

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

Anno accademico da cui il Regolamento ha decorrenza: a.a. 2024-2025

Data di approvazione del Regolamento:

Struttura didattica responsabile: Dipartimento di Ingegneria Civile, Informatica e delle Tecnologie Aeronautiche – Collegio didattico di Ingegneria per l’Aeronautica

## Indice

Art. 1.	Obiettivi formativi specifici del corso e descrizione del percorso formativo .....	1
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 .....	9
Art. 7.	Articolazione del percorso formativo.....	12
Art. 8.	Piano di studio .....	13
Art. 9.	Mobilità internazionale .....	14
Art. 10.	Caratteristiche della prova finale .....	15
Art. 11.	Modalità di svolgimento della prova finale.....	15
Art. 12.	Valutazione della qualità delle attività formative .....	17
Art. 13.	Altre fonti normative .....	19
Art. 14.	Validità .....	19

Il presente Regolamento disciplina gli aspetti organizzativi del Corso di Studio. Il Regolamento è pubblicato sul sito *web* del Dipartimento

(<https://ingegneriacivileinformaticatecnologieaeronautiche.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. La domanda di pre-

iscrizione dovrà essere presentata on line riportando tutte le attività formative del proprio piano di studi relativo alla Laurea (curriculum studiorum), pena l'esclusione. Per ogni attività formativa dovranno essere indicati: i relativi CFU, il settore scientifico disciplinare, la votazione conseguita (se l'esame è stato superato). I candidati provenienti da Università diverse dall'Università degli Studi Roma Tre dovranno allegare anche il programma di ciascuno dei corsi.

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 valutazione del possesso delle conoscenze di cui all'Art.3 sarà realizzata dalla Commissione Piani di Studio e Pratiche Studenti del Collegio didattico tramite l'analisi del curriculum presentato e, in caso di titoli di studio in classi di laurea diverse da quelle specifiche dell'Ingegneria Industriale, anche tramite un colloquio mirato ad approfondire la congruenza delle conoscenze acquisite dal candidato durante il suo percorso di studi con quelle richieste dall'Art. 3. In caso di valutazione negativa è possibile il ricorso all'istituto dei "Corsi Singoli". L'iscrizione a corsi singoli di insegnamento è consentita senza alcun limite di crediti in vista dell'iscrizione ad un corso di laurea magistrale (Art.10 "Regolamento carriera").

Le disposizioni per l'accesso di cittadini extracomunitari residenti all'estero e cinesi partecipanti al Programma Marco Polo sono riportate nel bando rettorale di ammissione al corso di studio.

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

### **1. Norme comuni**

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

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

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 e comunque in accordo con l'art. 12, c. 11 del Regolamento didattico di Ateneo.
- 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 dalla Commissione piani di studio e pratiche studenti e dal personale della Segreteria del Collegio.

### 2. Riconoscimento crediti

In questa fase il Coordinatore del Collegio coadiuvato dalla Commissione piani di studio e pratiche studenti 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, 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, sulla base della valutazione effettuata a cura della competente Commissione identificata all'interno del Collegio didattico.

Sono riconoscibili i crediti formativi acquisiti nell'ambito di carriere pregresse in corsi di laurea magistrale di durata biennale, purché compatibili con gli obiettivi formativi del corso. Sono riconoscibili i crediti formativi acquisiti nell'ambito di carriere pregresse in corsi di laurea magistrale a ciclo unico di durata quinquennale, sebbene il relativo titolo di studio sia presentato quale titolo d'accesso, purché compatibili con gli obiettivi formativi del corso e con esclusione dei crediti relativi ad attività formative riferibili al primo triennio di corso. Sono altresì riconoscibili i crediti formativi relativi a una carriera svolta nell'ambito dell'ordinamento ante D.M. n. 509/99, sebbene il relativo titolo di studio sia presentato quale titolo d'accesso, limitatamente alle attività formative ritenute equiparabili a quelle svolte in un corso di laurea magistrale biennale del vigente ordinamento. Non sono riconoscibili i crediti acquisiti per il conseguimento della laurea presentata quale titolo d'accesso al corso di studio.

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

Gli studenti decaduti o rinunciatari possono presentare apposita domanda entro i termini stabiliti dal bando *Trasferimenti da altro ateneo, Passaggi tra corsi di studio di Roma tre, Abbreviazioni di corso per riconoscimento di carriere e attività pregresse* per ottenere il reintegro nella qualità di studente nel corso di studio in accordo con l'offerta didattica vigente al momento della richiesta, con riconoscimento degli

esami sostenuti da parte del Consiglio di Collegio Didattico, che valuterà la non obsolescenza della formazione pregressa e definirà conseguentemente il numero di crediti da riconoscere in relazione agli esami già sostenuti, nonché 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. Contemporanea iscrizione**

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

È possibile presentare istanza di riconoscimento dei crediti acquisiti nell'ambito di una delle due carriere contemporaneamente attive, ai fini del conseguimento del titolo nell'altra carriera. Nel caso di attività formative mutate in entrambi i Corsi di Studio, il riconoscimento è concesso automaticamente, anche in deroga agli eventuali limiti quantitativi annuali previsti nel presente regolamento. Nel caso di riconoscimento parziale delle attività formative sostenute in un Corso di Studio, il Collegio didattico può promuovere l'organizzazione e facilitare la fruizione da parte dello studente di attività formative integrative al fine del pieno riconoscimento dell'attività formativa svolta. Il mancato riconoscimento di crediti deve essere adeguatamente motivato dal Collegio didattico.

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;



- $\geq 24$  CFU = 2° anno.

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

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

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

Il numero massimo di CFU riconoscibili è 3.

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

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

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

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

Per il conseguimento del titolo di studio sono previsti esami di profitto per 99 CFU, 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 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 Civile, Informatica e delle Tecnologie Aeronautiche 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 o 9 ore a CFU.

#### 4. Calendario delle attività didattiche

Il calendario delle attività didattiche, stabilito in accordo al Regolamento didattico di Ateneo, 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 alla seconda metà 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.

È possibile consultare/scaricare il calendario didattico dal sito web del Dipartimento al seguente indirizzo: <https://ingegneriacivileinformaticatecnologieaeronautiche.uniroma3.it/didattica/lezioni-aule-e-orari/>

#### 5. Tutorato

Il Dipartimento di Ingegneria Civile, Informatica e delle Tecnologie Aeronautiche organizza attività di tutorato volte ad assistere gli studenti nell'apprendimento. Queste attività sono svolte, oltre che da professori, ricercatori e cultori della materia, anche da studenti di dottorato, individuati per mezzo di apposite procedure. Le attività di tutorato sono prevalentemente dedicate a Corsi di Laurea, ma il Collegio didattico può organizzarle anche per Corsi di Laurea magistrale qualora ne ravvisi l'utilità.

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

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

In accordo al Regolamento didattico di Ateneo, la definizione del numero di appelli e la relativa suddivisione nelle sessioni è organizzata come segue:

Per gli insegnamenti erogati nel primo semestre dell'a.a. di riferimento:

- almeno tre appelli (almeno due nel caso di corsi che prevedono il ricorso a prove di valutazione intermedia) nella sessione di gennaio/febbraio;
- almeno due appelli nella sessione di giugno/luglio;
- almeno un appello nella sessione di settembre.

Per gli insegnamenti erogati nel secondo semestre dell'a.a. di riferimento:

- almeno tre appelli (almeno due nel caso di corsi che prevedono il ricorso a prove di valutazione intermedia) nella sessione di giugno/luglio;
- almeno un appello nella sessione di settembre.
- almeno due appelli nella sessione di gennaio/febbraio;

Per gli eventuali insegnamenti annuali, vale la scansione degli appelli prevista per gli insegnamenti di secondo semestre.

Le modalità di composizione delle commissioni degli esami di profitto e di svolgimento delle prove sono quelle previste dall'Art. 14 del Regolamento didattico di Ateneo.

### **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.

Il conferimento della qualifica di cultore della materia è deliberato dal Consiglio di Collegio didattico, su proposta del docente ufficialmente responsabile dell'insegnamento, formulata come da schema nell'allegato C all'art. 14, c. 3, lett e) del Regolamento didattico di Ateneo.

### **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 Civile, Informatica e delle Tecnologie Aeronautiche. 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. 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.

## 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 in armonia con quanto stabilito dal Dipartimento.

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

Per gli studenti e le studentesse con disabilità e con DSA sono erogati numerosi servizi per consentire e agevolare la partecipazione alla vita universitaria, in riferimento alle specifiche esigenze di ognuno.

Per ciascuna attività formativa e per lo svolgimento degli esami di profitto da parte degli studenti con disabilità certificata e/o con disturbi specifici dell'apprendimento certificati, in adeguamento alla specifica situazione di disagio, come previsto dalle leggi n. 17/1999 e n. 170/2010 e successive modificazioni, sono adottate le necessarie misure dispensative e/o gli strumenti compensativi (Art. 14 "Esami di profitto" del Regolamento didattico di Ateneo).

Per quanto definito, si fa riferimento 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/>.

## 12. Tutela per specifiche categorie di studenti e studentesse

Le modalità organizzative per studentesse/studenti con disabilità, atleti, genitori, studenti sottoposti a misure restrittive della libertà personale, caregiver, lavoratori, part-time e altre specifiche categorie, sono disciplinate dal Regolamento carriera (Art.38 "Principi generali" e Art. 39, "Tutela della partecipazione alla vita universitaria").

### 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 dettaglio del percorso formativo e le opzioni a disposizione degli studenti per la predisposizione dei Piani di Studio individuali sono riportate nell'Allegato 1. 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 "*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 stabilita dal Regolamento carriera (art. 23, c. 4).

