svolgano una funzione di orientamento al mondo del lavoro illustrando gli sbocchi professionali possibili.

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

Il CdS non prevede tirocini curriculari obbligatori. Gli studenti possono comunque svolgere stage e tirocini nell'ambito delle ulteriori attività formative. 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, negli ultimi anni, l'Ufficio si avvale della piattaforma jobsoul utilizzata all'interno della rete Sistema Orientamento Università Lavoro (SOUL) anche per le attività di placement. In particolare la piattaforma (<https://uniroma3.jobsoul.it/>) viene utilizzata per la pubblicazione delle offerte e l'invio delle candidature, per la trasmissione del testo di convenzione e la predisposizione del progetto formativo. Attualmente la piattaforma è utilizzata per l'attivazione dei tirocini curriculari. Di norma nell'ambito del CdS lo strumento del tirocinio viene prevalentemente sfruttato nell'ambito dello svolgimento della tesi di laurea, che frequentemente vengono svolte presso Enti esterni ed aziende del settore. Nel 2018 sono state pubblicate nella piattaforma 1.330 opportunità di tirocinio. 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 jobsoul) 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, dei tirocini del Dipartimento di Scienze Politiche ed Economia); cura l'iter dei tirocini cofinanziati dal MIUR ai sensi del DM 1044/13 e di convenzioni particolari con Enti pubblici (Prefettura, Quirinale); gestisce bandi per tirocini post titolo in collaborazione con Enti pubblici (IVASS, Banca d'Italia, Anac, Corte Costituzionale); Gestisce le procedure di attivazione di tirocini che vengono ospitati dall'Ateneo, siano essi curriculari che formativi e di orientamento post titolo o di inserimento /reinserimento (Torno Subito); partecipa a progetti finanziati da Enti pubblici quali Provincia, Regione e Ministero del lavoro a sostegno dell'inserimento nel mondo del lavoro. Nel 2018 è iniziata la partecipazione ad un Piano di sviluppo promosso da ANPAL orientato al rafforzamento e allo sviluppo dei Career Service di Ateneo.

### **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 extraeuropei; 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 disponibili nei siti web degli uffici (<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 pubblicizzate sul sito degli uffici per la mobilità internazionale (<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 la diffusione sul portale <http://uniroma3.jobsoul.it/> delle opportunità di lavoro, garantisce la massima diffusione di tutte le iniziative di placement promosse dall'Ateneo e da altre realtà esterne e fornisce un servizio di mailing list mirato su richieste specifiche da parte delle aziende. Nel corso del 2018 sono stati attivati sul portale, dal Back Office JobSoul di Roma Tre, n°528 profili aziendali, sono state pubblicate n° 627 opportunità di lavoro e sono state pubblicate n° 40 news. Ad oggi le aziende attive sul portale sono complessivamente n. 15.426. Sempre nella direzione di favorire l'incontro tra domanda ed offerta i curricula dei laureati di Roma Tre sono consultabili sulla piattaforma del Consorzio AlmaLaurea ([www.almalaurea.it/](http://www.almalaurea.it/)), di cui il nostro Ateneo è parte. 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. Iniziative per l'avvicinamento degli studenti laureandi al mondo del lavoro sono promosse direttamente sia dal Dipartimento che dal CdS. Il primo organizza eventi, quali quello denominato CV at Lunch, con la finalità di favorire l'incontro degli studenti laureandi con le aziende, alcune delle quali del settore industriale; il secondo, nel corso degli ultimi anni, ha promosso l'attivazione di laboratori didattici per aumentare le competenze professionalizzanti. Fra le altre cose, il CdS offre agli studenti, sotto forma di seminari, testimonianze personali di vita professionale da parte di ingegneri operanti nelle industrie affinché svolgano una funzione di orientamento al mondo del lavoro illustrando gli sbocchi professionali possibili.

## Eventuali altre iniziative

Nel corso dell'anno accademico sono organizzati eventi di interesse generale per gli studenti e per i professionisti che coinvolgono esperti provenienti da tutto il mondo.

## Opinioni studenti

Le informazioni relative all'esperienza dello studente sono state desunte dai questionari compilati dagli studenti al termine dei corsi durante l'a.a. 2016-2017, ultimo anno per cui al momento della compilazione si hanno dati ufficiali (fonte: Ufficio Statistico di Ateneo). Dai questionari compilati dagli studenti al termine di ogni insegnamento, si rileva, anche se a fronte di un limitato numero di iscritti, una diffusa soddisfazione sulla qualità dei corsi erogati. Altresì, si rileva una diffusa esigenza di una più mirata preparazione preliminare rispetto ai corsi caratterizzanti la laurea Magistrale in Ingegneria Aeronautica. Dagli studenti emerge, infine, l'auspicio di incentivare rapporti con istituzioni straniere che possano riguardare tirocini e svolgimento di tesi di laurea, prassi già comunque molto diffusa nel CdS in questione. I giudizi sulla sufficienza della conoscenze preliminari sono in leggero miglioramento rispetto l'anno precedente, seppure migliorabili, ed appaiono giustificate con la mancanza per questo corso di studi di un analogo corso triennale a monte. Quale intervento correttivo è stato previsto di offrire come corso a scelta un insegnamento di Fondamenti di Ingegneria aeronautica all'interno della laurea triennale. Comunque oltre l'80% degli studenti, nella media calcolata su tutti i corsi, contro il precedente valore del 75%, fornisce una risposta positiva. La percentuale degli studenti che si ritengono complessivamente soddisfatti degli insegnamenti erogati è superiore all'89%, in crescita rispetto il precedente valore dell'84%. Il 78% ritiene adeguato il carico di studio. Con valori medi variabili tra 88 e 92% gli studenti ritengono i docenti chiari e di stimolo all'interesse verso la materia insegnata. Le opinioni positive riguardo gli aspetti logistici ed organizzativi dei corsi sono espresse da percentuali di studenti variabili dall'86% al 96%. In media l'87% degli studenti è interessato agli argomenti trattati. Il giudizio medio sugli insegnamenti è quindi nel complesso positivo e in linea con l'anno precedente per tutte le voci. Tra i suggerimenti manifestati dagli studenti si richiede un ulteriore miglioramento del materiale didattico o di aumentarne la disponibilità online. Su tali esigenze si possono concentrare per il futuro le iniziative del Collegio didattico. I questionari per la raccolta delle opinioni degli studenti non evidenziano criticità particolari su specifici insegnamenti.

## Struttura organizzativa e responsabilità a livello di Ateneo

Nel documento allegato si illustra la struttura organizzativa e le responsabilità a livello di Ateneo.

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

Il Corso di Studio (CdS) è gestito dal Collegio didattico di Ingegneria Meccanica (CDIM), istituito presso il Dipartimento di Ingegneria, e fa riferimento alla Sezione di Ingegneria Meccanica e Industriale. In accordo con le linee guida dell'Assicurazione di Qualità (AQ) i principali processi gestiti dal CDIM sono: a) la pianificazione dell'offerta formativa (inclusa la definizione della domanda di formazione mediante interazione con gli stakeholder; la definizione degli obiettivi formativi e dei risultati di apprendimento; la progettazione del processo formativo); b) l'erogazione del processo formativo e la gestione delle carriere degli studenti; c) il monitoraggio delle prestazioni ed il riesame annuale e riesame ciclico. Per la gestione di tali processi il CDIM ha un Coordinatore ed un Consiglio, composto dai docenti impegnati nelle attività didattiche di pertinenza del CDIM e dai rappresentanti eletti degli studenti. Inoltre si avvale della collaborazione del personale di Segreteria, nonché dei seguenti Gruppi di Lavoro o collaboratori interni: 1. Gruppo del riesame per il Corso di Laurea In Ingegneria Aeronautica (composto dal coordinatore del collegio, dalla segretaria didattica Sig.ra Giayvia, dai proff. Bernardini e Iemma). 2. Gruppo Referenti ERASMUS ed attività formative estere (proff. Bernardini e Chiavola). 3. Commissione per l'Ordinamento Didattico e l'Offerta Formativa (ODOF), composta dai proff. Belfiore, Caputo, Marini, Bemporad, Solero, Gennaretti, Sciuto, De Lieto Vollaro, Barletta. 4. Referente per la Qualità (prof.ssa Giovannelli). 5.

Gruppo gestione AQ, composto dai proff. Caputo, Camussi, Gennaretti, Giovannelli, Iemma e coadiuvato dalla Sig.ra Giayvia. 6. Commissione per l'innovazione didattica ed E-learning (proff. Caputo, Iemma, Sciuto, Marini e Barletta). 7. Referente nella Commissione di Indirizzo Permanente, CIP (prof. De Lieto Vollaro) Ai fini dell'Assicurazione di Qualità del corso di studi tali risorse agiscono in maniera coordinata con il sistema di Assicurazione della Qualità del Dipartimento di Ingegneria, che include il Consiglio di Dipartimento, la Commissione Paritetica Docenti/Studenti (presidente prof. C. Salvini), il Responsabile AQ per la Didattica, i coordinatori dei Corsi di Studio, la Commissione didattica, la CIP, la Sotto-commissione Internazionalizzazione della Didattica, il tavolo di coordinamento per l'Analisi Matematica 1, ed i cui documenti relativi al processo di AQ della didattica sono disponibili sul sito del Dipartimento di Ingegneria ([http://www.ingegneria.uniroma3.it/?page\\_id=23844](http://www.ingegneria.uniroma3.it/?page_id=23844)). I principali flussi informativi verso le altre strutture d'Ateneo sono le Schede SUA, i rapporti del riesame ciclico, le schede annuali di monitoraggio, il regolamento del corso di studi, i verbali dei consigli del CDIM. Il principale strumento di comunicazione con il corpo studentesco è il sito web del CDIM (<http://didmec.ingegneria.uniroma3.it/>). Il referente della CIP, ed i referenti ERASMUS hanno ruolo consultivo nella gestione della qualità. Il gruppo del riesame ha funzione di monitoraggio e di proposta di interventi correttivi. La commissione ODOF svolge la funzione progettuale del corso di studi elaborando l'assetto dell'offerta formativa alla luce degli obiettivi formativi e delle esigenze del mercato di sbocco e degli stakeholder. Il referente per la qualità ha funzione di coordinamento e pianificazione dei flussi informativi e della documentazione inerente il processo di assicurazione della qualità. I documenti programmatici presi a riferimento sono il piano strategico di Ateneo per la didattica, i rapporti del riesame ciclico e le schede annuali di monitoraggio, che includono le risultanze delle rilevazioni statistiche fornite dall'Ufficio statistico di Ateneo e da Alma Laurea, le risultanze delle rilevazioni annuali dell'opinione di studenti e laureati così come riportate nei verbali delle riunioni del CDIM. Le regole organizzative del Corso di Laurea e la relativa offerta formativa vengono riportate nel regolamento del Corso di Studio che viene approvato ogni anno. Costituiscono parte integrante delle regole operative del corso di studi anche le relative delibere assunte in seno al Consiglio del Collegio didattico riportate nei relativi verbali. Le modalità di verifica delle conoscenze richieste in ingresso e del recupero di eventuali carenze vengono illustrate nel Regolamento Didattico. La verifica delle competenze acquisite viene svolta mediante prove in itinere e/o prove finali d'esame scritte od orali per ciascun insegnamento. Il principale strumento operativo di monitoraggio e pianificazione dei processi di assicurazione della qualità sono i rapporti del riesame ciclico e le schede annuali di monitoraggio, elaborati secondo le tempistiche fissate dall'Ateneo dal Gruppo del Riesame ed oggetto di discussione in seno al Consiglio del CDIM. Tali documenti vengono redatti secondo le linee guida di Ateneo illustrate in seno ai periodici incontri con il Presidio di Qualità. La delibera degli interventi correttivi e di miglioramento della qualità avviene in seno al Consiglio del CDIM che pianifica anche modalità, responsabilità e tempi di esecuzione e ne verifica il grado di avanzamento. Pertanto, mentre gli organi sopra indicati, e coinvolti nella gestione della qualità, hanno compito istruttorio e di pianificazione, e programmano le proprie riunioni di lavoro in maniera autonoma, tutte le questioni inerenti la qualità vengono in ultimo portate in discussione in occasione delle periodiche riunioni del consiglio del CDIM ai fini della assunzione delle relative delibere. Nel CDIM vige la prassi che i singoli studenti possano rivolgersi direttamente al Coordinatore od al personale di segreteria per presentare richieste o problemi specifici che vengono prontamente affrontati elaborando soluzioni individuali. Problematiche di natura generale o comuni a gruppi di studenti vengono invece segnalate dai rappresentanti studenteschi in seno al CDIM che interloquiscono direttamente con il Coordinatore od in occasione dei Consigli del CDIM. E' prassi anche che la Commissione paritetica interagisca, tramite il suo Presidente e gli studenti di area meccanica, con il Coordinatore per chiedere chiarimenti su situazioni specifiche o segnalare eventuali problematiche. Il processo di monitoraggio è affidato alla periodiche rilevazioni dell'opinione degli studenti e dei laureati. I risultati dei questionari di valutazione della attività didattiche, una volta comunicati dall'Ufficio Statistico di Ateneo, vengono rielaborati dal Coordinatore per presentarli in forma aggregata anonima e discussi collegialmente nel Consiglio del CDIM nel rispetto delle scadenze fissate dall'Ateneo e dal Dipartimento. Specifiche criticità eventualmente riscontrate dal Coordinatore su singoli insegnamenti vengono discusse con il docente interessato. Ulteriori questioni di interesse comune a livello Dipartimentale, evidenziate in seno alle attività di monitoraggio, vengono discusse collegialmente nelle riunioni della Commissione didattica. Gli esiti del monitoraggio, i rapporti del riesame ciclico e le schede di monitoraggio annuale vengono infine presentate e discusse in seno al Consiglio di Dipartimento. Le scadenze relative alle attività di riesame, al monitoraggio delle opinioni di studenti e docenti, ed alla discussione delle relative relazioni negli organi collegiali sono regolate dalla tempistica che annualmente viene fissata dall'Ateneo (v. file allegato al box D1). Le scadenze delle attività istruttorie dei gruppi di Lavoro interni al CDIM sono fissate in autonomia dai membri dei Gruppi stessi nel rispetto delle scadenze di Ateneo. Al fine di migliorare ulteriormente le attività per l'assicurazione della qualità previste dalla normativa AVA è in fase di attuazione una riorganizzazione del flusso informativo per la sistematizzazione e formalizzazione delle procedure interne e della gestione documentale, per una più trasparente gestione in accordo con i requisiti della normativa e le linee guida del Presidio di Qualità di Ateneo. Tale processo ha portato alla stesura del Manuale di Assicurazione della Qualità che funge da singolo archivio della documentazione e contiene l'illustrazione dei processi, ed una mappatura dettagliata delle procedure adottate dal Collegio didattico. Con riferimento alla struttura del corso di studio ed all'articolazione dell'offerta formativa, l'organismo tecnico demandato alle attività istruttorie e progettuali è la commissione Ordinamento didattico ed Offerta Formativa (ODOF). La commissione ODOF riferisce al Consiglio del CDIM ed elabora il progetto del corso di studio eseguendo i seguenti processi. a) Definizione della domanda di formazione, individuando e consultando le parti interessate e definendo funzioni, competenze e profili professionali di riferimento. b) Definizione degli Obiettivi Formativi e dei Risultati di Apprendimento. c) Progettazione del processo formativo c1. Definizione dei requisiti di ammissione. c2. Definizione dell'offerta didattica e dei percorsi di formazione. c3. Definizione modalità della prova finale. c4. Definizione dei metodi di accertamento della attività formative. L'organo deliberante ai fini della proposta al Dipartimento dell'offerta formativa annuale e delle modifiche ordinamentali, a valle di quanto sopra esposto, è comunque il Consiglio del Collegio didattico del corso di studi. In particolare il percorso progettuale si articola secondo una modalità top-down, partendo dalla definizione della figura di riferimento che si desidera formare. A queste vengono associate le relative competenze in funzione dei ruoli destinati a svolgere nel mondo del lavoro. Alle competenze individuate vengono associati i contenuti formativi e le conoscenze necessarie. Contenuti e conoscenze vengono infine articolate nei vari insegnamenti che compongono l'offerta formativa. In seno a tale processo vengono quindi definiti gli obiettivi formativi di ciascuna attività didattica ed i risultati di apprendimento attesi. Responsabilità della commissione ODOF è anche di provvedere ad un efficace coordinamento dei contenuti degli insegnamenti al fine di evitare lacune e ridondanze, di eseguire la verifica di coerenza dei risultati di apprendimento indicati (descrittori di Dublino) con i profili professionali del CdS e la domanda di formazione, come pure la verifica della congruenza tra le modalità di erogazione degli insegnamenti con quanto riportato nelle relative schede descrittive