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

All'inizio del primo anno di corso lo studente è tenuto a presentare il proprio Piano di Studio individuale secondo le modalità pubblicizzate nel sito del Collegio didattico [Piano di Studi - Dipartimento di Ingegneria Civile, Informatica e delle Tecnologie Aeronautiche \(uniroma3.it\)](http://uniroma3.it).

La mancata presentazione e approvazione del piano di studio comporta l'impossibilità di prenotarsi agli esami, ad esclusione delle attività didattiche obbligatorie.

I Piani di Studio individuali, ivi compresi quelli presentabili in accordo all'art. 9 comma 5 del Regolamento Didattico di Ateneo, 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, riportati sul sito del Collegio didattico. Non è consentito richiedere la variazione di un piano approvato nello stesso anno e periodo.

Gli studenti fuori corso possono presentare, sempre nei due periodi riportati sul sito del Collegio didattico, 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 scegliere, come indicato nell'Allegato 1 al presente Regolamento, fino a 18 CFU previsti dall'Offerta Formativa tra gli insegnamenti indicati nel Vademecum alla compilazione del Piano di Studi disponibile sul sito del Collegio didattico. Questo numero può variare nel caso di studenti già in possesso di una laurea della classe L9 nell'ambito dell'Ingegneria Aeronautica o Aerospaziale o che comunque abbiano un curriculum di studi che prevede la conoscenza pregressa di alcune delle tematiche trattate negli esami obbligatori dell'Offerta Formativa. 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 Civile, Informatica e delle Tecnologie Aeronautiche 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 chiedi 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. Lo studente può redigere la tesi in lingua inglese.

##### 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 previsti 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.

### 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.



I CFU relativi all'attività di tirocinio, ad attività che prevedono un giudizio di idoneità, e alle conoscenze linguistiche non contribuiscono alla definizione della media pesata.

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 Civile, Informatica e delle Tecnologie Aeronautiche.

La verifica dell'efficacia e dell'efficienza delle attività formative definite dall'ordinamento didattico del Corso di studi è svolta, anche usufruendo dei dati forniti dall'Ateneo, almeno sulla base delle seguenti azioni:

- valutazione diretta da parte degli studenti (tramite questionari annuali di valutazione dell'opinione degli studenti - OPIS) dell'organizzazione e metodologia didattica di ogni singolo insegnamento;
- monitoraggio dei flussi studenteschi (numero di immatricolazioni, di abbandoni, di trasferimenti in ingresso e in uscita);
- monitoraggio dell'andamento del processo formativo (livello di superamento degli esami previsti nei diversi anni di corso, voto medio conseguito, ritardi, registrati rispetto ai tempi preventivati dal percorso formativo);
- valutazione quantitativa e qualitativa dei risultati della formazione (numero dei laureati, durata complessiva degli studi, votazione finale conseguita);
- valutazione dell'efficienza delle strutture e dei servizi di supporto all'attività formativa;
- valutazione dell'opinione dei docenti;
- pubblicizzazione dei risultati delle azioni di valutazione.

Tale monitoraggio si concretizza nella stesura, secondo le tempistiche indicate annualmente dall'Ateneo, del "Commento sintetico" alla scheda di Monitoraggio Annuale (SMA) del Corso di Studi. L'analisi della SMA e la compilazione del commento sintetico agli indicatori in essa contenuti viene effettuata dal Gruppo di riesame del Corso di Studio, che include un gruppo ristretto dei docenti del CdS ed una rappresentanza studentesca. L'esito della analisi viene discusso nel Consiglio del Collegio didattico, approvato, e trasmesso per la discussione collegiale e l'approvazione definitiva al Consiglio di Dipartimento.

I risultati dei questionari di valutazione della attività didattiche, una volta elaborati e comunicati dall'Ufficio Statistico di Ateneo, vengono presentati in forma aggregata anonima e discussi maniera estesa in seno al Consiglio del Collegio didattico ed in forma sintetica in seno al Consiglio di Dipartimento. Gli esiti dei questionari sono anche resi disponibili dall'Ateneo ai diretti docenti interessati limitatamente ai soli insegnamenti di propria 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. 2024/2025 e rimangono in vigore per l'intero ciclo formativo (e per la relativa coorte studentesca) avviato da partire dal suddetto a.a. Si applicano inoltre ai successivi anni accademici e relativi percorsi formativi (e coorti) fino all'entrata in vigore di successive modifiche regolamentari.

Gli allegati 1 e 2 richiamati nel presente Regolamento possono essere modificati da parte della struttura didattica competente, nell'ambito del processo annuale di programmazione didattica. Le modifiche agli allegati 1 e 2 non sono considerate modifiche regolamentari. I contenuti dei suddetti allegati sono in larga parte 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 2024-2025**

Elenco delle attività formative erogate per il presente anno accademico.

### **Didattica erogata 2024-2025**

# Allegato 1

## Percorso formativo 2024/2025

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

INSEGNAMENTO	CFU	SSD	Semestre	Tipo
Primo anno				
<b>Aerodinamica</b>	9	ING-IND/06	1	B
<b>Fondamenti di aeronautica (*)</b>	9	ING-IND/04	1	B
<b>Termofluidodinamica dei sistemi propulsivi</b>	9	ING-IND/06	2	B
<b>Dinamica del volo</b>	9	ING-IND/03	2	B
<b>Costruzioni aeronautiche</b>	9	ING-IND/04	2	B
<i>Opzionali</i>				
<b>Energetica dei sistemi propulsivi elettrici</b>	9	ING-IND/32	2	C
Secondo anno				
<b>Analisi di strutture aeronautiche</b>	9	ING-IND/04	1	B
<b>Laboratorio di aerodinamica e aeroacustica</b>	9	ING-IND/06	1	B
<b>Aeroelasticità</b>	9	ING-IND/04	2	B
<b>Progettazione strutturale dei velivoli</b>	9	ING-IND/04	2	B
<i>Opzionali</i>				
<b>Controlli automatici</b>	9	ING-INF/04	1	C
<b>Interazione fra le macchine e l'ambiente</b>	9	ING-IND/08	1	C
<b>Macchine e azionamenti elettrici</b>	9	ING-IND/32	1	C
<b>Oleodinamica e pneumatica</b>	9	ING-IND/08	1	C
<b>Turbomacchine</b>	9	ING-IND/08	1	C
<b>Tecnologie dei materiali per l'aeronautica</b>	9	ING-IND/22	2	C
<b>Motori a combustione interna per lo sviluppo sostenibile</b>	9	ING-IND/08	1	C
<b>Progettazione di sistemi aerospaziali</b>	9	ING-IND/04	1	C
<b>A Scelta</b>	8	-	-	D
<b>Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro</b>	1	-	-	F
<b>Prova Finale</b>	12	-	-	E

**Totale**

**120**

(\*) 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) Gli studenti devono scegliere esami opzionali per 18 CFU. Il numero di CFU può variare nel caso di piani di studio individuali.

4) 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: [Laboratori per la Laurea Magistrale - Dipartimento di Ingegneria Civile, Informatica e delle Tecnologie Aeronautiche \(uniroma3.it\)](http://laboratori.uniroma3.it).

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.

5) 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.

6) 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.

7) 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.

## DIDATTICA PROGRAMMATA 2024/2025

### Ingegneria aeronautica (LM-20)

**Dipartimento:** INGEGNERIA CIVILE, INFORMATICA E DELLE TECNOLOGIE AERONAUTICHE

**Codice CdS:** 108651

**Codice SUA:**

**Area disciplinare:** ScientificoTecnologica

**Curricula previsti:**

- Curriculum unico

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

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

#### Obiettivi formativi specifici del Corso

Il corso di laurea magistrale è finalizzato alla formazione di laureati di elevata qualificazione nell'ambito dell'ingegneria 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.

## 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

Il Corso di studio vede un numero di immatricolati sempre superiore alle 20 unità, con punte di 43 avvisi di carriera nel 2019. La media di area geografica si attesta intorno a 60. La percentuale di abbandoni del CdS dopo N+1 anni appare in linea con i dati d'area e nazionali nel triennio 2015-2017, con un valore che si attesta intorno al 5%, e presenta un valore in crescita e superiore ad essi con una punta del 26% nel 2019, che si annulla nel 2020, risale al 10% nel 2021. Il numero di studenti laureati in corso è affetto negli anni da fluttuazioni molto significative. Il dato risulta in crescita nel biennio 2017-2018, con valori che nel 2018 sono superiori a quelli di altri CdS della stessa classe in atenei non telematici nell'area geografica e tendenti ai valori nazionali. Nel 2019 si evidenzia che nessuno studente si è laureato entro la durata normale del corso, che nel biennio 2020-2022 si è verificata una crescita rispetto al 2019 che ha portato i dati in linea con quelli d'area geografica e tendenti a quelli nazionali.

## Efficacia Esterna

Al termine del percorso formativo della Laurea magistrale LM-20 solo il 52,6 % degli intervistati intende proseguire gli studi dopo il conseguimento del titolo (dato in crescita rispetto agli scorsi anni), in particolare, ben il 38,6% intende intraprendere un percorso di dottorato mentre i restanti con un Master universitario (5,3%), una seconda Laurea Magistrale biennale (5,3%) e attività sostenute da assegno o borsa di studio (5,2%). Andando a vedere la situazione ad un anno dalla laurea, tra gli intervistati del 2022, secondo Almalaurea, il 78 % lavora, dato che diventa il 100% a tre anni per poi riscendere all'89% a cinque anni. Tutti i laureati esprimono un giudizio estremamente positivo sull'efficacia della laurea e la soddisfazione per il lavoro svolto (dati in linea con la media nazionale). Anche la retribuzione media è in linea con quella nazionale. Il tempo medio tra la laurea ed il reperimento del lavoro è stato di circa 4,4 mesi, in netto miglioramento rispetto al dato dello scorso anno ma leggermente superiore alla media nazionale pari a 2,7 mesi.

## Orientamento in ingresso

Le azioni di orientamento in ingresso sono improntate alla realizzazione di processi di raccordo con la scuola secondaria di secondo grado. Si concretizzano sia in attività informative e di approfondimento dei caratteri formativi dei Corsi di Studio (CdS) dell'Ateneo, sia in un impegno condiviso da scuola e università per favorire lo sviluppo di una maggiore consapevolezza da parte degli studenti e delle studentesse nel compiere scelte coerenti con le proprie conoscenze, competenze, attitudini e interessi. Le attività promosse si articolano in: a) incontri e iniziative rivolte alle future matricole; b) incontri per la presentazione delle Lauree Magistrali rivolte a studenti delle triennali; c) sviluppo di servizi online (pagine social, sito), realizzazione e pubblicazione di materiali informativi sull'offerta formativa dei CdS (guide di dipartimento, guida breve di Ateneo, newsletter dell'orientamento). L'attività di orientamento prevede una serie di attività, distribuite nel corso dell'anno accademico, alle quali partecipano tutti i Dipartimenti e i CdS: • Orientamento Next Generation Roma Tre, il progetto comune di tutti gli Atenei della Regione Lazio, a cui partecipa attivamente anche Roma Tre, è stato avviato nell'a.a. 2022- 2023 e si concluderà nel 2026. Finanziato dai fondi del PNRR, è pensato per sostenere le studentesse e gli studenti della nostra Regione nella scelta consapevole del proprio percorso di formazione successivo al ciclo scolastico, nonché a definire la propria traiettoria personale e professionale. Nel primo anno di attivazione Roma Tre ha raggiunto: - 2.597 studenti inseriti in piattaforma del terzo o quarto anno di corso del target iniziale; - presenze effettive: 2.330 studenti, che hanno raggiunto il 70% delle presenze; - N. 125 corsi erogati; - N. accordi con le scuole: 14 convenzioni firmate - N° Formatori interni: più di 100 • Giornate di Vita Universitaria (GVU), si svolgono ogni anno nell'arco di circa 3 mesi e sono rivolte a studentesse e 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, studentesse e 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 4.000 studenti; nel 2023 hanno partecipato 3.255 studenti in presenza. Inoltre le GVU 2023 hanno totalizzato su YouTube 4.266 visualizzazioni. • Incontri nelle scuole: nel 2023 l'Ufficio orientamento ha ricevuto 36 inviti. Le richieste sono state lavorate nel seguente modo: - se la scuola ha richiesto la presentazione dell'offerta formativa dell'intero Ateneo sono stati organizzati gli incontri di "Orientamento tra pari": l'idea nasce dalla consolidata esperienza legata all'importanza di realizzare un orientamento, basato sul peer tutoring. Nel 2023 sono stati realizzati 5 incontri on line alla presenza del personale dell'Ufficio con i borsisti (sia dei dipartimenti che dell'ufficio) presso: a) il Liceo Peano di Roma (52 studenti); b) Liceo artistico Caravaggio di Roma (200 studenti); c) Liceo Metelli di Terni (20 studenti); d) IT Fermi di Sulmona (200 studenti); e) Informagiovani Roma Capitale (60 studenti) Per un totale di 530 studenti. Presso l'Assistant College Counseling St Stephen's School di Roma l'Ufficio è stato presente solo con un banchetto per la distribuzione di guide in inglese e in italiano a circa 60 studenti. Si evidenzia che partecipano varie scuole di altre Regioni, grazie alla possibilità dell'online. - se la scuola richiede un incontro specifico con uno o più dipartimenti, concordemente con quanto stabilito in Gloa (Gruppo di Lavoro per l'Orientamento di Ateneo) ogni invito viene inoltrato ai referenti Gloa presso i dipartimenti e le scuole, affinché realizzino i loro incontri; • Attività di orientamento sviluppate dai singoli Dipartimenti, mediante incontri in presenza e online; • Orientarsi a Roma Tre nel 2023 si è svolta in presenza presso il Nuovo Palazzo degli Uffici di Via Ostiense 133. Nelle aule del dipartimento di Giurisprudenza sono state organizzate le presentazioni dell'offerta formativa dei Dipartimenti che sono state seguite anche in diretta streaming e che poi sono state caricate su YouTube. I servizi sono stati presentati nelle torri, dove sono state distribuite le guide e dove le segreterie didattiche hanno anche organizzato delle postazioni con attività laboratoriali. La sera è stato offerto un concerto di musica dal vivo ai partecipanti. Hanno partecipato all'evento circa 4.000 studenti. • Salone dello Studente a ottobre - novembre di ogni anno l'Ufficio orientamento partecipa all'evento organizzato da Campus presso la Nuova Fiera di Roma. Il 17-19 ottobre 2023 è stato affittato uno stand lineare lungo 8 mt e organizzato con dei monitor dove giravano i PPT elaborati dall'Ufficio. Sono stati distribuiti 8000 zaini e 8000 guide di Ateneo e bigliettini QR code. Sono stati incontrati nelle aule

più di 1.500 studenti in presenza e on line. • Open Day Magistrali tra aprile e maggio 2023 è stata organizzata la prima edizione del progetto che ha visto lo sviluppo di 13 eventi dipartimentali utili a presentare l'Offerta magistrale e il post lauream. Hanno partecipato 857 studenti, soprattutto di Roma Tre. I servizi di orientamento online messi a disposizione dei futuri studenti universitari sono nel tempo aumentati, tenendo conto dello sviluppo delle nuove opportunità di comunicazione tramite web e tramite social. 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. Infine, l'Ateneo valuta, di volta in volta, l'opportunità di partecipare ad ulteriori occasioni di orientamento in presenza ovvero online (Euroma2 e altre iniziative). Per quanto riguarda le iniziative di orientamento in presenza, Il Collegio Didattico ha sempre partecipato attivamente ad importanti iniziative di Ateneo, quali l'Autorientamento, le Giornate di Vita Universitaria (GVU) e coadiuvando le attività del Gruppo di Lavoro per l'Orientamento di Ateneo (GLOA) presso numerosi Istituti Superiori della Capitale. Inoltre, Il Collegio Didattico organizza e partecipa ad eventi di orientamento per gli studenti che frequentano i corsi di laurea attivamente all'organizzazione della Giornata di presentazione delle Lauree Magistrali di Dipartimento (la cui prima edizione ha avuto luogo il 28/04/2023) ed ha istituito la figura di due docenti referenti, deputati al monitoraggio delle carriere e a delle attività di tutorato in ingresso. Uno dei due referenti è scelto tra i docenti del gruppo AQ (incluso il referente) e l'altro tra i docenti dell'osservatorio della didattica. Nel corso dell'anno accademico una Commissione ad hoc del Corso di Studio si occupa di fornire supporto agli studenti laureati triennali provenienti da altro ateneo, valutandone i curricula pregressi, proponendo indicazioni su scelte di piano di studi individuale e consigliando eventuali corsi singoli da sostenere prima della ammissione per colmare specifiche lacune formative. Il Collegio Didattico pubblicizza le attività specifiche dei propri Corsi di Studio, attraverso il sito web (<https://ingegneriacivileinformaticatecnologieaeronautiche.uniroma3.it/didattica/ingegneria-aeronautica/>), realizza inoltre del materiale informativo chiaro e esaustivo sotto forma di video, canali sui principali social e volantini.

## 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 le prove 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. L'Ateneo inoltre ha messo a disposizione le borse di tutorato in itinere che permettono a studenti senior di svolgere mansioni di peer tutoring, molto efficace per il sostegno della dispersione al primo anno.