## Opinioni dei laureati

Per analizzare l'opinione dei laureati sono stati presi in considerazione i dati AlmaLaurea relativi al profilo dei laureati 2018. Dai questi dati, sia pure relativi ad un numero di laureati non elevato, emerge che la quasi totalità degli intervistati (oltre il 95%) è complessivamente soddisfatto del CdS. Ottimo è anche il livello di soddisfazione per quanto riguarda il rapporto con i docenti (oltre il 95%), mentre il carico di studio viene ritenuto adeguato dall'86% dei laureati. Oltre il 90% ritiene adeguata l'organizzazione degli esami, il 95% è soddisfatto delle aule e la totalità dei laureati lo è del servizio biblioteca. Una percentuale media intorno all'81% si reinscriverebbe allo stesso corso di studio dell'Ateneo.

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

Lo svolgimento di tesi di laurea è attualmente il principale strumento 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, INSEAN, 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 pubblicazione dei tirocini disponibili. Non è previsto un tirocinio curricolare 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 (ultima in ordine di tempo la convenzione quadro con il Centro Sviluppo Materiali di Roma). Infine la Segreteria del Collegio si adopera per pubblicizzare adeguatamente tramite il proprio sito web le richieste 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 rapporti di lavoro stabili dopo la laurea.

### **Programmazione dei lavori e scadenze di attuazione delle iniziative**

La programmazione dei lavori e la definizione delle scadenze per l'attuazione delle azioni previste dall'AQ sono ogni anno deliberate da Senato Accademico su proposta del Presidio della Qualità. La definizione di tale Programma dell'iter operativo del processo è, ovviamente, correlato alle modalità e alle tempistiche stabilite annualmente dallo specifico Decreto Ministeriale emanato dal MIUR, in accordo con le indicazioni dell'ANVUR. L'Ateneo intende seguire un programma di lavoro adeguato alla migliore realizzazione delle diverse azioni previste dalla procedura di AQ. Pertanto, per l'anno accademico 2019/20, si intende operare secondo le modalità e tempistiche delineate nel documento allegato.

### **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. Dal punto di vista delle tempistiche, entro il 30 novembre 2018, per ciascun CdS, l'organo didattico preposto (competente ai sensi dell'art. 4, comma 2 del Regolamento didattico di Ateneo) provvede alla redazione del commento sintetico alla SMA e lo approva formalmente (dandone conto tramite apposita verbalizzazione). 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) predispose il commento alla scheda di monitoraggio analizzando la scheda fornita dal sito [ava.miuur.it](http://ava.miuur.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 approva i commenti alle schede di monitoraggio dei CdS di propria competenza e li trasmette all'Ufficio Didattica. 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.miuur.it](http://ava.miuur.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). La procedura viene effettuata secondo il seguente calendario (disponibile al link <http://asi.uniroma3.it/moduli/ava/>) - Dal 30 gennaio 2019 il Presidio di Qualità (PQA) rende disponibile il format per la compilazione del RRC - Entro il 29 marzo 2019 i Gruppi del Riesame (GdR) redigono una versione preliminare completa del RRC e la trasmettono al coordinatore dell'organo didattico competente e al Direttore di Dipartimento (se l'organo competente è diverso dal Consiglio di Dipartimento) e al PQA. - Entro il 15 maggio 2019 il PQA svolge attività di supporto, attraverso incontri presso i Dipartimenti, con riferimento alla versione preliminare del RRC. - Entro il 31 maggio 2019 i GdR redigono l'edizione definitiva del RRC e la trasmettono al coordinatore dell'organo didattico competente. L'organo didattico competente lo approva e lo trasmette al PQA e al Direttore di Dipartimento (se l'organo competente è diverso dal Consiglio di Dipartimento). - Entro il 30 giugno 2019 i Consigli di Dipartimento elaborano e approvano una relazione sulle azioni effettuate, o che intendono effettuare, per il miglioramento della didattica e lo sviluppo complessivo dell'offerta formativa dipartimentale. La relazione fa riferimento ai RRC approvati (entro il 31 maggio) ma la relativa attività istruttoria può iniziare utilizzando le versioni preliminari dei RRC (disponibili al 29 marzo). La relazione con allegati i RRC viene trasmessa alla CPDS e all'Ufficio Didattica che ne cura la trasmissione al NdV, al PQA e agli Organi di Governo. - Entro il 31 ottobre 2019 gli Organi di Governo deliberano gli eventuali aggiornamenti del Piano Strategico della Didattica di Ateneo sulla base dei RRC e delle relazioni sulle azioni da intraprendere approvate dai Dipartimenti. 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 entro il 15 novembre per il primo semestre ed entro il 15 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 dal 15 novembre al 30 settembre per le attività del primo semestre e dal 15 aprile al 30 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 riportano le risultanze del commento alla scheda di monitoraggio per il CdS in oggetto.

### **Il Corso di Studio in breve**

Il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Aeronautica, afferente al Dipartimento di Ingegneria dell'Università degli Studi Roma Tre e appartenente alla Classe LM-20 delle Lauree Magistrali in "Ingegneria Aerospaziale e Astronautica", è finalizzato al conseguimento del titolo di studio universitario: Laurea Magistrale in Ingegneria Aeronautica. Il Corso di Laurea Magistrale è finalizzato alla formazione di laureati di elevata qualificazione nell'ambito dell'ingegneria aeronautica, 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 aeronautica e aerospaziale, utilizzando metodologie di analisi e soluzioni progettuali all'avanguardia in campo internazionale. Alla luce degli obiettivi prefissati il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Aeronautica è rivolto all'approfondimento delle competenze progettuali nel settore delle costruzioni aeronautiche, dell'aerodinamica e propulsione, degli azionamenti per l'aeronautica, delle macchine e dei materiali. 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. Il percorso didattico è organizzato in un primo anno dedicato alla formazione di una solida preparazione scientifica e tecnologica nel settore aeronautico, e in un secondo anno dedicato all'acquisizione di conoscenze d'avanguardia e di specifiche competenze in differenziati settori applicativi in ambito aeronautico e nei correlati settori applicativi industriali. Esso consta di 81 CFU relativi ad insegnamenti comuni obbligatori, caratterizzanti ed affini, cui si aggiungono, nel secondo anno e previa presentazione del piano di studi, ulteriori 18 CFU in insegnamenti affini mediante percorsi di approfondimento a scelta dello studente. Sempre nel secondo anno di corso, tramite il piano di studio individuale, lo studente indica come acquisire anche i 9 CFU previsti per attività a scelta ed ulteriori abilità formative. A valere delle attività a scelta gli studenti potranno 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, e sarà

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 analisi e progettazione, direzione dei lavori, collaudo, conduzione e gestione di macchine e impianti nel settore aeronautico, richiedenti anche metodologie avanzate ed innovative oltre che quelle consolidate e standardizzate. Le competenze acquisite consentono ai laureati di operare proficuamente anche in analoghi ruoli nel settore industriale in generale. Il laureato potrà quindi inserirsi sia nel settore della libera professione, che presso le aziende produttive in ruoli di progettazione di prodotto ovvero di 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 ed Aeronautica o più in generale del settore industriale.

### **Sintesi della relazione tecnica del nucleo di valutazione - Scheda SUA**

Validazione dei requisiti di docenza ai fini dell'attivazione dei corsi di studio accreditati ai sensi dell'art. 4, comma 3 del DM 987/2016: Il Nucleo di Valutazione, sulla base dei dati forniti dai singoli corsi di studio e dal MIUR, e inseriti nella scheda SUA-CdS, ha verificato la coerenza fra i requisiti di docenza richiesti dalla normativa e la consistenza degli iscritti ai singoli corsi.