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

I piani di studio possono prevedere specifiche attività di tirocinio o altre attività formative secondo quanto previsto all'art. 10 comma 5, lettere d) ed e) del DM 270/2004 per un massimo di 3 CFU, estendibile a 6 CFU nell'ambito delle attività a scelta dello studente. Tali attività possono riferirsi ad attività organizzate dal corso di studio, ovvero ad attività certificate svolte autonomamente dallo studente e convalidate e quantificate in termini di CFU dal Consiglio di Corso di Studi. Tali attività sono fortemente raccomandate e promosse all'interno del CdS, vista anche la dichiarata disponibilità di aziende del settore nell'area romana a tale tipo di collaborazione. 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 (entro i 12 mesi dal titolo), finalizzati ad agevolare le scelte professionali e l'occupabilità. Per favorire una migliore gestione delle attività di tirocinio e stage, l'Ufficio si avvale di una piattaforma informatica – Gomp tirocini- creata in collaborazione con Porta Futuro Lazio. In tale piattaforma gli studenti e neolaureati possono accedere direttamente dal loro profilo GOMP del Portale dello Studente, con le credenziali d'Ateneo, e utilizzare il menù dedicato ai TIROCINI. Le aziende partner hanno l'opportunità di pubblicare inserzioni o ricercare contatti tra i cv presenti nel sistema, richiedendo ovviamente una preventiva autorizzazione al contatto, per avere la disponibilità dei dati sensibili. Attraverso la piattaforma stessa si possono gestire le pratiche di attivazione dei tirocini curriculari ed extracurriculari regolamentati dalla regione Lazio sottoscrivendo le relative convenzioni e perfezionando i relativi Progetti Formativi. Le altre tipologie di tirocinio vengono gestite al di fuori della piattaforma (estero, post titolo altre Regioni...). Nel 2023 sono state attivate 733 nuove convenzioni per tirocini curriculari in Italia e 1662 tirocini curriculari, 118 convenzioni per tirocini extracurriculari e 38 tirocini extracurriculari, 40 convenzioni per l'estero e 87 tirocini all'estero. In un'apposita sezione della pagina Career Service del sito d'Ateneo vengono promossi gli avvisi pubblici per tirocini extracurriculari di enti pubblici quali ad esempio la Banca d'Italia, la Corte Costituzionale, la Consob e nella pagina tirocini curriculari del sito d'Ateneo le inserzioni per tirocini curriculari relative a bandi particolari o inserzioni di enti ospitanti stranieri non pubblicizzabili attraverso la piattaforma Gomp. Tali pubblicazioni vengono accompagnate da un servizio di newsletter mirato al bacino d'utenza coinvolto nelle inserzioni stesse. L'ufficio Stage e Tirocini svolge in particolare le seguenti attività: supporta l'utenza (enti ospitanti e tirocinanti) relativamente alle procedure di attivazione (che avvengono prevalentemente attraverso la piattaforma Gomp) e alla normativa di riferimento, oltre che telefonicamente e tramite e-mail, con orari di apertura al pubblico; cura i procedimenti amministrativi (contatti con enti ospitanti, acquisizione firme rappresentative legali, repertorio, trasmissione agli enti previsti da normativa) di tutte le convenzioni per tirocinio e tutti gli adempimenti amministrativi relativi ai Progetti Formativi di tirocini curriculari ed extracurriculari (ad eccezione dei tirocini curriculari del dipartimento di Scienze della Formazione e del dipartimento di Scienze Politiche); cura l'archivio generale dei dati relativi ai tirocini attivati e ne fornisce report su richiesta (Ufficio statistico, Nucleo di Valutazione...) cura l'iter dei tirocini attivati attraverso la Fondazione Crui (Maeci, Scuole italiane all'estero - Maeci, MUR, Camera dei Deputati) e finanziati dal Miur e di convenzioni firmate rappresentative con Enti pubblici (Quirinale); gestisce bandi per tirocini post titolo in collaborazione con Enti Pubblici (Banca d'Italia, Corte Costituzionale, Consob) curandone la pubblicizzazione, la raccolta delle candidature e la preselezione in base a dei requisiti oggettivi stabiliti dagli enti stessi; Gestisce le procedure di attivazione di tirocini che vengono ospitati dall'Ateneo, siano essi curriculari che formativi e di orientamento, post titolo, di inserimento /reinserimento (Torno Subito) o Erasmus +; partecipa a progetti finanziati da Enti pubblici quali Provincia, Regione e Ministero del lavoro a sostegno dell'inserimento nel mondo del lavoro.

## Assistenza e accordi per la mobilità internazionale degli studenti

L'Ateneo incentiva periodi di formazione all'estero dei propri studenti nell'ambito di appositi accordi stipulati con università estere, sia nell'ambito dei programmi europei promossi dalla Commissione Europea, sia in quello dei programmi di mobilità d'Ateneo. Gli studenti in mobilità internazionale ricevono un sostegno economico sia sotto forma di contributi integrativi alle borse comunitarie, sia col finanziamento di borse totalmente a carico del bilancio d'Ateneo per altre iniziative di studio e di ricerca per tesi. Per ogni iniziativa vengono pubblicati appositi Bandi, Avvisi, FAQ, Guide. Vengono garantiti un servizio di ricevimento su appuntamento; assistenza nelle procedure di mobilità presso le istituzioni estere, in collaborazione con le strutture didattiche che si occupano dell'approvazione del progetto di formazione; assistenza per le procedure di richiesta del visto di ingresso per mobilità verso Paesi extra-europei; contatto costante con gli studenti che si trovano all'estero e intervento tempestivo in caso di necessità. Tutte le attività di assistenza sono gestite dall'Ufficio Mobilità Internazionale dell'Area Servizi per gli Studenti, che opera in stretta collaborazione con le strutture didattiche, assicurando monitoraggio, coordinamento delle iniziative e supporto ai docenti, anche nelle procedure di selezione dei partecipanti alla mobilità. Nel quadro degli obiettivi di semplificazione, le procedure di candidatura ai bandi sono state tutte informatizzate tramite servizi on line descritti nelle sezioni dedicate del Portale dello Studente (<http://portalestudente.uniroma3.it/>). Attraverso un'area riservata, gli studenti possono visualizzare i dati relativi alla borsa di studio assegnata e svolgere alcune



azioni online quali l'accettazione o rinuncia alla borsa, la compilazione del progetto di studio (Learning Agreement) e la firma del contratto finanziario. Per gli aspetti di carattere didattico, gli studenti sono assistiti dai docenti, coordinatori dei programmi o referenti degli accordi, che li indirizzano alla scelta dei corsi da seguire all'estero e li assistono nella predisposizione del Learning Agreement. Il Centro Linguistico di Ateneo offre agli studenti la possibilità di approfondire la conoscenza della lingua straniera prima della partenza attraverso lezioni frontali e corsi in autoapprendimento. Gli studenti sono informati anche sulle opportunità di formazione internazionale offerte da altri Enti o Istituzioni accademiche. Oltre a pubblicare le informazioni sul proprio sito, vengono ospitati eventi dedicati in cui i promotori delle iniziative stesse e le strutture di Ateneo informano e dialogano con gli studenti. Tutte le iniziative di formazione all'estero vengono pubblicizzate nella sezione "Mobilità Internazionale" del Portale dello Studente (<http://portalestudente.uniroma3.it/>), sui siti dei Dipartimenti e sul sito d'Ateneo (<http://www.uniroma3.it>), nonché diffuse attraverso i profili Facebook e Twitter degli uffici dell'Area Servizi per gli Studenti e dell'Area Studenti, dell'Ateneo e dei Dipartimenti.

## Accompagnamento al lavoro

L'Ufficio Job Placement favorisce l'incontro tra la domanda e l'offerta di lavoro attraverso numerosi servizi descritti nella sezione del sito di Ateneo dedicata al Career Service - Università Roma Tre ([uniroma3.it](http://uniroma3.it)) Il Career Service si rivolge agli studenti, ai laureati, alle imprese, alle istituzioni come punto di informazione e di accesso ai numerosi servizi offerti da Roma Tre nell'ambito dell'orientamento professionale, dei tirocini extracurricolari, del placement e intermediazione tra domanda e offerta di lavoro, del sostegno alle start up e all'autoimprenditorialità, del potenziamento dell'occupabilità degli studenti. Attraverso il Career Service viene presentato, suddiviso per macro aree tematiche, il complesso delle attività che fanno capo a diversi uffici dell'Ateneo, nonché è possibile consultare tutte le iniziative dipartimentali in materia di placement e le iniziative che Roma Tre sviluppa in accordo con soggetti esterni pubblici e privati al fine di arricchire continuamente l'offerta di opportunità e servizi proposta a studenti e laureati. Nel corso del 2023 le attività di accreditamento delle aziende per la stipula delle convenzioni per i tirocini sono state svolte interamente sulla piattaforma GOMP. Le aziende accreditate durante l'anno sono state 771. Nella pagina del Career Service dedicata alle opportunità di lavoro sono state pubblicizzate 285 offerte di lavoro (tutte riguardanti contratti di lavoro subordinato) e nel corso dell'anno sono state inviate 118 newsletter mirate, indirizzate a studenti e laureati. Sempre nella direzione di favorire l'incontro tra domanda ed offerta Roma Tre conferma l'adesione al Consorzio AlmaLaurea ([www.almalaurea.it](http://www.almalaurea.it)). Nel corso dell'anno sono stati realizzati dall'ufficio Job Placement 9 incontri con le aziende. In particolare si segnalano le seguenti iniziative: Bausch&Lomb incontra gli studenti di Ottica e Optometria Career Day "PROIETTA IL TUO FUTURO NEL MONDO GLOBALE" presso il Dip. Di Scienze Politiche (in collaborazione con Porta Futuro Lazio) Fielmann incontra gli studenti di Ottica e Optometria University Day and Job Fair presso il Dipartimento di Giurisprudenza (in collaborazione International Bar Association) Open Day Corte d'Appello di Roma Law In Action – Hogan Lovells Studio Legale Internazionale incontra gli studenti di Giurisprudenza Law In Action – Chiomenti Studio Legale Internazionale incontra gli studenti di Giurisprudenza Law In Action – Portolano Cavallo Studio Legale Internazionale incontra gli studenti di Giurisprudenza Law In Action – AIGA (Associazione Italiana Giovani Avvocati) Studio Legale Internazionale incontra gli studenti di Giurisprudenza "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. • Si evidenzia che nel corso dell'anno 452 studenti si sono avvalsi del servizio di CV- Check, consulenza individuale erogata dagli operatori di Porta Futuro Lazio e finalizzata a revisionare il curriculum, verificando che esso contenga gli elementi di contenuto e normativi necessari per renderlo efficace ed in linea con il profilo professionale. • Nel corso del 2023 Porta Futuro Lazio ha realizzato 201 seminari formativi per i quali si riportano di seguito alcuni degli argomenti trattati: Instagram marketing, Web Writing, Cyber Security, LinkedIn, Performance e OKR, Europrogettazione, Project Management, Il colloquio di selezione, Cv e Video Cv, Problem Solving, Intelligenza Emotiva, il ruolo dell'HR, Corso base ed avanzato di Excel, Web Design, Al base ed avanzato. • Su questa pagina è possibile consultare i servizi erogati da Porta Futuro Lazio Roma Tre - Università Roma Tre ([uniroma3.it](http://uniroma3.it)) Grazie all'accordo integrativo "Porta Futuro Lazio" sottoscritto in data 14/09/2023 l'Ufficio Job Placement ha implementato i propri servizi specialistici proponendo incontri finalizzati a sviluppare competenze trasversali e soft skills e ad acquisire validi strumenti di supporto all'inserimento lavorativo. Come previsto dall'accordo sono stati messi a disposizione di studenti e laureati il servizio di Colloquio di Orientamento Professionale di secondo livello ed il servizio di Bilancio di Competenze, entrambi i servizi specialistici sono stati erogati da personale altamente qualificato. Grazie alla collaborazione sinergica tra l'Ufficio Job Placement di Ateneo e lo sportello Porta Futuro Lazio di Roma Tre sono stati realizzati 33 laboratori, ognuno dei quali è stato articolato da un minimo di 4 ore ad un massimo di 30 ore realizzate su più giornate per un totale di 159 ore di attività. Alcuni laboratori sono stati ripetuti in molteplici edizioni dando così l'opportunità ad un vasto numero di utenti di prenderne parte. La promozione delle iniziative è stata svolta attraverso la pubblicazione nell'apposita sezione del Career service dedicata alla Formazione professionale e potenziamento dell'occupabilità - Università Roma Tre ([uniroma3.it](http://uniroma3.it)) e attraverso l'inoltro di numerose newsletter indirizzate a studenti e laureati. Nello specifico sono stati realizzati i seguenti laboratori in presenza: • Fondamentali di Microsoft Excel (8 edizioni, 40 ore) • Microsoft Excel – approfondimento funzioni e formule (4 edizioni, 20 ore) • Articolazione del Curriculum Vitae e lettera di presentazione in lingua inglese (1 edizione, 9 ore) Laboratori On line, su Microsoft Teams: • Supporto redazione cv e colloquio di selezione in lingua spagnola (1 edizione, 12 ore) • Simulazione del colloquio di selezione in lingua inglese (2 edizioni, tot. 18 ore) • Apprendere a distanza con i Mooc (5 edizioni, tot 25 ore) • Sviluppare competenze strategiche per lo studio e il lavoro" (1 edizione, 19 ore) • Forme di ingresso nel mercato del lavoro: relazioni di lavoro, contratti, trattamenti (1 edizione, 16 ore) • Professionisti di elevata qualificazione si sono resi disponibili ad offrire a studenti e laureati la possibilità di intraprendere percorsi di orientamento professionale di II livello articolati in 3 incontri di un'ora ciascuno per un totale di 145 ore di attività, erogate direttamente dalla sede di PFL Roma Tre. • È stato possibile infine beneficiare del servizio di Bilancio di competenze nell'ambito del quale sono stati perseguiti i seguenti obiettivi: rafforzamento dell'empowerment individuale nella ricerca del lavoro o ulteriori opportunità formative; consolidamento di una progettualità matura nella ricerca del lavoro o ulteriori opportunità formative; miglioramento della conoscenza del mercato del lavoro nel cui orizzonte collocare la progettualità di ciascun partecipante all'attività di Bilancio di competenze. • Le ore complessive dedicate al Bilancio di competenze sono state 184 erogate direttamente dalla sede di PFL Roma Tre."

## Eventuali altre iniziative

Nel corso dell'anno accademico sono organizzati, prevalentemente in modalità telematica, eventi di interesse generale per gli studenti e per i professionisti che coinvolgono esperti provenienti da tutto il mondo. L'Ateneo offre inoltre numerosi servizi per gli studenti (<http://www.uniroma3.it/>), grazie ai seguenti uffici e strutture: • -Ufficio Attività per gli Studenti • -Servizio alloggi ([http://www.uniroma3.it/page.php?page=Servizio\\_64](http://www.uniroma3.it/page.php?page=Servizio_64)) • -Ufficio del mobility manager (<http://host.uniroma3.it/uffici/mobilitymanager/>) • -Centro Linguistico di Ateneo (<http://www.cla.uniroma3.it/>) • -Ufficio studenti con disabilità e dsa (<http://www.uniroma3.it/ateneo/uffici/ufficio-studenti-disabilita-dsa/>) • -Sport a Roma Tre (<http://r3sport.uniroma3.it/>) • -Roma Tre Orchestra (<http://www.r3o.org/it/home/homepage/home-settembre-2015>) • -Coro polifonico Roma Tre • -Teatro Palladium (<http://teatropalladium.uniroma3.it/>)

## Opinioni studenti

Le informazioni relative all'esperienza dello studente sono state desunte dai dati forniti dall'Ufficio Statistico di Ateneo relativi al rilevamento dell'opinione degli studenti per gli insegnamenti tenuti nell'a.a. 2021/22. Inoltre, sono stati resi disponibili anche i dati relativi ai singoli insegnamenti. Ciascun docente può anche consultare i risultati relativi ai propri insegnamenti per opportuna verifica. I risultati sono ottenuti in forma sintetica ed aggregata, mostrando rispettivamente la percentuale di studenti che hanno espresso un giudizio sostanzialmente positivo ai vari quesiti (ottenuto come somma delle percentuali di coloro che hanno risposto 'più sì che no' e 'decisamente sì'). Gli elementi più significativi emersi dalla valutazione OPIS a cominciare dai dati aggregati riguardanti gli insegnamenti specifici sono stati confrontati con quelli del Dipartimento. In generale i risultati mostrano un buon livello di soddisfazione degli studenti, soprattutto frequentanti,

e l'assenza di elementi di natura sistemica che richiedano particolare attenzione. Gli indicatori sono sostanzialmente stabili o in crescita nel tempo, con l'indicatore di soddisfazione in crescita nel biennio 2017/18-2018/19 e stabile negli a.a. 2019/20 e 2020/2021, con valutazioni su molti quesiti generalmente in linea, se non leggermente superiori, a quelle di Dipartimento. Si evidenzia un lieve calo nell'ultimo anno, che risulta sufficientemente limitato da poterlo rientrare nell'ordine dell'incertezza del dato, tenuto conto anche dell'esiguità del campione. Anche le attività di didattica a distanza sono ritenute generalmente positive, con dati in linea con quelli del Dipartimento. Per quanto concerne la situazione generale dei singoli insegnamenti l'analisi inizia con la valutazione della soddisfazione complessiva degli studenti sui singoli corsi. Il numero di insegnamenti con percentuale di soddisfazione complessiva minore del 75% si mantiene piuttosto limitato. Si evidenzia che i questionari compilati dagli studenti frequentanti mostrano sistematicamente un maggiore grado di soddisfazione rispetto agli studenti non frequentanti, effetto legato verosimilmente all'organizzazione complessiva dei CdS, che si basa essenzialmente sulla fruizione in presenza delle attività formative. Sono stati oggetto di valutazione, inoltre, diversi aspetti riguardanti l'insegnamento (Conoscenze preliminari, Adeguatezza del carico di studio, Adeguatezza del materiale didattico, Chiarezza sulla modalità d'esame) e la docenza (Rispetto degli orari di lezioni ed esercitazioni, Capacità di stimolare l'interesse, Chiarezza espositiva, Coerenza del sito web, Regolarità del docente nel tenere le lezioni, Reperibilità del docente per spiegazioni). Su tali questioni si nota che i giudizi medi sono sostanzialmente allineati se non leggermente superiori ai corrispondenti valori di Dipartimento, fatta eccezione per i valori relativi alla proporzione tra carico di studio e i CFU assegnati e all'adeguatezza del materiale didattico tra gli studenti non frequentanti. Inoltre, il tema dell'adeguatezza delle conoscenze preliminari appare meno sentito tra gli studenti frequentanti che tra quelli non frequentanti, con i primi che mostrano medie leggermente superiori e i secondi medie uguali a quelle di Dipartimento. Nel questionario è presente anche una sezione di 'Suggerimenti' in forma di lista di 10 possibili azioni che gli intervistati auspicano siano intraprese. Questo campo è utilizzato da oltre la metà degli studenti che suggeriscono prevalentemente di migliorare la qualità del materiale didattico, di alleggerire il carico didattico e di incrementare le prove intermedie.

## Struttura organizzativa e responsabilità a livello di Ateneo

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

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

Per la gestione dei processi di Assicurazione di Qualità (AQ) il Collegio didattico 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. Gruppi e Referenti per: Orientamento; Orari e calendari; Sedute di laurea; 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.

## Opinioni dei laureati

Il profilo dei laureati magistrali si rileva da Almalaurea, con riferimento alle risposte di 16 laureati che hanno ottenuto la laurea nel 2022, dei quali 12 iscritti in anni recenti, (sul totale dei 15 intervistati) che hanno conseguito la laurea nel 2022. Il dato sulla soddisfazione complessiva del CdL dei laureati nel 2022 è caratterizzato da un 90.9% di risposte positive, percentuale in leggera diminuzione rispetto all'anno precedente. Il dato nazionale dei laureati pienamente soddisfatti è del 39.2% a cui si aggiungono un 50% di studenti mediamente soddisfatti. Tale dato per il CdL sale al 94,7% (indice i25) se si considerano le ultime rilevazioni disponibili nell'anagrafe nazionale degli studenti (relative all'anno 2021), confermando una soddisfazione complessiva superiore ai dati d'area e nazionale. Una percentuale dell'81.8% dei laureati nel 2022 si riscriverebbe allo stesso corso dell'Ateneo, rispetto ad un 74.8% come dato nazionale. Dato che sale al 94,7% (indice i18) se si considerano le ultime rilevazioni disponibili nell'anagrafe nazionale degli studenti (relative all'anno 2021). Riguardo il percorso di CdL, gli intervistati si dichiarano pienamente soddisfatti dei rapporti con i docenti con una percentuale del 100% (100% sia tra i laureati del 2020 che tra i laureati del 2021 immatricolati in anni recenti, contro una media nazionale del 21% più un 64% di studenti mediamente soddisfatti), delle aule (100% tra i laureati del, delle biblioteche (100% tra i laureati del 2022). Per quanto riguarda l'adeguatezza del carico didattico si riscontra un 36.4% di pienamente soddisfatti ed un 18.2% di soddisfatti, contro dati nazionali rispettivamente del 29.7% ed il 41.9% mentre nessuno lamenta problemi sull'organizzazione degli esami (soddisfacimento al 100% tra i laureati del 2022, contro una media nazionale dell'87.6%). Rispetto alla precedente valutazione, il grado di soddisfazione per le attrezzature dedicate alle altre attività didattiche risulta sensibilmente superiore a quello nazionale (laboratori, attività pratiche), che si attesta sul 88.8% contro una media nazionale del 65.9%. I dati sono generalmente in linea se non migliori di quelli relativi all'anno precedente. Per gli altri aspetti statistici si rimanda al sito di Almalaurea.