### **Modalità di svolgimento della prova finale**

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) relativa ad un progetto elaborato autonomamente dallo studente nell'ambito delle attività formative dell'orientamento curricolare seguito, e 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). L'assegnazione della tesi è chiesta dallo studente direttamente al docente 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 possono essere relatori di tesi di laurea anche se non ricoprono insegnamenti nel Corso di Studi frequentato dal laureando; b) docenti non appartenenti al Collegio Didattico possono ricoprire il ruolo di co-relatore se affiancati ad un altro relatore appartenente al Collegio; c) docenti titolari di didattica integrativa o non appartenenti all'Università Roma Tre, possono essere correlatori ma non relatori; d) un docente senior può essere relatore e partecipare alle commissioni di laurea solo entro il primo anno di conferimento del titolo. e) eventuali tutor aziendali possono svolgere la funzione di co-relatore. La Tesi di laurea può essere di tipo compilativo, progettuale o sperimentale, compatibilmente con un impegno dello studente commisurato al numero di CFU, pari a 12, 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. Il voto attribuito allo svolgimento della prova finale è la somma del voto assegnato dalla commissione in base al contenuto della tesi ed alla qualità dell'esposizione più il punteggio corrispondente alla media curricolare secondo le indicazioni fornite sul sito del Collegio didattico (<https://didmec.ing.uniroma3.it/>). Per poter presentare la domanda preliminare di laurea lo studente, in ottemperanza al proprio piano di studi, deve avere verbalizzato almeno 70 CFU entro il termine stabilito per la presentazione della domanda preliminare di laurea per ciascun Corso di Studi e pubblicizzato tramite il sito del Collegio didattico. Per potere accedere alla seduta di laurea lo studente deve avere verbalizzato tutti gli esami degli insegnamenti previsto nel suo piano di studio e d avere acquisito tutti i CFU relativi alle attività a scelta ed ulteriori abilità. 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/> che riporta anche le istruzioni per la rinuncia al sostenimento dell'esame di Laurea e la presentazione della domanda per sedute successive. 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.

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

In occasione della stesura del primo rapporto del riesame ciclico il collegio didattico del corso di studi ha organizzato ulteriori incontri con portatori di interesse ai fini di una revisione dell'ordinamento e dell'offerta formativa. Hanno partecipato agli incontri, tenutisi in data 13.11.2015, 17.2.2016, 14.11.2016, 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., Aermecc 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, sia nel settore aeronautico che più in generale dell'ingegneria industriale, il quale assorbe una percentuale elevata dei laureati del corso di studi. Il confronto con gli stakeholder (v. riesame ciclico 2016 disponibile al link allegato) ha confermato come ancora pienamente valido sia l'obiettivo formativo che l'impianto della offerta formativa alla base del corso di laurea. Ciò non desta sorpresa essendo quello dell'ingegneria aeronautica un settore specialistico ma ben consolidato. L'offerta didattica è orientata alla progettazione aerodinamica e strutturale di aeromobili e quindi è specificamente indirizzata alle aziende costruttrici. Tuttavia la peculiarità rappresentata da un corso di laurea magistrale attivato col presupposto che a monte ci sia una qualsiasi laurea nella classe industriale, rende il profilo del laureato estremamente ampio e flessibile, consentendo di inserirsi agevolmente sia nel contesto dell'industria aeronautica sia in quello più ampi dell'industria manifatturiera. I dati di settore mostrano che gli ingegneri energetici e meccanici, di cui gli aeronautici sono un sottoinsieme, in percentuale occupano il secondo posto assoluto dietro gli ingegneri civili con riferimento al tipo di professione svolta sul totale di occupati con titolo accademico in ingegneria e che del totale di ingegneri industriali richiesti annualmente dal mondo del lavoro circa il 50% risulta avere competenze di tipo meccanico (progettista e disegnatore meccanico). Ciò è giustificato dalla 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. Ciò fa sì che il settore manifatturiero e meccanico, di cui l'aeronautico è una delle espressioni dia prospettive molto interessanti e stabili in termini occupazionali, anche considerando l'indotto manifatturiero a supporto dei produttori di aeromobili. Gli stakeholder osservano inoltre come occorra comunque preservare la solidità della preparazione tecnica di base che è la sola che consenta di garantire una adeguata flessibilità nella vita professionale. Ciò conferma la validità dell'impostazione data al CdS con il binomio laurea nella classe industriale associata alla laurea magistrale di indirizzo aeronautico.

### **Modalità di ammissione**

Per poter accedere al Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Aeronautica lo studente deve essere in possesso di una Laurea (DM 509/99 o DM 270/04) nella Classe delle Lauree in "Ingegneria Industriale". Qualora lo studente non provenisse dai corsi di laurea triennale L-9 attivati presso questo Ateneo sarà predisposta, se necessario, una delibera 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 CdS Laurea Magistrale in Ingegneria Aeronautica.

## Offerta didattica

### Primo anno

#### Primo semestre

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
<b>20801740 - AERODINAMICA</b>	B	ING-IND/06	9	72	AP	ITA
<b>20810096 - FONDAMENTI DI AERONAUTICA</b>	B	ING-IND/04	9	72	AP	ITA

#### Secondo semestre

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
<b>20801830 - DINAMICA DEL VOLO</b>	B	ING-IND/03	9	72	AP	ITA
<b>20801745 - TERMOFLUIDODINAMICA DEI SISTEMI PROPULSIVI</b>	B	ING-IND/06	9	72	AP	ITA
<b>20801741 - COSTRUZIONI AERONAUTICHE</b>	B	ING-IND/04	9	72	AP	ITA

### Secondo anno

#### Primo semestre

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
<b>20801822 - LABORATORIO DI AERODINAMICA E AEROACUSTICA</b>	B	ING-IND/06	9	72	AP	ITA
<b>20801816 - ANALISI DI STRUTTURE AERONAUTICHE</b>	B	ING-IND/04	9	72	AP	ITA
<b>Gruppo opzionale:</b> comune Orientamento unico AD OBBLIGATORIE AFFINI	C					
<b>Gruppo opzionale:</b> Laboratori Aeronautica	F					

#### Secondo semestre

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
<b>20801818 - PROGETTAZIONE STRUTTURALE DEI VELIVOLI</b>	B	ING-IND/04	9	72	AP	ITA
<b>20801826 - AEROELASTICITA'</b>	B	ING-IND/04	9	72	AP	ITA

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
<b>Gruppo opzionale:</b> comune Orientamento unico AD OBBLIGATORIE AFFINI	C					
<b>20801832 - PROVA FINALE</b>	E		12	300	I	ITA
<b>Gruppo opzionale:</b> Laboratori a scelta dello Studente	D					
<b>22902343 - A SCELTA DELLO STUDENTE</b>	D		8	72	AP	ITA
<b>20802034 - ULTERIORI ABILITÀ FORMATIVE</b>	F		1	25	AP	ITA
<b>Gruppo opzionale:</b> Laboratori Aeronautica	F					

## Dettaglio dei gruppi opzionali

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

### Gruppo opzionale: comune Orientamento unico AD OBBLIGATORIE AFFINI

<b>20801744 - TECNOLOGIE DEI MATERIALI PER L'AERONAUTICA</b> (secondo semestre)	C	ING-IND/22	9	72	AP	ITA
<b>20810249 - CONTROLLI AUTOMATICI</b> (primo semestre)	C	ING-INF/04	9	72	AP	ITA
<b>20801821 - INTERAZIONE FRA LE MACCHINE E L'AMBIENTE</b> (primo semestre)	C	ING-IND/08	9	72	AP	ITA
<b>20801825 - TURBOMACCHINE</b> (primo semestre)	C	ING-IND/08	9	72	AP	ITA
<b>20801835 - MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA</b> (secondo semestre)	C	ING-IND/08	9	72	AP	ITA
<b>20801838 - OLEODINAMICA E PNEUMATICA</b> (primo semestre)	C	ING-IND/08	9	72	AP	ITA
<b>20801715 - MACCHINE E AZIONAMENTI ELETTRICI</b> (primo semestre)	C	ING-IND/32	9	72	AP	ITA

### Gruppo opzionale: Laboratori a scelta dello Studente

<b>20810040 - Laboratorio di aerodinamica</b> (secondo semestre)	D	ING-IND/06	6	48	I	ITA
<b>20810045 - Laboratorio aeroelasticità dei rotori</b> (secondo semestre)	D	ING-IND/04	6	48	I	ITA
<b>20810291 - Laboratorio di Simulation Based Design</b> (secondo semestre)	D	ING-IND/04	6	48	I	ITA

### Gruppo opzionale: Laboratori Aeronautica

<b>20810039 - Laboratorio di aerodinamica</b> (secondo semestre)	F	ING-IND/06	3	24	I	ITA
<b>20810234 - Laboratorio aeroelasticità dei rotori</b> (secondo semestre)	F	ING-IND/04	3	24	I	ITA
<b>20810052 - Laboratorio di robotica</b> (primo e secondo semestre)	F	ING-INF/04	3	24	I	ITA

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
<b>20810237 - Laboratorio di simulation based design</b> (secondo semestre)	F	ING-IND/04	3	24	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

### TECNOLOGIE DEI MATERIALI PER L'AERONAUTICA

in - Secondo anno - Secondo semestre

Gli obiettivi formativi del corso di tecnologie dei materiali per l'aeronautica possono essere sintetizzati come segue: 1. Fornire una conoscenza per una corretta scelta ed impiego dei materiali più importanti attualmente utilizzati in ambito aeronautico, anche tramite l'utilizzo di strumenti software. 2. Fornire elementi di conoscenza sui materiali strutturali quali i compositi a matrice polimerica e le leghe leggere (composizione, struttura, proprietà, processi produttivi ed impiego per fusoliera, piani alari, ecc..) e su materiali per le alte temperature come le leghe di titanio e le superleghe, materiali ceramici e rivestimenti per l'impiego in componenti del sistema propulsivo. 3. Fornire gli elementi fondamentali per un ingegnere specialistico industriale relativi ai processi di degrado (per corrosione e/o usura) dei materiali avanzati per applicazioni aeronautiche; 4. Fornire gli elementi fondamentali per un ingegnere specialistico industriale relativi alle tecniche di ingegnerizzazione delle superfici (surface engineering) in componenti avanzati per l'aeronautica; 5. Fornire gli elementi fondamentali per un ingegnere specialistico industriale relativi alle tecniche di caratterizzazione micro e nano-meccanica dei materiali avanzati per applicazioni aeronautiche (micro/nano-durezza, microscopia a forza atomica). Gli studenti acquisiranno le competenze necessarie per (1) selezionare i materiali più idonei in base alle specifiche progettuali, (2) comprendere quali siano i trattamenti termici e/o di superficie necessari al miglioramento delle prestazioni di materiali avanzati per l'aeronautica e l'aerospazio, (3) comprendere come i fenomeni di degrado possano alterare le prestazioni in esercizio di materiali avanzati per l'aeronautica, (4) comprendere i principi applicativi delle tecniche più recenti di surface engineering.

(English)

The objectives of the course "Materials technologies for aeronautical engineering" can be summarized as follows: 1. To provide students with the know-how for the correct and timely selection of materials for the most relevant aeronautical application, even by the use of recently developed software; 2. To provide students with the basic knowledge on structural materials for aeronautics and aerospace, including polymer matrix composites, light alloys, super-alloys for high-temperature applications, advanced ceramics and coatings (structure-property-process correlations and applications for components in aircrafts); 3. To provide students with the fundamentals of corrosion and wear, with specific reference to the main advanced engineering aspects of such degradation phenomena; 4. To provide students with the most important concepts of surface engineering and the applications to aeronautical and aerospace engineering; 5. To provide students with the fundamental aspects of advanced microstructural characterization of materials for aeronautics and aerospace, including optical and electron microscopy, focused ion beam microscopy; 6. To provide students with the main know-how on micro- and nano-mechanical characterization of materials for aeronautics (including micro- and nano-indentation and atomic force microscopy). Students will acquire required knowledge and expertise for (1) the proper selection of suitable materials on the basis of design specifications, (2) understanding the main processes and heat treatments required for microstructural control of advanced materials for aeronautics and aerospace, (3) understanding the corrosion and wear mechanisms in aerospace materials, (4) understanding the main applications and concepts of recent surface engineering and coating technologies.

### COSTRUZIONI AERONAUTICHE

in - Primo anno - Secondo semestre

Il corso ha l'obiettivo di fornire le conoscenze di base proprie delle costruzioni e delle strutture aeronautiche con particolare riguardo agli strumenti matematici, tecnici e normativi utili all'analisi del loro stato di deformazione e sforzo e alla loro progettazione di primo livello. Lo studente acquisirà inoltre le conoscenze delle strutture aeronautiche complesse, con particolare enfasi sul cassone alare e sulla struttura di fusoliera, e dei criteri da applicare per scongiurare l'insorgenza di condizioni di lavoro per loro strutturalmente critiche. Nel quadro di questo percorso, l'insegnamento si propone di fornire allo studente le capacità di: 1) comunicare con chiarezza, competenza e proprietà di linguaggio le tematiche relative alla progettazione strutturale dei velivoli; 2) affrontare, tramite le metodologie di analisi acquisite, problemi strutturali, valutandone l'adeguatezza rispetto alle specifiche progettuali; 3) procedere al progetto statico di primo livello di elementi strutturali tipici dei velivoli, come strutture alari e strutture di fusoliera, che verifichi i criteri per scongiurare l'insorgenza di fenomeni di instabilità strutturale.