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

Lo svolgimento di tesi di laurea è la prima occasione con cui il CdS favorisce l'occupabilità dei propri laureati. Occorre infatti notare che nell'ambito del Corso di Studi sono molto numerosi i docenti che, tramite conoscenze personali o rispondendo a dirette richieste delle Aziende, riescono ad offrire agli studenti la possibilità di sviluppare la tesi di laurea in Azienda (MBDA, AVIO, Thales Alenia Space, ecc.) o presso altri Enti di ricerca (es. ENEA, INM-CNR, 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. Inoltre, dal monitoraggio avvenuto tramite somministrazione di questionari al termine delle attività di tesi/tirocinio, le aziende intervistate nell'a.a. 2022/2023 hanno giudicato la preparazione degli studenti del Corso di Studi più che adeguata, dichiarando il percorso formativo ben calibrato e pienamente adatto a fornire conoscenze immediatamente spendibili nel mondo del lavoro. L'Ufficio Stage di Ateneo gestisce formali rapporti di convenzione con numerose Aziende interessate ad ospitare stagisti e tesisti mediante il portale JobSoul. E' questo il principale strumento per la pubblicizzazione dei tirocini disponibili. Non è previsto un tirocinio curriculare obbligatorio nell'offerta formativa. Pertanto gli studenti accedono a stage e tirocini esterni su base volontaria sfruttando prevalentemente i contatti che i docenti direttamente hanno con Aziende con cui intrattengono rapporti di collaborazione scientifica, ovvero canali personali o ancora il portale JobSoul prima citato. In parallelo opportunità di tirocinio e stage sono fornite da convenzioni didattiche apposite che il Collegio o il Dipartimento stipulano con enti ed aziende. Infine la Segreteria del Collegio si adopera per pubblicizzare adeguatamente tramite il proprio sito web le richieste di 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 principali tempistiche per le attività di gestione dei corsi di studio e per l'assicurazione della qualità sono ogni anno deliberate dal Senato Accademico, ai sensi del Regolamento didattico di Ateneo, su proposta degli uffici e del Presidio della Qualità. La definizione di tale programma è correlata alle modalità e alle tempistiche stabilite annualmente dal pertinente provvedimento ministeriale, in accordo con le indicazioni dell'ANVUR. Pertanto, per l'anno accademico di riferimento, si opera secondo le modalità e tempistiche definite nel documento qui allegato. Ulteriori modalità e tempistiche di gestione del corso di studio, specificamente individuate per il funzionamento del corso stesso, sono indicate nel Regolamento didattico del corso, consultabile tramite il link riportato qui di seguito.

## Riesame annuale

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

## Il Corso di Studio in breve

Il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Aeronautica, afferente al Dipartimento di Ingegneria Civile, Informatica e delle Tecnologie Aeronautiche 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 ed è sviluppata con riferimento ad un contesto professionale e scientifico d'avanguardia a livello internazionale. Il Corso di studi consente l'accesso, previo superamento dell'Esame di Stato, all'Albo professionale dell'Ordine degli Ingegneri nel settore dell'Ingegneria industriale, e pertanto è orientato alla formazione di tecnici aventi le competenze richieste

per operare nell'ambito delle attività di 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.

## Modalità di svolgimento della prova finale

1. Informazioni generali La prova finale per il conseguimento della Laurea magistrale è costituita dalla discussione pubblica, di fronte ad una commissione, di una relazione scritta originale (Tesi di Laurea Magistrale) relativa ad un progetto elaborato autonomamente dallo studente nell'ambito delle attività formative dell'orientamento curricolare seguito, sviluppato durante il tirocinio o un'equivalente attività progettuale, sotto la guida di un relatore (il docente-tutor) e di uno o più co-relatori (eventualmente il tutor aziendale). Tutti gli studenti hanno diritto all'assegnazione di un tirocinio o di un'equivalente attività progettuale. La Tesi di Laurea Magistrale può essere di tipo compilativo, progettuale o sperimentale, compatibilmente con un impegno dello studente commisurato al numero di CFU, pari a 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. Lo studente può redigere la tesi in lingua inglese. 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 previsti nel suo piano di studio ed avere acquisito tutti i CFU relativi alla 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. 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 curricolare e del voto assegnato dalla commissione. Il punteggio assegnato in base alla media curricolare vale sino a 4 punti in base al criterio seguente: incremento nullo, +1, +2, +3 o +4, rispettivamente, per media compresa nelle fasce da 66 a 92, da 93 a 94, da 95 a 96, da 97 a 98 e da 99 in su. Il voto assegnato dalla commissione è valutato in base al contenuto della tesi e alla qualità dell'esposizione, per un massimo di 8 punti così composti. I CFU relativi all'attività di tirocinio, ad attività che prevedono un giudizio di idoneità, e alle conoscenze linguistiche non contribuiscono alla definizione della media pesata. Autonomia operativa del candidato (fino a 2 punti) Proposto dal relatore. Si intende la capacità dimostrata di agire senza continui stimoli del Docente, in particolare di stabilire contatti, identificare la letteratura pertinente, prendere giuste decisioni e responsabilità nell'operato. Contributo individuale ed innovativo al lavoro svolto (fino a 2 punti) Proposto dal relatore. Si intende valutare la capacità dimostrata dal candidato ad apportare un proprio apporto originale. Presentazione del lavoro (fino a 2 punti) Proposto dalla commissione. Si intende la valutazione della qualità dell'elaborato, del riassunto esteso, dei lucidi presentati, dell'esposizione orale. Grado di complessità degli strumenti utilizzati e dei temi affrontati (Qualità) (fino a 2 punti) Proposto dalla commissione. La valutazione riguarda l'effettivo utilizzo proficuo delle conoscenze e degli strumenti appresi durante il Curriculum Studiorum di Laurea Magistrale, nonché del contenuto scientifico. L'arrotondamento della media curricolare all'intero più prossimo 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 curricolare pari o superiore a 100 ed in presenza di unanimità della commissione.

## 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 nel 2015 e 2016 e considerati validi anche ai fini del riesame ciclico 2019, rappresentanti dell'Ordine professionale di riferimento (Ordine degli Ingegneri), Pubblica Amministrazione (ANCI, Corte dei Conti), Associazioni datoriali (ANCE, Unindustria), Centri di Ricerca (Centro Sviluppo Materiali, Centro Italiano Ricerche Aerospaziali), PMI del settore manifatturiero e grandi aziende sia nazionali che multinazionali operanti nel settore della produzione di beni e servizi (HFV - Holding Fotovoltaica Spa, Telecom Italia, NIS GAZPROM NEFT Group, Enercon GmbH, EFM S.p.A., Enel Green Power S.p.A., Aermec S.p.A., Global Sensing S.r.l., Brembo S.p.A., Gruppo Tradeinv Gas & Energy S.p.A.), rappresentanti di società startup e incubatori (Translated, Memopal, PiCampus), che costituiscono un campione di referenti pienamente rappresentativo di tutte le categorie di portatori di interesse cui si orienta il corso di laurea in esame, 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 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 ampio 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. In allegato viene riportato il rapporto di riesame ciclico 2016 e 2019, che fornisce ulteriori dettagli sugli esiti delle interlocuzioni. Le consultazioni con gli Stakeholders sono proseguite nel 2022-2023, anche in occasione dell'istituzione della nuova Laurea in Ingegneria delle Tecnologie Aeronautiche e del Trasporto Aereo, a cui hanno

partecipato diverse aziende ed enti tra cui Leonardo Divisione Elicotteri, ENAC, Thales Alenia Space e Aeroporti di Roma. In tali consultazioni sono stati individuati come filoni emergenti nello sviluppo del settore aeronautico: (i) Velivolo green, ovvero elettrificazione al fine di avvicinarsi alla "CO2 neutrality", (ii) digitalizzazione, in particolare nelle fasi di progettazione, realizzazione e monitoraggio strutturale/manutenzione predittiva, nonché nella gestione delle infrastrutture aeroportuali, (iii) velivoli autonomi e interconnessi, per aumentare la sicurezza e l'efficienza del volo, (iv) consolidare e valorizzare la formazione sulle discipline di base. Queste osservazioni hanno permesso una revisione del percorso formativo, inserendo insegnamenti sulle tematiche specifiche dell'elettrificazione del velivolo, della digitalizzazione, dell'intelligenza artificiale e del machine learning. Tutte le parti potenzialmente interessate, che sono state interpellate per valutare il processo di revisione, hanno espresso parere pienamente favorevole, come ad esempio testimoniato dalle repliche ufficiali ricevute da Leonardo Divisione Elicotteri, Thales Alenia Space e Global Sensing Srl.

## 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. La domanda di pre-iscrizione dovrà essere presentata on line riportando tutte le attività formative del proprio piano di studi relativo alla Laurea (curriculum studiorum), pena l'esclusione. Per ogni attività formativa dovranno essere indicati: i relativi CFU, il settore scientifico disciplinare, la votazione conseguita (se l'esame è stato superato). I candidati provenienti da Università diverse dall'Università degli Studi Roma Tre dovranno allegare anche il programma di ciascuno dei corsi. 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 valutazione del possesso delle conoscenze di cui all'Art.3 sarà realizzata dalla Commissione Piani di Studio e Pratiche Studenti del Collegio didattico tramite l'analisi del curriculum presentato e, in caso di titoli di studio in classi di laurea diverse da quelle specifiche dell'Ingegneria Industriale, anche tramite un colloquio mirato ad approfondire la congruenza delle conoscenze acquisite dal candidato durante il suo percorso di studi con quelle richieste dall'Art. 3. In caso di valutazione negativa è possibile il ricorso all'istituto dei "Corsi Singoli". L'iscrizione a corsi singoli di insegnamento è consentita senza alcun limite di crediti in vista dell'iscrizione ad un corso di laurea magistrale (Art.10 "Regolamento Carriera"). Le disposizioni per l'accesso di cittadini extracomunitari residenti all'estero e cinesi partecipanti al Programma Marco Polo sono riportate nel bando rettorale di ammissione al corso di studio.

## 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
<b>Gruppo opzionale:</b> gruppo OPZIONALE Affine integrative 9 CFU	C					

### Secondo anno

#### Primo semestre

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
<b>20830000 - Progettazione di sistemi aerospaziali</b>	-	ING-IND/04	9	0	AP	ITA

<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> gruppo OPZIONALE Affine integrative 9 CFU	C					
<b>Gruppo opzionale:</b> Laboratori per Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	F					
<b>Gruppo opzionale:</b> Laboratori a scelta dello Studente	D					

**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
<b>Gruppo opzionale:</b> gruppo OPZIONALE Affine integrative 9 CFU	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 per Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	F					

**Dettaglio dei gruppi opzionali**

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

**Gruppo opzionale: gruppo OPZIONALE Affine integrative 9 CFU**

<b>20801744 - TECNOLOGIE DEI MATERIALI PER L'AERONAUTICA</b> <i>(secondo semestre)</i>	C	ING-IND/22	9	72	AP	ITA
<b>20810249 - CONTROLLI AUTOMATICI</b> <i>(primo semestre)</i>	C	ING-INF/04	9	72	AP	ITA
<b>20801821 - INTERAZIONE FRA LE MACCHINE E L'AMBIENTE</b> <i>(primo semestre)</i>	C	ING-IND/08	9	72	AP	ITA
<b>20801825 - TURBOMACCHINE</b> <i>(primo semestre)</i>	C	ING-IND/08	9	72	AP	ITA
<b>20801838 - OLEODINAMICA E PNEUMATICA</b> <i>(primo semestre)</i>	C	ING-IND/08	9	72	AP	ITA
<b>20801715 - MACCHINE E AZIONAMENTI ELETTRICI</b> <i>(primo semestre)</i>	C	ING-IND/32	9	72	AP	ITA
<b>20810385 - Energetica dei sistemi propulsivi elettrici</b> <i>(secondo semestre)</i>	C	ING-IND/32	9	72	AP	ITA
<b>20810412 - MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA PER LO SVILUPPO SOSTENIBILE</b> <i>(primo semestre)</i>	C	ING-IND/08	9	72	AP	ITA

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

<b>20810040 - Laboratorio di aerodinamica</b> <i>(primo e secondo semestre)</i>	D	ING-IND/06	6	36	I	ITA
<b>20810045 - Laboratorio aeroelasticità dei rotori</b> <i>(primo e secondo semestre)</i>	D	ING-IND/04	6	36	I	ITA
<b>20810291 - Laboratorio di Simulation Based Design</b> <i>(primo e secondo semestre)</i>	D	ING-IND/04	6	36	I	ITA
<b>20810510 - Laboratorio per le competizioni studentesche</b> <i>(primo e secondo semestre)</i>	D	ING-IND/04	6	36	I	ITA

**Gruppo opzionale: Laboratori per Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro**

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
<b>20810039 - Laboratorio di aerodinamica</b> <i>(primo e secondo semestre)</i>	F	ING-IND/06	3	18	I	ITA
<b>20810234 - Laboratorio aeroelasticità dei rotori</b> <i>(primo e secondo semestre)</i>	F	ING-IND/04	3	18	I	ITA
<b>20810052 - Laboratorio di robotica</b> <i>(primo e secondo semestre)</i>	F	ING-INF/04	3	18	I	ITA
<b>20810237 - Laboratorio di simulation based design</b> <i>(primo e secondo semestre)</i>	F	ING-IND/04	3	18	I	ITA
<b>20810509 - Laboratorio per le competizioni studentesche</b> <i>(primo e secondo semestre)</i>	F	ING-IND/04	3	18	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

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 per applicazioni aeronautiche, 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 alle tecniche di ingegnerizzazione delle superfici (surface engineering) in componenti avanzati per l'aeronautica; 5. Fornire gli elementi fondamentali per un ingegnere specialistico aeronautico relativi alle tecniche di caratterizzazione avanzata dei materiali: compositiva, strutturale e microstrutturale dei materiali avanzati per applicazioni aeronautiche (microscopia ottica ed elettronica – SEM/TEM/FIB – diffrazione ai raggi X); 4. 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). 5. 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, (4) comprendere i principi applicativi delle tecniche più recenti di surface engineering.

(English)

1. Provide knowledge for properly selecting and using essential materials currently employed in the aeronautical field, including software tools. 2. Provide knowledge on structural materials for aeronautical applications, such as polymer matrix composites and light alloys (composition, structure, properties, manufacturing processes, and applications for fuselages, wing planes, etc.), as well as materials for high-temperature applications like titanium alloys and superalloys, ceramic materials, and coatings for use in propulsion system components. 3. Provide the fundamental elements for an industrial specialist engineer related to surface engineering techniques in advanced aeronautical components. 4. Provide the fundamental elements for an aeronautical specialist engineer concerning advanced material characterization techniques: compositional, structural, and microstructural of advanced materials for aeronautical applications (optical and electron microscopy – SEM/TEM/FIB – X-ray diffraction). 5. Provide the fundamental elements for an industrial specialist engineer related to micro-and nano-mechanical characterization techniques of advanced materials for aeronautical applications (micro/nano-hardness, atomic force microscopy). 6. Students will acquire the necessary skills to (1) select the most suitable materials based on design specifications, (2) understand the necessary heat treatments and surface treatments to improve the performance of advanced materials for aeronautics and aerospace, (3) comprehend the application principles of the latest surface engineering techniques.

### Progettazione di sistemi aerospaziali

in - Secondo anno - Primo semestre

Obiettivo di questo corso è di fornire conoscenze di base per la comprensione e futura gestione delle attività in contesto industriale. Concetto di team, logica di base del lavoro di squadra, compiti, e responsabilità, organigramma, etc. Definizione di sistema e sottosistema, interazioni, concetto di interfaccia. Logica di gestione di programmi di sviluppo in ambito aerospaziale, comprensione delle differenze tra le varie fasi: pre-progetto, progetto, qualifica ed espletazione. Evoluzione dei requisiti e loro allocazione a livelli successivi (allocazione ai sottosistemi, ecc.). Logica di spaccettamento delle attività, concetto di work



breakdown structure, identificazione delle attività, identificazione/allocazione delle risorse, legami tra le attività (temporali e logiche), flusso delle attività, uso dei diagrammi di Gant, accenno ai SW di gestione dell'avanzamento cenni su cammini critici e gestione ritardi. Cenni sulla funzione della documentazione e loro aspetti formali e sostanziali, tipologia di documenti e contenuti. Cenni sulla logica di evoluzione della documentazione emissione e revisione. Elementi di base per la gestione dei margini di progetto e loro utilizzo in fase di sviluppo, qualifica ed espletazione. Cenni della validazione tramite test e logica di definizione. Cocetti di base sul trattamento dei rischi e loro impatto sul progetto.

(English)

The objective of this course is to provide basic knowledge for understanding and future management of activities in an industrial setting. Team concept, basic logic of teamwork, tasks, and responsibilities, organization chart, etc. Definition of system and subsystem, interactions, interface concept. Logic of managing development programs in aerospace, understanding of the differences between the various phases: pre-design, design, qualification and completion. Evolution of requirements and their allocation to subsequent levels (allocation to subsystems, etc.). Logic of unpacking activities, concept of work breakdown structure, identification of activities, identification/allocation of resources, links between activities (temporal and logical), flow of activities, use of Gant diagrams, mention of SWs for managing progress hints on critical paths and delay management. Hints on the function of documentation and their formal and substantive aspects, document types and contents. Hints on the logic of evolution of documentation issue and revision. Basic elements of project margin management and their use in development, qualification and completion. Hints of validation by testing and definition logic. Basic cocetti on the treatment of risks and their impact on the project

## 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

## 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: posizione, velocità, coppia e flusso. Saper individuare le principali caratteristiche di dimensionamento di un azionamento elettrico in relazione alle specifiche tecniche della applicazione.

(English)

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

to give the know-how concerning how to select main design characteristics of an electric drive in connection with the functional specification of a given application.

## 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.

## Energetica dei sistemi propulsivi elettrici

in - Primo anno - Secondo semestre

Lo studente verrà posto in grado di familiarizzare con le problematiche relative all'accumulo dell'energia elettrica, le principali tecnologie e la loro gestione attiva. Saranno forniti gli strumenti per comprendere le tecnologie impiegate per la generazione di potenza elettrica. Conoscere le architetture di conversione statica della potenza elettrica ed il loro impiego nei powertrain. Caratteristiche di tolleranza al guasto saranno parte integrante del programma del corso. Le esercitazioni verranno condotte mediante l'impiego di simulatori real-time di tipo Digital Twin, per mezzo dei quali verranno mostrate delle applicazioni di casi reali

(English)

The student will be able to get familiar with topics related to the energy storage systems, main technologies, and their active management. Methodologies to understand electric power generation will be provided. Knowledge of power converter architectures and their applications to electrified powertrains for propulsion and generation. Fault tolerant characteristics and mode of operations will be part of the course. Digital Twin real-time simulators will be used to

show real cases applications.