(English)

The class aims at providing the basic knowledge of aeronautical constructions and structures, with emphasis on regulations, mathematical and technical tools for evaluating their state of stress and strain, and to perform their first-level design. The student will also acquire knowledge of complex aeronautical structures, with emphasis on wing box and fuselage, and criteria to avoid their structural instability. The educational path aims to provide the student with the skills to 1) communicate issues relating to the structural design of aircraft with clarity, competence, and language properties; 2) to face, through the acquired analysis methodologies, structural problems, evaluating their adequacy to the project specifications; 3) proceed with the first level static design of structural elements typical of aircraft, such as wing structures and fuselage structures, which complies with criteria to avoid the structural instability.

### CONTROLLI AUTOMATICI

in - Secondo anno - Primo semestre

Nel corso verranno esposti i concetti di base dell'Automatica. Sarà fornita la capacità di analizzare semplici sistemi dinamici (stazionari, lineari) a un ingresso e un'uscita. Verranno utilizzate rappresentazioni nel tempo e nella frequenza con utilizzo delle trasformate di Laplace. Saranno analizzati sistemi a controeazione individuandone le principali caratteristiche e saranno fornite le basi per la progettazione di loop di controllo che rispettino specifiche nel tempo e nella frequenza. Verranno illustrate le proprietà strutturali delle rappresentazioni nel tempo e saranno introdotti i concetti di trasformazioni di coordinate, diagonalizzazione, analisi modale, forme canoniche, controllabilità e osservabilità. Saranno fornite tecniche di controllo tramite assegnazione degli autovalori (pole placement) e implementazione di osservatori dello stato. Saranno svolte esercitazioni con utilizzo del software Matlab che verrà impiegato anche per le prove progettuali associate all'esame.

(English)

The course will propose the basic concepts of Automation. It will be developed the ability of analysing simple dynamical systems (stationary and linear) with one input and one output. Along the course will be used representations based on continuous time and frequency with the use of Laplace Transform. Feedback systems will be analysed trying to point out main characteristics. Some techniques will be illustrated to design control loops respecting frequency and time constraints. Then, it will be illustrated some structural properties of continuous time models and will be introduced concepts like coordinate transformation, modal analysis, canonical forms, controllability and observability. The course will present control techniques using pole placement approaches, and observers. They will be carried out many practical lessons using MATLAB software that will be used also for designing control systems for the exam

## MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA

in - Secondo anno - Secondo semestre

ACQUISIZIONE DEGLI STRUMENTI DI ANALISI DELLE PRESTAZIONI DI MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA, AD ACCENSIONE COMANDATA E DIESEL, DI IMPIEGO SIA NEL SETTORE INDUSTRIALE, SIA IN QUELLO DEI TRASPORTI. ACQUISIZIONE DI METODOLOGIE DI ANALISI E DI SINTESI PER POTER OPERARE NELL'AMBITO DELLE ATTIVITÀ DI INNOVAZIONE NELL'INDUSTRIA DEI MOTORI E DELLA RELATIVA COMPONENTISTICA. AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE OPERATIVE SULLE PROBLEMATICHE LEGATE ALLA TERMOFLUIDODINAMICA DEI MOTORI VOLUMETRICI, ALLA COMBUSTIONE, ALLA FORMAZIONE E CONTROLLO DEGLI INQUINANTI E ALLA GESTIONE DELL'ASSIEME MOTORE-UTILIZZATORE. ACQUISIZIONE DEGLI STRUMENTI DI ANALISI DELLE CARATTERISTICHE FUNZIONALI DEGLI IMPIANTI MOTORI CON TURBINE A GAS SIA PER IL SETTORE INDUSTRIALE E SIA PER QUELLO DEL TRASPORTO AEREO, NAVALE E TERRESTRE. ACQUISIZIONE DELLE COMPETENZE OPERATIVE NECESSARIE PER L'ATTIVITÀ PROFESSIONALE NEL SETTORE DEGLI IMPIANTI CON TURBINE A GAS E IN QUELLO DEI COMPONENTI.

(English)

ACQUISITION OF TOOLS FOR ANALYZING RECIPROCATING INTERNAL COMBUSTION ENGINES PERFORMANCES, SPARK IGNITION AND DIESEL ONES, FOR USE IN BOTH INDUSTRIAL, AND TRANSPORT SECTORS. REFINEMENT OF KNOWLEDGE ON OPERATIONAL ISSUES RELATED TO THE THERMO-FLUID DYNAMICS OF RECIPROCATING ENGINES, COMBUSTION, POLLUTION CONTROL AND MANAGEMENT OF ENGINE POWER TRAIN ACQUISITION OF TOOLS FOR THE ANALYSIS OF FUNCTIONAL CHARACTERISTICS OF PLANTS WITH GAS TURBINE ENGINES FOR BOTH THE INDUSTRY AND FOR THE AVIATION, MARINE AND TERRESTRIAL PROPULSION. ACQUISITION OF OPERATIONAL SKILLS NECESSARY FOR PROFESSIONAL ACTIVITY IN PLANTS WITH GAS TURBINES.

## MACCHINE E AZIONAMENTI ELETTRICI

in - Secondo anno - Primo 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. 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 production of the electric energy. 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 know how concerning how to identify the main design characteristics of an electric drive in connection with the functional specification of a given application.

## LABORATORIO DI AERODINAMICA E AEROACUSTICA

in - Secondo anno - Primo semestre

LO SCOPO DEL CORSO È FAR ACQUISIRE LA SENSIBILITÀ E LE COMPETENZE OPERATIVE NEL SETTORE DELL'AERODINAMICA SPERIMENTALE PER APPLICAZIONI AERONAUTICHE E PIÙ IN GENERALE NEL CAMPO DELL'INGEGNERIA INDUSTRIALE E DELL'INGEGNERIA AMBIENTALE. VERRANNO INTRODOTTI I FONDAMENTI TEORICI DELL'AEROACUSTICA INCLUDENDO PROBLEMATICHE TEORICO-PROGETTUALI ED APPROFONDENDO, MEDIANTE LE ESERCITAZIONI DI LABORATORIO, GLI ASPETTI RELATIVI ALLA MISURA DEL RUMORE IN CONFIGURAZIONI DI INTERESSE AERONAUTICO (AD ESEMPIO IN GETTI COMPRESSIBILI E FLUSSI DI PARETE). IL CORSO SARÀ RIVOLTO IN PARTICOLARE A FAR ACQUISIRE AGLI STUDENTI LA CAPACITÀ DI OPERARE CON STRUMENTAZIONE E TECNICHE DI ELABORAZIONE DEI DATI DI TIPO CONVENZIONALI ED AVANZATE.

(English)



The specific aim of this module is to achieve cognitive and practical skills in experimental aerodynamics applied to the aeronautic field and more generally to the industrial and environmental engineering fields. Lectures are also focused on arguments that deal with the fundamental theory of aeroacoustics, including theoretical design problems. Practical exercises and experimental experiences in the department laboratory will deepen aspects related to noise measurements with particular attention on their application in the aeronautical field (ex.: compressible jets and wall flows). Having successfully complete the module, the student will be able to recognize, acquire and analyze aeroacoustics and aerodynamics problems with conventional and advanced instrumentation and elaboration techniques.

## INTERAZIONE FRA LE MACCHINE E L'AMBIENTE

in - 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). AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE PER L'ANALISI DEI SISTEMI ENERGETICI ALLA LUCE DELLA LORO INTERAZIONE CON L'AMBIENTE E DEL LORO SVILUPPO. ACQUISIZIONE DELLE TECNOLOGIE E DEI SISTEMI 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).

## TURBOMACCHINE

in - Secondo anno - Primo semestre

IL CORSO SI PREFIGGE DI INSEGNARE AGLI STUDENTI IL DIMENSIONAMENTO DI TURBOMACCHINE IDRAULICHE E A FLUIDO ELASTICO OPERATRICI E MOTRICI. A PARTIRE DA SPECIFICHE PRESTAZIONALI E DA VINCOLI PRESTABILITI DI PROGETTO, LO STUDENTE IMPARERÀ A DIMENSIONARE LE TURBOMACCHINE IN RELAZIONE AGLI ASPETTI CHE LIMITANO LE PRESTAZIONI: MATERIALI IMPIEGATI, CAVITAZIONE, VELOCITÀ DI EFFLUSSO TRANSONICHE. IMPARERÀ AD OTTIMIZZARE I GRADI DI LIBERTÀ DEL PROGETTO PER RAGGIUNGERE L'OTTIMO DEGLI OBIETTIVI PREFISSATI. INOLTRE SARÀ IN GRADO DI CALCOLARE LE MAPPE PRESTAZIONALI DELLE TURBOMACCHINE UNA VOLTA ASSEGNATA L' ARCHITETTURA E LE QUANTITÀ GEOMETRICHE DI INTERESSE.

(English)

THE AIM OF THE COURSE IS TO PROVIDE STUDENTS WITH PRELIMINARY DESIGN PROCEDURES AND CRITERIA FOR TURBOMACHINES. (FROM GAS, STEAM, AND HYDRAULIC TURBINES TO PUMPS, FANS, BLOWERS AND COMPRESSORS). MOVING FROM PERFORMANCE TARGETS AND SPECIFIC DESIGN BOUNDARY CONDITIONS, THE STUDENT WILL LEARN SOME SIMPLIFIED DESIGN METHODOLOGIES TAKING MATERIAL, MECHANICAL AND THERMAL STRESSES, TRANSONIC FLOW LIMITS AND CAVITATION INTO ACCOUNT. THE OPTIMIZATION OF THE DEGREE OF FREEDOM WILL BE IMPLEMENTED IN THE DESIGN PROCEDURES. THE STUDENT WILL BE ABLE TO ANALYSE MACHINE PERFORMANCE ONCE THE MAIN GEOMETRIC QUANTITIES ARE GIVEN.

## AEROELASTICITA'

in - Secondo anno - Secondo semestre

FAMILIARIZZARE LO STUDENTE CON METODOLOGIE UTILIZZATE NELL'INGEGNERIA AERONAUTICA PER LA FORMULAZIONE E LA SOLUZIONE DI PROBLEMATICHE AEROELASTICHE. IL SETTORE DELL'AEROELASTICITÀ STUDIA L'INTERAZIONE TRA LA STRUTTURA E L'ARIA CHE LA CIRCONDA, CON ENFASI SUI FENOMENI DI INSTABILITÀ COME IL FLUTTER E LA DIVERGENZA. FORMULAZIONI AEROELASTICHE PER CONFIGURAZIONI ALARI 2D E 3D SONO OTTENUTE ACCOPPIANDO LE EQUAZIONI DELLA DINAMICA STRUTTURALE CON TEORIE AERODINAMICHE NON STAZIONARIE, E QUINDI VENGONO PRESENTATI E DISCUSSI METODI PER LA LORO SOLUZIONE.

(English)

STUDENTS ARE INTRODUCED TO THE METHODOLOGIES APPLIED IN AERONAUTICS FOR THE ANALYSIS OF AEROELASTIC PROBLEMS. THESE CONCERN FLUID-STRUCTURE INTERACTIONS, WITH ATTENTION TO INSTABILITY PHENOMENA LIKE FLUTTER AND DIVERGENCE. AEROELASTIC FORMULATIONS FOR 2D AND 3D WING MODELS ARE OBTAINED BY COUPLING STRUCTURAL DYNAMICS EQUATIONS WITH UNSTEADY AERODYNAMIC THEORIES, AND THEN SOLUTION METHODS ARE PRESENTED AND DISCUSSED.

## ANALISI DI STRUTTURE AERONAUTICHE

in - Secondo anno - Primo semestre

FORNIRE LE CONOSCENZE DI BASE PER AFFRONTARE IN MODO CRITICO LA PROGETTAZIONE DI DETTAGLIO DI STRUTTURE AERONAUTICHE NONCHÉ UNA CONOSCENZA APPROFONDATA DEGLI STRUMENTI DI ANALISI NUMERICA COMUNEMENTE UTILIZZATI IN TALE CAMPO. PARTICOLARE ENFASI VERRÀ DATA AL METODO DEGLI ELEMENTI FINITI E ALLA SUA APPLICAZIONE NELLA MODELLIZZAZIONE DI ELEMENTI STRUTTURALI TIPICI DELLE COSTRUZIONI AERONAUTICHE. LE TECNICHE ACQUISITE VERRANNO UTILIZZATE NELLA

PROGETTAZIONE DI UNA STRUTTURA ALARE E/O DI FUSOLIERA CON REQUISITI ASSEGNATI.

(English)

TO INTEGRATE AND TO COMPLETE THE STUDENTS KNOWLEDGE IN STRUCTURAL DYNAMICS, FOCUSING ON SPECIFIC PROBLEMS OF AIRCRAFT STRUCTURES AND ON NUMERICAL METHODS WIDELY USED FOR THEIR ANALYSIS. IN PARTICULAR, THE EMPHASIS WILL BE PLACED ON LINEAR AND NON-LINEAR MODELING OF AIRCRAFT STRUCTURES SUBJECT TO THE COMBINED ACTION OF THERMAL AND EXTERNAL LOADS. IN A FIRST STAGE, THE THEORY NECESSARY FOR THE MODELING OF SPECIFIC AIRCRAFT STRUCTURES PROBLEMS WILL BE PRESENTED AND THE BASIC THEORY OF FINITE ELEMENT METHODS WILL BE PROVIDED, WITH PARTICULAR ATTENTION TO AERONAUTICAL APPLICATIONS. IN A SECOND STAGE, THE STUDENT WILL BECOME FAMILIAR WITH FINITE ELEMENT CODES COMMONLY USED FOR STRUCTURAL DESIGN IN INDUSTRIES. THIS ACTIVITY WILL BE AIMED AT THE STRUCTURAL ANALYSIS OF ONE OF THE MOST IMPORTANT ELEMENTS OF THE AIRCRAFT (WING AND/OR FUSELAGE).

## TERMOFLUIDODINAMICA DEI SISTEMI PROPULSIVI

in - Primo anno - Secondo semestre

Fornire le conoscenze di base utili nello studio del funzionamento dei turbomotori e dei principali propulsori a getto di impiego aeronautico nonché dei propulsori ad elica di interesse aeronautico e navale. L'obiettivo è perseguito estendendo e completando le conoscenze di base relative ai flussi compressibili ed alla combustione. Particolare cura verrà data all'apprendimento delle principali metodologie numeriche utilizzate in ambito industriale e di ricerca applicata, anche attraverso attività di laboratorio.

(English)

FUNDAMENTALS OF COMPRESSIBLE FLOWS IN CHANNELS, INCLUDING NON ISENTROPIC RAYLEIGH AND FANNO FLOWS. OBLIQUE SHOCK WAVES. PRANDTL MEYER EXPANSIONS. COMPRESSIBLE POTENTIAL FLOWS AND SMALL PERTURBATION THEORIES FOR SUBSONIC AND SUPERSONIC FLOWS. SUPERSONIC PROFILES AND WINGS. THERMODYNAMIC DESCRIPTION OF AIR-BREATHING ENGINES AND PROPELLERS. BLADE ELEMENT THEORY.

## FONDAMENTI DI AERONAUTICA

in - Primo anno - Primo semestre

Conoscenza dell'architettura delle diverse tipologie di velivoli, del ruolo e funzionamento per il volo dei diversi elementi che compongono i velivoli; capacità di studio del velivolo come punto materiale, per analisi delle prestazioni ed identificazione dei corrispondenti parametri di influenza; conoscenza delle principali situazioni operative. Introduzione di alcune metodologie di modellazione e simulazione matematica tipiche dell'ingegneria aeronautica, ed esempi di utilizzo.

(English)

KNOWLEDGE OF THE DIFFERENT TYPE OF AIRCRAFT ARCHITECTURE, OF THE ROLE AND PRINCIPLE OF OPERATION OF THE MAIN AIRCRAFT COMPONENTS FOR FLIGHT PURPOSES; CAPABILITY OF STUDY OF THE AIRCRAFT AS A MATERIAL POINT, FOR ANALYSIS OF PERFORMANCE AND IDENTIFICATION OF CORRESPONDING INFLUENCING PARAMETERS; KNOWLEDGE OF THE MAIN OPERATING CONDITIONS. INTRODUCTION OF SOME METHODOLOGIES FOR MATHEMATICAL MODELLING AND SIMULATION TYPICALLY USED IN AERONAUTICAL ENGINEERING, AND THEIR UTILIZATION.

## PROGETTAZIONE STRUTTURALE DEI VELIVOLI

in - Secondo anno - Secondo semestre

SCOPO DEL CORSO È INTRODURRE LO STUDENTE ALLE METODOLOGIE UTILIZZATE PER LA PROGETTAZIONE CONCETTUALE DI VELIVOLI CON REQUISITI TECNICO-NORMATIVI ASSEGNATI, PONENDO L'ENFASI SULL'INTEGRAZIONE, IN UN'OTTICA DI PROGETTO OTTIMALE, DEGLI ASPETTI AERODINAMICI, STRUTTURALI, DI MECCANICA DEL VOLO E PROPULSIVI. ATTRAVERSO ESERCITAZIONI DI LABORATORIO, LO STUDENTE AVRÀ L'OPPORTUNITÀ DI UTILIZZARE LE METODOLOGIE ACQUISITE NELLA PROGETTAZIONE PRELIMINARE DI UN VELIVOLO SPECIFICO.

(English)

AIM OF THE COURSE IS TO PROVIDE THE FUNDAMENTAL METHODOLOGIES ADOPTED FOR THE CONCEPTUAL DESIGN OF COMMERCIAL AIRCRAFT STARTING FROM THE MISSION REQUIREMENTS AND TAKING INTO ACCOUNT ALL THE MAJOR TECHNICAL, REGULATION AND ENVIRONMENTAL CONSTRAINTS. THE DESIGN IS CONCEIVED IN AN INTEGRATED MULTIDISCIPLINARY FASHION, WITH A CAREFUL ANALYSIS OF THE MOST ADVANCED OPTIMIZATION TECHNIQUES. DURING THE COURSE, THE STUDENTS ARE INVOLVED IN THE COMPLETE DESIGN OF A REALISTIC CONFIGURATION.

## AERODINAMICA

in - Primo anno - Primo semestre

RAGGIUNGERE UNA BUONA CONOSCENZA DELL'AERODINAMICA DI PROFILI E DI ALI SIA IN CASI INCOMPRESSIBILI CHE COMPRESSIBILI CON URTI ED ONDE DI ESPANSIONE E FORNIRE LE CONOSCENZE FONDAMENTALI RIGUARDANTI LA TURBOLENZA E L'ANALISI DI SEGNALI ALEATORI. IL CORSO È IMPOSTATO IN MODO DA METTERE IN GRADO LO STUDENTE DI AFFRONTARE TUTTE LE PROBLEMATICHE DI

PROGETTAZIONE AERODINAMICA CON METODI CLASSICI.

(English)

FUNDAMENTAL CONCEPTS ON AERODYNAMICS OF WINGS AND PROFILES INCLUDING TURBULENCE AND ANALYSIS OF RANDOM SIGNALS. THE COURSE WILL PROVIDE BASIC INSTRUMENTS FOR AERODYNAMIC DESIGN WITH STANDARD APPROACHES.

## OLEODINAMICA E PNEUMATICA

in - Secondo anno - Primo semestre

Fornire le conoscenze sugli aspetti funzionali dei componenti oleodinamici e pneumatici nell'ambito del settore dell'Ingegneria Meccanica e Aeronautica. Fare acquisire le competenze progettuali necessarie per la progettazione dei sistemi complessi, oleodinamici e pneumatici, per l'analisi delle loro prestazioni e per l'identificazione delle loro caratteristiche dinamiche.

(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.

## PROVA FINALE

in - Secondo anno - Secondo semestre

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.

(English)

Based on the technical and scientific skills acquired during the degree programme, the student will develop an original and individual project work that will be described in the MSc thesis. The student work will be supervised by a faculty member.

## DINAMICA DEL VOLO

in - Primo anno - Secondo semestre

STUDIO DELLE EQUAZIONI DELLA DINAMICA DEL VELIVOLO E DELLE SUE PRESTAZIONI. DINAMICA E PRESTAZIONI DEL PUNTO MATERIALE E DEL CORPO RIGIDO. SEGMENTI CARATTERISTICI. STABILITÀ E CONTROLLO.

(English)

EQUATIONS OF MOTION OF THE AERIAL VEHICLE AND ITS PERFORMANCE. MATERIAL POINT AND RIGID BODY STUDIES. CHARACTERISTIC FLIGHT SEGMENTS. STABILITY AND CONTROL.

**DIPARTIMENTO: INGEGNERIA**

Corso di laurea in Ingegneria aeronautica (LM-20) A.A. 2022/2023

*Programmazione didattica*

**Primo anno**

**Primo semestre**

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
<b>20801740 - AERODINAMICA</b> Canale: N0 CAMUSSI ROBERTO	B	ING-IND/06	9	72	AP	ITA
<b>20810096 - FONDAMENTI DI AERONAUTICA</b> BURGHIGNOLI LORENZO GENNARETTI MASSIMO	B	ING-IND/04	9	72	AP	ITA

**Secondo semestre**

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
<b>20801830 - DINAMICA DEL VOLO</b> Canale: N0 SERAFINI JACOPO	B	ING-IND/03	9	72	AP	ITA
<b>20801745 - TERMOFLUIDODINAMICA DEI SISTEMI PROPULSIVI</b> CAMUSSI ROBERTO MANCINELLI MATTEO	B	ING-IND/06	9	72	AP	ITA
<b>20801741 - COSTRUZIONI AERONAUTICHE</b> Canale: N0 BERNARDINI GIOVANNI	B	ING-IND/04	9	72	AP	ITA

**Secondo anno**

**Primo semestre**

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
<b>20801822 - LABORATORIO DI AERODINAMICA E AEROACUSTICA</b> Canale: N0 DI MARCO ALESSANDRO	B	ING-IND/06	9	72	AP	ITA

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
<b>20801816 - ANALISI DI STRUTTURE AERONAUTICHE</b> Canale: N0 BERNARDINI GIOVANNI POGGI CATERINA	B	ING-IND/04	9	72	AP	ITA
<b>Gruppo opzionale:</b> Laboratori Aeronautica	F			24		
<b>Gruppo opzionale:</b> comune Orientamento unico AD OBBLIGATORIE AFFINI	C			288		

### Secondo semestre

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
<b>20801818 - PROGETTAZIONE STRUTTURALE DEI VELIVOLI</b> Canale: N0 IEMMA UMBERTO	B	ING-IND/04	9	72	AP	ITA
<b>20801826 - AEROELASTICITA'</b> Canale: N0 GENNARETTI MASSIMO	B	ING-IND/04	9	72	AP	ITA
<b>Gruppo opzionale:</b> comune Orientamento unico AD OBBLIGATORIE AFFINI	C			288		
<b>20801832 - PROVA FINALE</b>	E		12	300	I	ITA
<b>Gruppo opzionale:</b> Laboratori a scelta dello Studente	D			48		
<b>22902343 - A SCELTA DELLO STUDENTE</b>	D		8	72	AP	ITA
<b>20802034 - ULTERIORI ABILITÀ FORMATIVE</b>	F		1	25	AP	ITA
<b>Gruppo opzionale:</b> Laboratori Aeronautica	F			24		

**Dettaglio dei gruppi opzionali**

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

**Gruppo opzionale: comune Orientamento unico AD OBBLIGATORIE AFFINI**

<b>20801744 - TECNOLOGIE DEI MATERIALI PER L'AERONAUTICA</b> (secondo semestre) Canale: N0 SEBASTIANI MARCO	C	ING-IND/22	9	72	AP	ITA
<b>20810249 - CONTROLLI AUTOMATICI</b> (primo semestre) MUTUAZIONE - CONTROLLI AUTOMATICI (20810249) - PANZIERI STEFANO	C	ING-INF/04	9	72	AP	ITA
<b>20801821 - INTERAZIONE FRA LE MACCHINE E L'AMBIENTE</b> (primo semestre) Canale: N0 MUTUAZIONE - INTERAZIONE FRA LE MACCHINE E L'AMBIENTE (20801821) - CHIAVOLA ORNELLA	C	ING-IND/08	9	72	AP	ITA
<b>20801825 - TURBOMACCHINE</b> (primo semestre) Canale: N0 MUTUAZIONE - TURBOMACCHINE (20801825) - GIOVANNELLI AMBRA	C	ING-IND/08	9	72	AP	ITA
<b>20801835 - MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA</b> (secondo semestre) Canale: N0 MUTUAZIONE - MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA (20801835) - CHIAVOLA ORNELLA	C	ING-IND/08	9	72	AP	ITA
<b>20801838 - OLEODINAMICA E PNEUMATICA</b> (primo semestre) MUTUAZIONE - OLEODINAMICA E PNEUMATICA (20801838) - PALMIERI FULVIO	C	ING-IND/08	9	72	AP	ITA
<b>20801715 - MACCHINE E AZIONAMENTI ELETTRICI</b> (primo semestre) LIDOZZI ALESSANDRO	C	ING-IND/32	9	72	AP	ITA

**Gruppo opzionale: Laboratori a scelta dello Studente**

<b>20810040 - Laboratorio di aerodinamica</b> (secondo semestre)	D	ING-IND/06	6	48	I	ITA
<b>20810045 - Laboratorio aeroelasticità dei rotori</b> (secondo semestre)	D	ING-IND/04	6	48	I	ITA

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
<b>20810291 - Laboratorio di Simulation Based Design</b> (secondo semestre)	D	ING-IND/04	6	48	I	ITA

Gruppo opzionale: Laboratori Aeronautica						
<b>20810039 - Laboratorio di aerodinamica</b> (secondo semestre)	F	ING-IND/06	3	24	I	ITA
<b>20810234 - Laboratorio aeroelasticità dei rotori</b> (secondo semestre)	F	ING-IND/04	3	24	I	ITA
<b>20810052 - Laboratorio di robotica</b> (primo e secondo semestre)	F	ING-INF/04	3	24	I	ITA
<b>20810237 - Laboratorio di simulation based design</b> (secondo semestre)	F	ING-IND/04	3	24	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

### TECNOLOGIE DEI MATERIALI PER L'AERONAUTICA

#### in - Secondo anno - Secondo semestre

Gli obiettivi formativi del corso di tecnologie dei materiali per l'aeronautica possono essere sintetizzati come segue: 1. Fornire una conoscenza per una corretta scelta ed impiego dei materiali più importanti attualmente utilizzati in ambito aeronautico, anche tramite l'utilizzo di strumenti software. 2. Fornire elementi di conoscenza sui materiali strutturali quali i compositi a matrice polimerica e le leghe leggere (composizione, struttura, proprietà, processi produttivi ed impiego per fusoliera, piani alari, ecc..) e su materiali per le alte temperature come le leghe di titanio e le superleghe, materiali ceramici e rivestimenti per l'impiego in componenti del sistema propulsivo. 3. Fornire gli elementi fondamentali per un ingegnere specialistico industriale relativi ai processi di degrado (per corrosione e/o usura) dei materiali avanzati per applicazioni aeronautiche; 4. Fornire gli elementi fondamentali per un ingegnere specialistico industriale relativi alle tecniche di ingegnerizzazione delle superfici (surface engineering) in componenti avanzati per l'aeronautica; 5. Fornire gli elementi fondamentali per un ingegnere specialistico industriale relativi alle tecniche di caratterizzazione micro e nano-meccanica dei materiali avanzati per applicazioni aeronautiche (microscopia ottica ed elettronica – SEM/TEM/FIB – diffrazione ai raggi X); 6. Fornire gli elementi fondamentali per un ingegnere specialistico industriale relativi alle tecniche di caratterizzazione micro e nano-meccanica dei materiali avanzati per applicazioni aeronautiche (micro/nano-durezza, microscopia a forza atomica). Gli studenti acquisiranno le competenze necessarie per (1) selezionare i materiali più idonei in base alle specifiche progettuali, (2) comprendere quali siano i trattamenti termici e/o di superficie necessari al miglioramento delle prestazioni di materiali avanzati per l'aeronautica e l'aerospazio, (3) comprendere come i fenomeni di degrado possano alterare le prestazioni in esercizio di materiali avanzati per l'aeronautica, (4) comprendere i principi applicativi delle tecniche più recenti di surface engineering.

**Docente: SEBASTIANI MARCO**

L'insegnamento di tecnologie dei materiali per l'aeronautica rientra nell'ambito delle attività caratterizzanti del SSD ING-IND/22. Il programma dell'insegnamento è strutturato come segue: • Cenni ai metodi di caratterizzazione dei materiali o tecniche diffrattometriche, microscopiche e spettroscopiche. Cenni di metallografia e di prove non distruttive. • Corrosione ad Umido o Aspetti elettrochimici del degrado, forme di corrosione ad umido, diagrammi di Pourbaix, cinetica della corrosione, ddp e teoria dei potenziali misti – passività, corrosione in ambienti naturali e in ambienti ostili, metodi di prevenzione, protezione, diagnosi e monitoraggio • Tribologia o Richiami sulla meccanica del contatto. Aspetti tribologici del degrado (adesione, attrito e usura), principali tipologie di usura (adesiva e abrasiva). o Teoria, metodi e normativa per la quantificazione dell'usura, misure preventive. • Protezione dei materiali o rivestimenti resistenti all'usura e alla corrosione, barriere termiche. o Tecnologie di produzione di rivestimenti: rivestimenti galvanici, rivestimenti da fase vapore, rivestimenti termospruzzati. • Materiali compositi o concetti fondamentali (matrice-rinforzo-interfaccia) e classificazione; regola delle miscele, interazione rinforzo-matrice, durabilità e degrado (creep, fatica, idrolizzazione). Criteri di progettazione: compositi laminati e sandwich; tecnologie di produzione: hand layup, Filament winding, stampaggi a caldo, a freddo e in autoclave, Resin Transfer Moulding, Spray-up. Esempi di applicazione dei compositi. • Materiali ceramici avanzati. o correlazione tra precursori, produzione, struttura e proprietà ottenibili. Criteri di affidabilità (statistica di Weibull); tecnologie di produzione: sinterizzazione, pressatura isostatica a caldo, slip casting, tape casting, codeposizione, thermal spraying. Esempi di applicazione dei ceramici per componenti refrattari e barriere termiche. Degrado, corrosione a secco.

### COSTRUZIONI AERONAUTICHE

#### in - Primo anno - Secondo semestre

Il corso ha l'obiettivo di fornire le conoscenze di base proprie delle costruzioni e delle strutture aeronautiche con particolare riguardo agli strumenti matematici, tecnici e normativi utili all'analisi del loro stato di deformazione e sforzo e alla loro progettazione di primo livello. Lo studente acquisirà inoltre le conoscenze delle strutture aeronautiche complesse, con particolare enfasi sul cassone alare e sulla struttura di fusoliera, e dei criteri da applicare per scongiurare l'insorgenza di condizioni di lavoro per loro strutturalmente critiche. Nel quadro di questo percorso, l'insegnamento si propone di fornire allo studente le capacità di: 1) comunicare con chiarezza, competenza e proprietà di linguaggio le tematiche relative alla progettazione strutturale dei velivoli; 2) affrontare, tramite le metodologie di analisi acquisite, problemi strutturali, valutandone l'adeguatezza rispetto alle specifiche progettuali; 3) procedere al progetto statico di primo livello di elementi strutturali tipici dei velivoli, come strutture alari e strutture di fusoliera, che verifichi i criteri per scongiurare l'insorgenza di fenomeni di instabilità strutturale.

**Docente: BERNARDINI GIOVANNI**

L'insegnamento di Costruzioni Aeronautiche rientra nell'ambito delle attività caratterizzanti l' SSD ING-IND/04 Costruzioni e strutture aerospaziali. Il programma dell'insegnamento è strutturato per fornire agli studenti conoscenze e competenze nell'ambito della progettazione strutturale di componenti aeronautici, tramite metodologie ampiamente utilizzate nelle fasi di progettazione concettuale e preliminare del velivolo. Il programma dell'insegnamento è articolato in 36 lezioni frontali (pari a 9CFU) suddivise nelle seguenti cinque sezioni principali: 1) Teoria delle travi: flessione bidirezionale, torsione; travi a parete sottile monocella soggetti a torsione (teoria di Bredt-Batho), travi a parete sottile aperta soggetti a torsione; travi a parete sottile monocella e a parete sottile aperta soggetti a carichi trasversali (definizione e determinazione del centro di taglio); travi a parete sottile multicella soggetti a carichi trasversali e a torsione, travi rastremate. 2) Principi di progettazione del velivolo e introduzione delle strutture semimonoscocca: richiami su criteri di resistenza dei materiali fragili e duttili, tipologie di carichi agenti sul velivolo, accenni alle normative di riferimento per la progettazione del velivolo, struttura del cassone alare, struttura di fusoliera, analisi dello stato di sforzo e deformazione, idealizzazione strutturale. 3) Teoria di Kirchhoff delle piastre sottili: problema a membrana, problema a flessione, metodo delle autofunzioni per piastre semplicemente appoggiate. 4) Elementi di teoria della stabilità elastica: analisi della stabilità dell'equilibrio elastico di travi soggette a carichi di compressione (carico di Eulero); analisi della stabilità dell'equilibrio elastico di piastre soggette a carichi di compressione; problema del buckling per le strutture aeronautiche. 5) Teoria dei gusci: comportamento a membrana di gusci di rivoluzione caricati assialsimmetricamente. Definizione della struttura di fusoliera e analisi del suo stato di sforzo indotto dalla pressurizzazione.



## MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA

in - Secondo anno - Secondo semestre

ACQUISIZIONE DEGLI STRUMENTI DI ANALISI DELLE PRESTAZIONI DI MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA, AD ACCENSIONE COMANDATA E DIESEL, DI IMPIEGO SIA NEL SETTORE INDUSTRIALE, SIA IN QUELLO DEI TRASPORTI. ACQUISIZIONE DI METODOLOGIE DI ANALISI E DI SINTESI PER POTER OPERARE NELL'AMBITO DELLE ATTIVITÀ DI INNOVAZIONE NELL'INDUSTRIA DEI MOTORI E DELLA RELATIVA COMPONENTISTICA. AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE OPERATIVE SULLE PROBLEMATICHE LEGATE ALLA TERMOFLUIDODINAMICA DEI MOTORI VOLUMETRICI, ALLA COMBUSTIONE, ALLA FORMAZIONE E CONTROLLO DEGLI INQUINANTI E ALLA GESTIONE DELL'ASSIEME MOTORE-UTILIZZATORE. ACQUISIZIONE DEGLI STRUMENTI DI ANALISI DELLE CARATTERISTICHE FUNZIONALI DEGLI IMPIANTI MOTORI CON TURBINE A GAS SIA PER IL SETTORE INDUSTRIALE E SIA PER QUELLO DEL TRASPORTO AEREO, NAVALE E TERRESTRE. ACQUISIZIONE DELLE COMPETENZE OPERATIVE NECESSARIE PER L'ATTIVITÀ PROFESSIONALE NEL SETTORE DEGLI IMPIANTI CON TURBINE A GAS E IN QUELLO DEI COMPONENTI.

## MACCHINE E AZIONAMENTI ELETTRICI

in - Secondo anno - Primo 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. SAPER INDIVIDUARE LE PRINCIPALI CARATTERISTICHE DI DIMENSIONAMENTO DI UN AZIONAMENTO ELETTRICO IN RELAZIONE ALLE SPECIFICHE TECNICHE DELLA APPLICAZIONE.

Docente: **LIDOZZI ALESSANDRO**

Introduzione agli azionamenti elettrici: definizioni, schemi a blocchi funzionali; tipologie di motori elettrici, corrente continua e corrente alternata; quadranti di lavoro; frenatura dissipativa e rigenerativa considerazioni sul comportamento termico e sui sistemi di raffreddamento della macchina e del convertitore. Dinamica del sistema motore-carico: funzione di trasferimento e diagramma a blocchi del sistema meccanico; traiettorie tipiche del controllo di moto; tipologie di carico meccanico e tipi di servizio; calcolo delle inerzie equivalenti per sistemi meccanici tipici. Convertitori statici per azionamenti elettrici: tipologie e caratteristiche generali; componenti elettronici di commutazione; convertitori ac-dc, dc-dc, dc-ac (inverter trifase a tensione impressa); tecniche di modulazione per inverter trifase a due livelli. Azionamenti con macchina in corrente continua: struttura, schema elementare, aspetti costruttivi, modello dinamico, espressione della coppia e caratteristiche meccaniche di una macchina in corrente continua; controllo di corrente e velocità; azionamenti con motore in corrente continua. Azionamenti con macchina sincrona: struttura e principio di funzionamento di una macchina sincrona; modello dinamico della macchina in variabili d-q-0; analisi del funzionamento in regime sinusoidale; strategie di controllo negli azionamenti elettrici con macchina sincrona. Azionamenti con motore ad induzione trifase: struttura e principio di funzionamento di una macchina asincrona trifase; modello dinamico della macchina in variabili d-q-0; analisi del funzionamento in regime sinusoidale; strategie di controllo negli azionamenti elettrici con macchina asincrona: controllo vettoriale e tecnica DTC.

## LABORATORIO DI AERODINAMICA E AEROACUSTICA

in - Secondo anno - Primo semestre

LO SCOPO DEL CORSO È FAR ACQUISIRE LA SENSIBILITÀ E LE COMPETENZE OPERATIVE NEL SETTORE DELL'AERODINAMICA SPERIMENTALE PER APPLICAZIONI AERONAUTICHE E PIÙ IN GENERALE NEL CAMPO DELL'INGEGNERIA INDUSTRIALE E DELL'INGEGNERIA AMBIENTALE. VERRANNO INTRODOTTI I FONDAMENTI TEORICI DELL'AEROACUSTICA INCLUDENDO PROBLEMATICHE TEORICO-PROGETTUALI ED APPROFONDENDO, MEDIANTE LE ESERCITAZIONI DI LABORATORIO, GLI ASPETTI RELATIVI ALLA MISURA DEL RUMORE IN CONFIGURAZIONI DI INTERESSE AERONAUTICO (AD ESEMPIO IN GETTI COMPRESSIBILI E FLUSSI DI PARETE). IL CORSO SARÀ RIVOLTO IN PARTICOLARE A FAR ACQUISIRE AGLI STUDENTI LA CAPACITÀ DI OPERARE CON STRUMENTAZIONE E TECNICHE DI ELABORAZIONE DEI DATI DI TIPO CONVENZIONALI ED AVANZATE.

Docente: **DI MARCO ALESSANDRO**

Concetti Fondamentali Richiami di Fluidodinamica: equazioni di governo in campo incompressibile e compressibile, analisi dimensionale, soluzioni asintotiche. Campo sonoro; Onde nei gas e nei liquidi; Diffrazione; Acustica geometrica; Onde nei solidi; Analisi in frequenza del suono; definizione di Decibel e SPL; Filtri; Somma campi sonori; Interferenza e componenti in frequenza. Gallerie del vento a bassa velocità, alta velocità e anecoiche. Equazione delle onde nei fluidi Equazione delle onde in un campo privo di sorgente; Soluzioni generali e armoniche; Intensità del suono; Energia e densità di energia; riflessione e trasmissione delle onde. Meccanismi di generazione e propagazione del suono. Sorgenti sonore: Monopoli; Dipoli; Quadripoli. Elementi di analisi del segnale e di teoria della probabilità. Impianti per la misura del suono. Camere anecoiche e camere riverberanti. Tecniche di misura del suono Alcuni fondamenti di matematica; Analisi di Fourier; Sistemi di Misura; Caratterizzazione di sorgenti acustiche mediante microfoni. Principali tecniche sperimentali per lo studio di flussi turbolenti Anemometria a filo caldo ad una e più componenti; anemometria Laser Doppler; Particle Image Velocimetry. Laser Induced Fluorescence. Metodi ottici per l'analisi di campi di densità Interferometria, Schlieren, Shadowgraph Altri tipi di misure in gallerie aerodinamiche: Tubo di Pitot, trasduttori di pressione, misure di portata (Venturimetri, Flussimetri), misure di temperatura con termocoppie, misure di forza e bilance dinamometriche, misure di acustica.

## INTERAZIONE FRA LE MACCHINE E L'AMBIENTE

in - 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). AFFINAMENTO DELLE CONOSCENZE PER L'ANALISI DEI SISTEMI ENERGETICI ALLA LUCE DELLA LORO INTERAZIONE CON L'AMBIENTE E DEL LORO SVILUPPO. ACQUISIZIONE DELLE TECNOLOGIE E DEI SISTEMI DI MISURA, CONTROLLO E ABBATTIMENTO DELLE EMISSIONI INQUINANTI NEL SETTORE DEGLI IMPIANTI DI CONVERSIONE DELL'ENERGIA E IN QUELLO DEI TRASPORTI.

## TURBOMACCHINE

in - Secondo anno - Primo semestre

IL CORSO SI PREFIGGE DI INSEGNARE AGLI STUDENTI IL DIMENSIONAMENTO DI TURBOMACCHINE IDRAULICHE E A FLUIDO ELASTICO OPERATRICI E MOTRICI. A PARTIRE DA SPECIFICHE PRESTAZIONALI E DA VINCOLI PRESTABILITI DI PROGETTO, LO STUDENTE IMPARERÀ A DIMENSIONARE LE TURBOMACCHINE IN RELAZIONE AGLI ASPETTI CHE LIMITANO LE PRESTAZIONI: MATERIALI IMPIEGATI, CAVITAZIONE, VELOCITÀ DI EFFLUSSO TRANSONICHE. IMPARERÀ AD OTTIMIZZARE I GRADI DI LIBERTÀ DEL PROGETTO PER RAGGIUNGERE L'OTTIMO DEGLI OBIETTIVI PREFISSATI. INOLTRE SARÀ IN GRADO DI CALCOLARE LE MAPPE PRESTAZIONALI DELLE TURBOMACCHINE UNA VOLTA ASSEGNATA L'ARCHITETTURA E LE QUANTITÀ GEOMETRICHE DI INTERESSE.

## AEROELASTICITÀ

in - Secondo anno - Secondo semestre

FAMILIARIZZARE LO STUDENTE CON METODOLOGIE UTILIZZATE NELL'INGEGNERIA AERONAUTICA PER LA FORMULAZIONE E LA SOLUZIONE DI PROBLEMATICHE AEROELASTICHE. IL SETTORE DELL'AEROELASTICITÀ STUDIA L'INTERAZIONE TRA LA STRUTTURA E L'ARIA CHE LA CIRCONDA, CON ENFASI SUI FENOMENI DI INSTABILITÀ COME IL FLUTTER E LA DIVERGENZA. FORMULAZIONI AEROELASTICHE PER CONFIGURAZIONI ALARI 2D E 3D SONO OTTENUTE ACCOPPIANDO LE EQUAZIONI DELLA DINAMICA STRUTTURALE CON TEORIE AERODINAMICHE NON STAZIONARIE, E QUINDI VENGONO PRESENTATI E DISCUSSI METODI PER LA LORO SOLUZIONE.

Docente: **GENNARETTI MASSIMO**

Introduzione al modello semi-rigido di ala a 2 gdl e determinazione delle relative equazioni di governo mediante formulazione Lagrangiana. Modelli aerodinamici semplificati 2D, stazionari e quasi-stazionari, per lo studio dell'aeroelasticità del modello semirigido. Studio del flutter e della divergenza aeroelastica. La teoria aerodinamica 2D, non stazionaria di Theodorsen. Studio del flutter mediante il metodo V-g. Approssimazione alla Padè della 'lift deficiency function' e relativo modello aeroelastico agli stati finiti. Relazione tra la teoria di Theodorsen e la teoria di Wagner. Modello aeroelastico di ali 3D: modello dinamico-strutturale di trave flesso-torsionale, modello aerodinamico 'strip theory' e applicazione del metodo di Galerkin. Effetto della freccia alare. Studio della stabilità aeroelastica. Aerodinamica 3D non-stazionaria: flussi non-viscosi incompressibili; formulazione differenziale per flussi quasi-potenziati incompressibili; formulazione integrale per flussi quasi-potenziati incompressibili e metodo dei pannelli per la sua soluzione numerica. Matrice aerodinamica per l'analisi della stabilità aeroelastica. Approssimazione razionale matriciale della matrice aerodinamica, relativo modello aeroelastico agli stati finiti e studio del flutter. Aeroelasticità sezioni alari con flap di estremità. Attuazione del flap per il controllo del flutter mediante applicazione della teoria del controllo ottimo con osservatore.

## ANALISI DI STRUTTURE AERONAUTICHE

in - Secondo anno - Primo semestre

FORNIRE LE CONOSCENZE DI BASE PER AFFRONTARE IN MODO CRITICO LA PROGETTAZIONE DI DETTAGLIO DI STRUTTURE AERONAUTICHE NONCHÉ UNA CONOSCENZA APPROFONDATA DEGLI STRUMENTI DI ANALISI NUMERICA COMUNEMENTE UTILIZZATI IN TALE CAMPO. PARTICOLARE ENFASI VERRÀ DATA AL METODO DEGLI ELEMENTI FINITI E ALLA SUA APPLICAZIONE NELLA MODELLIZZAZIONE DI ELEMENTI STRUTTURALI TIPICI DELLE COSTRUZIONI AERONAUTICHE. LE TECNICHE ACQUISITE VERRANNO UTILIZZATE NELLA PROGETTAZIONE DI UNA STRUTTURA ALARE E/O DI FUSOLIERA CON REQUISITI ASSEGNATI.

Docente: **BERNARDINI GIOVANNI**

L'insegnamento di Analisi di Strutture Aeronautiche rientra nell'ambito delle attività caratterizzanti l' SSD ING-IND/04 Costruzioni e strutture aerospaziali. Il programma dell'insegnamento è strutturato per fornire agli studenti conoscenze e competenze nell'ambito della progettazione strutturale di componenti aeronautici, tramite metodologie ampiamente utilizzate nella fase di progettazione di dettaglio del velivolo. Il programma dell'insegnamento è articolato in 36 lezioni frontali (pari a 9CFU) suddivise nelle seguenti otto sezioni principali: 1) Richiami di algebra tensoriale: Tensori di ordine N e operazioni tra tensori. Coordinate curvilinee. Vettori di base covarianti e controvarianti. Vettori e tensori in coordinate curvilinee. Operatori differenziali in coordinate curvilinee. 2) Cinematica del continuo deformabile: Descrizione Euleriana e Lagrangiana del moto. Teoria delle deformazioni finite. Tensore gradiente di spostamento e deformazione. Teorema della decomposizione polare. Tensori di deformazione in una visione Lagrangiana ed Euleriana (tensori di Cauchy-Green e di Eulero-Almansi). Tensore velocità di deformazione. Teoria linearizzata (piccoli spostamenti e deformazioni). Equazione di conservazione della massa in una visione materiale e spaziale. 3) Dinamica del continuo deformabile: Equazione di bilancio della quantità di moto in una visione Lagrangiana ed Euleriana. Teorema di Cauchy. Tensore degli sforzi di Cauchy e di Piola-Kirchhoff. Bilancio del momento della quantità di moto in una visione materiale e spaziale. Equazione di bilancio dell'energia meccanica in una visione materiale e spaziale. 4) Termodinamica del continuo deformabile: Equazioni di conservazione

dell'energia totale e dell'energia termodinamica in una visione materiale e spaziale. Teorema di Stokes per il flusso di calore. Secondo principio della termodinamica. 5) Teoria delle relazioni costitutive: Assiomi di Noll. Implicazioni del secondo principio della termodinamica sulla teoria delle relazioni costitutive dei materiali. Cenni alla teoria delle relazioni costitutive di materiali termoelastici: definizione del tensore elastico isoterma, del tensore degli sforzi termici, del tensore di conduttività termica. Particolarizzazione delle relazioni costitutive al caso di materiali termoelastici lineari isotropi. 6) Problema termoelastico in strutture di interesse aeronautico: Formulazione termoelastica disaccoppiata. Problema della conduzione del calore e relative condizioni al contorno ed iniziali. Problema della determinazione degli sforzi dovuta all'azione combinata di carichi esterni e carichi termici: la trave di Eulero-Bernoulli e la piastra sottile. 7) Il metodo degli elementi finiti: Formulazione forte e debole del problema termoelastico disaccoppiato. Relazione tra la formulazione forte e debole e trattamento delle condizioni al contorno. Principio dei lavori virtuali. Discretizzazione e definizione delle funzioni di forma. Scelta delle funzioni di forma. Definizione delle matrici di massa, di rigidità di smorzamento di elemento. Definizione del vettore dei carichi nodali equivalenti. Processo di assemblaggio. Imposizione delle condizioni al contorno sugli spostamenti. Elementi conformi. Elementi non conformi – patch test. Elementi isoparametrici. Metodi classici per la valutazione delle funzioni di forma. Esempi di applicazione in problemi di interesse in ambito aeronautico: aste, travi, piastre e gusci. 8) Introduzione all'utilizzo del codice Autodesk Inventor: modellazione geometrica. Definizione delle caratteristiche dei materiali. Definizione delle condizioni al contorno e del sistema di carichi. Metodi di soluzione. Post-processing dei dati. Applicazione all'analisi strutturale di un'ala e/o di una fusoliera.

## TERMOFLUIDODINAMICA DEI SISTEMI PROPULSIVI

in - Primo anno - Secondo semestre

Fornire le conoscenze di base utili nello studio del funzionamento dei turbomotori e dei principali propulsori a getto di impiego aeronautico nonché dei propulsori ad elica di interesse aeronautico e navale. L'obiettivo è perseguito estendendo e completando le conoscenze di base relative ai flussi compressibili ed alla combustione. Particolare cura verrà data all'apprendimento delle principali metodologie numeriche utilizzate in ambito industriale e di ricerca applicata, anche attraverso attività di laboratorio.

**Docente: CAMUSSI ROBERTO**

PARTE 1: ELEMENTI DI GASDINAMICA Concetti Introduttivi; Richiami flussi compressibili isentropici; urti normali. Dimensionamento circuiti gasdinamici; Flussi alla Fanno e flussi alla Rayleigh; Urti obliqui, odografa degli urti. Interazione tra urti. Urti staccati. Espansione di Prandtl-Meyer. Flussi potenziali compressibili; teoria lineare, profili alari supersonici. Cenni al metodo delle caratteristiche: caso 2D, stazionario PARTE 2: ELEMENTI DI MOTORI PER AEROMOBILI Concetti introduttivi: Classificazione dei propulsori; introduzione alle prestazioni dei propulsori; definizione della Spinta e delle Potenze. Definizione ed espressione dei rendimenti. Parametri prestazionali dei propulsori. Richiami ciclo Turbogas ideale e Ciclo Turbogas reale. Turbogetto Semplice a punto fisso e in volo. Turbogetto con post-combustore. Turbofan a flussi separati ed associati. Turboelica. Ramjet. Cenni su eliche aeronautiche: teoria dell'elemento di pala. Prese dinamiche subsoniche e supersoniche. Ugelli propulsivi subsonici e supersonici. Elementi di Combustione ESERCITAZIONI PREVISTE Esercitazione comportamento di un circuito gasdinamico (in laboratorio di calcolo). Esercitazione urti obliqui (in aula). Esercizi espansioni di Prandtl-Meyer e profili supersonici (in aula). Esercizi su: Turbogetto Semplice; Turbogetto con post-combustione; turbo fan a flussi separati ed associati. Prese dinamiche e Ugelli propulsivi (in aula).

**Docente: MANCINELLI MATTEO**

PARTE 1: ELEMENTI DI GASDINAMICA Concetti Introduttivi; Richiami flussi compressibili isentropici; urti normali. Dimensionamento circuiti gasdinamici; Flussi alla Fanno e flussi alla Rayleigh; Urti obliqui, odografa degli urti. Interazione tra urti. Urti staccati. Espansione di Prandtl-Meyer. Flussi potenziali compressibili; teoria lineare, profili alari supersonici. Cenni al metodo delle caratteristiche: caso 2D, stazionario PARTE 2: ELEMENTI DI MOTORI PER AEROMOBILI Concetti introduttivi: Classificazione dei propulsori; introduzione alle prestazioni dei propulsori; definizione della Spinta e delle Potenze. Definizione ed espressione dei rendimenti. Parametri prestazionali dei propulsori. Richiami ciclo Turbogas ideale e Ciclo Turbogas reale. Turbogetto Semplice a punto fisso e in volo. Turbogetto con post-combustore. Turbofan a flussi separati ed associati. Turboelica. Ramjet. Cenni su eliche aeronautiche: teoria dell'elemento di pala. Prese dinamiche subsoniche e supersoniche. Ugelli propulsivi subsonici e supersonici. Elementi di Combustione ESERCITAZIONI PREVISTE Esercitazione comportamento di un circuito gasdinamico (in laboratorio di calcolo). Esercitazione urti obliqui (in aula). Esercizi espansioni di Prandtl-Meyer e profili supersonici (in aula). Esercizi su: Turbogetto Semplice; Turbogetto con post-combustione; turbo fan a flussi separati ed associati. Prese dinamiche e Ugelli propulsivi (in aula).

## FONDAMENTI DI AERONAUTICA

in - Primo anno - Primo semestre

Conoscenza dell'architettura delle diverse tipologie di velivoli, del ruolo e funzionamento per il volo dei diversi elementi che compongono i velivoli; capacità di studio del velivolo come punto materiale, per analisi delle prestazioni ed identificazione dei corrispondenti parametri di influenza; conoscenza delle principali situazioni operative. Introduzione di alcune metodologie di modellazione e simulazione matematica tipiche dell'ingegneria aeronautica, ed esempi di utilizzo.

**Docente: BURGHIGNOLI LORENZO**

Architettura dei velivoli: parti costituenti e loro ruolo. Elementi di aerodinamica stazionaria dei velivoli ad ala fissa: diagramma della portanza, della resistenza e polare del velivolo; efficienza aerodinamica; ala finita. Equazioni del moto del velivolo come punto materiale. Prestazioni dei velivoli ad ala fissa: diagramma delle potenze, autonomie oraria e autonomia chilometrica; studio dei regimi di salita, quota di tangenza pratica e teorica. Volo librato e odografa del moto. Fattore di carico: virata corretta, richiamata e risposta alla raffica istantanea e graduale. Diagramma manovra, diagramma di raffica, involuppo di volo. Prestazioni al decollo e all'atterraggio. Soluzione di equazioni non lineari: metodi iterativi; metodo di Newton-Raphson. Metodi per la soluzione di sistemi di equazioni differenziali alle derivate ordinarie nel dominio del tempo: forma normale e soluzione mediante: (i) metodo degli autovettori, (ii) cambiamento di riferimento, (iii) integrazione con la funzione esponenziale di matrice. Serie di Fourier, trasformata di Fourier, trasformata di Laplace, funzione di trasferimento, risposta impulsiva, indiciale, armonica. Operatori lineari: autofunzioni e metodo delle autofunzioni per la soluzione di sistemi di equazioni differenziali alle derivate parziali. Metodi di Galerkin e di Rayleigh-Ritz. Calcolo delle variazioni: definizione di funzionale; equazioni di Eulero-Lagrange; condizioni di trasversalità; determinazione della equazione di Riccati per il controllo ottimo.

**Docente:** GENNARETTI MASSIMO

Architettura dei velivoli: parti costituenti e loro ruolo. Elementi di aerodinamica stazionaria dei velivoli ad ala fissa: diagramma della portanza, della resistenza e polare del velivolo; efficienza aerodinamica; ala finita. Equazioni del moto del velivolo come punto materiale. Prestazioni dei velivoli ad ala fissa: diagramma delle potenze, autonomie oraria e autonomia chilometrica; studio dei regimi di salita, quota di tangenza pratica e teorica. Volo librato e odografo del moto. Fattore di carico: virata corretta, richiamata e risposta alla raffica istantanea e graduale. Diagramma manovra, diagramma di raffica, involuppo di volo. Prestazioni al decollo e all'atterraggio. Soluzione di equazioni non lineari: metodi iterativi; metodo di Newton-Raphson. Metodi per la soluzione di sistemi di equazioni differenziali alle derivate ordinarie nel dominio del tempo: forma normale e soluzione mediante: (i) metodo degli autovettori, (ii) cambiamento di riferimento, (iii) integrazione con la funzione esponenziale di matrice. Serie di Fourier, trasformata di Fourier, trasformata di Laplace, funzione di trasferimento, risposta impulsiva, indiciale, armonica. Operatori lineari: autofunzioni e metodo delle autofunzioni per la soluzione di sistemi di equazioni differenziali alle derivate parziali. Metodi di Galerkin e di Rayleigh-Ritz. Calcolo delle variazioni: definizione di funzionale; equazioni di Eulero-Lagrange; condizioni di trasversalità; determinazione della equazione di Riccati per il controllo ottimo.

## PROGETTAZIONE STRUTTURALE DEI VELIVOLI

**in - Secondo anno - Secondo semestre**

SCOPO DEL CORSO È INTRODURRE LO STUDENTE ALLE METODOLOGIE UTILIZZATE PER LA PROGETTAZIONE CONCETTUALE DI VELIVOLI CON REQUISITI TECNICO-NORMATIVI ASSEGNATI, PONENDO L'ENFASI SULL'INTEGRAZIONE, IN UN'OTTICA DI PROGETTO OTTIMALE, DEGLI ASPETTI AERODINAMICI, STRUTTURALI, DI MECCANICA DEL VOLO E PROPULSIVI. ATTRAVERSO ESERCITAZIONI DI LABORATORIO, LO STUDENTE AVRÀ L'OPPORTUNITÀ DI UTILIZZARE LE METODOLOGIE ACQUISITE NELLA PROGETTAZIONE PRELIMINARE DI UN VELIVOLO SPECIFICO.

**Docente:** IEMMA UMBERTO

Unità didattica I Dimensionamento preliminare di velivoli Stima peso max al decollo Profili di missione Dimensionamento preliminare aerodinamico e strutturale Selezione apparato propulsivo Lofting di primo tentativo Unità didattica II Generalità su ottimizzazione multidisciplinare per il progetto concettuale Metodi ottimizzazione locali e globali Ottimizzazione multi-obiettivo Metodi di ottimizzazione multifedeltà Metamodelli e modelli surrogati DOE Unità didattica III Knowledge-Based Engineering Progettazione in presenza di incertezze tecnologiche e operative Quantificazione delle incertezze (metodi Montecarlo) Effetto delle incertezze su funzione obiettivo: Ottimizzazione robusta Effetto delle incertezze sui vincoli: Ottimizzazione affidabile Metamodelli stocastici adattativi (Kriging, RBF, ...) Unità didattica IV Strumenti e metodi di analisi Uso del pacchetto FRIDA (FRamework for Integrrated Design in Aeronautics) Uso di software GA (Genetic Algorithm), PSO (Particle Swarm OPTimization) Integrazione di modelli di simulazione Esercitazione applicative

## AERODINAMICA

**in - Primo anno - Primo semestre**

RAGGIUNGERE UNA BUONA CONOSCENZA DELL'AERODINAMICA DI PROFILI E DI ALI SIA IN CASI INCOMPRESSIBILI CHE COMPRESSIBILI CON URTI ED ONDE DI ESPANSIONE E FORNIRE LE CONOSCENZE FONDAMENTALI RIGUARDANTI LA TURBOLENZA E L'ANALISI DI SEGNALI ALEATORI. IL CORSO È IMPOSTATO IN MODO DA METTERE IN GRADO LO STUDENTE DI AFFRONTARE TUTTE LE PROBLEMATICHE DI PROGETTAZIONE AERODINAMICA CON METODI CLASSICI.

**Docente:** CAMUSSI ROBERTO

L'insegnamento di Aerodinamica rientra nell'ambito delle attività caratterizzanti del SSD ING-IND/06 Fluidodinamica della Laurea Magistrale in Ingegneria Aeronautica. Durante il corso vengono presentate le teorie classiche dell'aerodinamica accanto ad aspetti applicativi legati soprattutto alla modellistica della turbolenza ed alle applicazioni numeriche. Gli argomenti trattati sono i seguenti: Generalità su profili alari. Atmosfera standard. Flussi Potenziali 2D e 3D. Teorema di Green e metodi BEM. Metodo dei Pannelli. Ala infinita: teoria di Glauert. Ala finita: teoria del filetto portante, cenni alla teoria della Superficie portante. Strato limite: soluzioni simili (Falkner-Skan) e metodi integrali. Cenni di teoria dei segnali. Classificazione dei segnali, segnali deterministici e caotici. Serie e trasformate di Fourier. Cenni di teoria della probabilità e statistica, funzioni di correlazione e spettri di potenza. Turbolenza: equazioni generali e principali modelli, turbolenza omogenea e isotropa, cenni alla teoria di Kolmogorov, strato limite turbolento. Elementi di fluidodinamica numerica: metodi di discretizzazione, principali metodi numerici (differenze finite, volumi finiti), simulazione numerica di flussi turbolenti, codici di calcolo industriali.

## OLEODINAMICA E PNEUMATICA

**in - Secondo anno - Primo semestre**

Fornire le conoscenze sugli aspetti funzionali dei componenti oleodinamici e pneumatici nell'ambito del settore dell'Ingegneria Meccanica e Aeronautica. Fare acquisire le competenze progettuali necessarie per la progettazione dei sistemi complessi, oleodinamici e pneumatici, per l'analisi delle loro prestazioni e per l'identificazione delle loro caratteristiche dinamiche.

## PROVA FINALE

**in - Secondo anno - Secondo semestre**

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.

## DINAMICA DEL VOLO

in - Primo anno - Secondo semestre

STUDIO DELLE EQUAZIONI DELLA DINAMICA DEL VELIVOLO E DELLE SUE PRESTAZIONI. DINAMICA E PRESTAZIONI DEL PUNTO MATERIALE E DEL CORPO RIGIDO. SEGMENTI CARATTERISTICI. STABILITA' E CONTROLLO.

**Docente: SERAFINI JACOPO**

AEROPLANO: Equilibratura e stabilità statica del volo Manovrabilità Efficacia dei controlli Equazioni generali del moto Derivative di stabilità Stabilità del volo Risposta ai comandi Controlli automatici di volo ELICOTTERO: Generalità Controlli Modelli di inflow Prestazioni Equazioni della dinamica dei rotori