## 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.

## Laboratorio di simulation based design

in - Secondo anno - Primo semestre, in - Secondo anno - Secondo semestre

Obiettivi formativi: fornire agli studenti magistrali le competenze per utilizzare in maniera corretta ed efficace ambienti di simulazione numerica multidisciplinare per la progettazione ottimizzata. TOPIC Introduzione di strumenti e testi Setup dell'ambiente di lavoro Verifica ambiente di lavoro per programmazione e post-processing Tecniche di programmazione per problemi di algebra lineare Tecniche di programmazione per l'efficienza computazionale Uso di librerie esterne. Autovalori e autovettori Interpolazione Integrazione di EDO

(English)

Obiettivi formativi: provide to the students of the master program in aeronautical engineering the competences and the skills to effectively setup, conduct and interpret numerical simulations in a multidisciplinary design context. TOPIC Tools, software and textbooks Setup of the computational environment Assessment of the computational environment: coding, compilation, execution, i/o, post-processing Linear algebra problems: matrix multiplication, linear systems Coding practices for performance: cache-miss minimization Use of external libraries. Eigenproblems Polynomial interpolation Integration of ODE: explicit/implicit methods, Liapunov stability

## A SCELTA DELLO STUDENTE

in - Secondo anno - Secondo semestre

Il Collegio didattico suggerisce una lista di laboratori didattici reperibile sul sito del Collegio didattico (<https://ingegneria.uniroma3.it/didattica/ingegneria-meccanica-aeronautica/>). Lo studente potrà comunque proporre insegnamenti e attività formative in coerenza con il percorso formativo, secondo le modalità riportate nel Regolamento Didattico (<https://ingegneria.uniroma3.it/didattica/regolamenti-didattici/>). Alle attività a scelta dello studente e alle ulteriori abilità formative si attribuisce un giudizio di idoneità.

(English)

The Didactic Board suggests a list of laboratories available on the website of the Didactic Board (<https://ingegneria.uniroma3.it/didattica/ingegneria-meccanica-aeronautica/>). However, the student can choose alternative training activities in line with the training path, according to the rules defined in the Didactic Regulations (<https://ingegneria.uniroma3.it/didattica/regolamenti-didattici/>). An evaluation of eligibility is assigned to both the activities chosen by the student and the additional training skills.

## ULTERIORI ABILITÀ FORMATIVE

in - Secondo anno - Secondo semestre

Il Collegio didattico suggerisce una lista di laboratori didattici reperibile sul sito del Collegio didattico (<https://ingegneria.uniroma3.it/didattica/ingegneria-meccanica-aeronautica/>). Lo studente potrà comunque proporre insegnamenti e attività formative in coerenza con il percorso formativo, secondo le modalità riportate nel Regolamento Didattico (<https://ingegneria.uniroma3.it/didattica/regolamenti-didattici/>). Alle attività a scelta dello studente e alle ulteriori abilità formative si attribuisce un giudizio di idoneità.

(English)

The Didactic Board suggests a list of laboratories available on the website of the Didactic Board (<https://ingegneria.uniroma3.it/didattica/ingegneria-meccanica-aeronautica/>). However, the student can choose alternative training activities in line with the training path, according to the rules defined in the Didactic Regulations (<https://ingegneria.uniroma3.it/didattica/regolamenti-didattici/>). An evaluation of eligibility is assigned to both the activities chosen by the student and the additional training skills.

## 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

INGEGNERIA CIVILE. INFORMATICA E DELLE TECNOLOGIE

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).

### Laboratorio aeroelasticità dei rotori

in - Secondo anno - Primo semestre

FAMILIARIZZARE LO STUDENTE CON METODOLOGIE UTILIZZATE NELLO STUDIO DELLA MECCANICA DEL VOLO DEGLI ELICOTTERI, IN CUI IL ROTORE PRINCIPALE RIVESTE UN RUOLO CRUCIALE. IN PARTICOLARE, VENGONO SPIEGATI I FENOMENI FISICI CHE INTERVENGONO NELLA RISPOSTA AEROELASTICA DEI ROTORI E I MODELLI MATEMATICI IDONEI ALLA LORO DESCRIZIONE. INOLTRE, SONO ILLUSTRATI I FENOMENI INDOTTI DI VIBRAZIONE E RADIAZIONE DI RUMORE CHE SONO ELEMENTI DI GRANDE IMPORTANZA NELLA MODERNA PROGETTAZIONE DEI VELIVOLI AD ALA ROTANTE.

(English)

STUDENTS ARE INTRODUCED TO THE METHODOLOGIES ADOPTED FOR THE HELICOPTER FLIGHT MECHANICS ANALYSIS, WHICH IS DOMINATED BY MAIN ROTOR BEHAVIOUR. IN PARTICULAR, PHYSICAL PHENOMENA INVOLVED IN ROTOR AEROELASTICITY AND THE MATHEMATICAL MODEL SUITABLE FOR THEIR DESCRIPTION ARE DESCRIBED. FURTHERMORE, VIBRATION AND NOISE INDUCED BY ROTOR AEROELASTIC RESPONSE, WHICH ARE IMPORTANT ISSUES DEALT WITH BY MODERN HELICOPTER DESIGN, ARE DESCRIBED AND THEIR MODELING IS BRIEFLY OUTLINED.

in - Secondo anno - Primo semestre

FAMILIARIZZARE LO STUDENTE CON METODOLOGIE UTILIZZATE NELLO STUDIO DELLA MECCANICA DEL VOLO DEGLI ELICOTTERI, IN CUI IL ROTORE PRINCIPALE RIVESTE UN RUOLO CRUCIALE. IN PARTICOLARE, VENGONO SPIEGATI I FENOMENI FISICI CHE INTERVENGONO NELLA RISPOSTA AEROELASTICA DEI ROTORI E I MODELLI MATEMATICI IDONEI ALLA LORO DESCRIZIONE.

(English)

STUDENTS ARE INTRODUCED TO THE METHODOLOGIES ADOPTED FOR THE HELICOPTER FLIGHT MECHANICS ANALYSIS, WHICH IS DOMINATED BY MAIN ROTOR BEHAVIOUR. IN PARTICULAR, PHYSICAL PHENOMENA INVOLVED IN ROTOR AEROELASTICITY AND THE MATHEMATICAL MODEL SUITABLE FOR THEIR DESCRIPTION ARE DESCRIBED.

in - Secondo anno - Secondo semestre

FAMILIARIZZARE LO STUDENTE CON METODOLOGIE UTILIZZATE NELLO STUDIO DELLA MECCANICA DEL VOLO DEGLI ELICOTTERI, IN CUI IL ROTORE PRINCIPALE RIVESTE UN RUOLO CRUCIALE. IN PARTICOLARE, VENGONO SPIEGATI I FENOMENI FISICI CHE INTERVENGONO NELLA RISPOSTA AEROELASTICA DEI ROTORI E I MODELLI MATEMATICI IDONEI ALLA LORO DESCRIZIONE. INOLTRE, SONO ILLUSTRATI I FENOMENI INDOTTI DI VIBRAZIONE E RADIAZIONE DI RUMORE CHE SONO ELEMENTI DI GRANDE IMPORTANZA NELLA MODERNA PROGETTAZIONE DEI VELIVOLI AD ALA ROTANTE.

(English)

STUDENTS ARE INTRODUCED TO THE METHODOLOGIES ADOPTED FOR THE HELICOPTER FLIGHT MECHANICS ANALYSIS, WHICH IS DOMINATED BY MAIN ROTOR BEHAVIOUR. IN PARTICULAR, PHYSICAL PHENOMENA INVOLVED IN ROTOR AEROELASTICITY AND THE MATHEMATICAL MODEL SUITABLE FOR THEIR DESCRIPTION ARE DESCRIBED. FURTHERMORE, VIBRATION AND NOISE INDUCED BY ROTOR AEROELASTIC RESPONSE, WHICH ARE IMPORTANT ISSUES DEALT WITH BY MODERN HELICOPTER DESIGN, ARE DESCRIBED AND THEIR MODELING IS BRIEFLY OUTLINED.

in - Secondo anno - Secondo semestre

FAMILIARIZZARE LO STUDENTE CON METODOLOGIE UTILIZZATE NELLO STUDIO DELLA MECCANICA DEL VOLO DEGLI ELICOTTERI, IN CUI IL ROTORE PRINCIPALE RIVESTE UN RUOLO CRUCIALE. IN PARTICOLARE, VENGONO SPIEGATI I FENOMENI FISICI CHE INTERVENGONO NELLA RISPOSTA AEROELASTICA DEI ROTORI E I MODELLI MATEMATICI IDONEI ALLA LORO DESCRIZIONE.

(English)

STUDENTS ARE INTRODUCED TO THE METHODOLOGIES ADOPTED FOR THE HELICOPTER FLIGHT MECHANICS ANALYSIS, WHICH IS DOMINATED BY MAIN ROTOR BEHAVIOUR. IN PARTICULAR, PHYSICAL PHENOMENA INVOLVED IN ROTOR AEROELASTICITY AND THE MATHEMATICAL MODEL SUITABLE FOR THEIR DESCRIPTION ARE DESCRIBED.

### 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.

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.

## MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA PER LO SVILUPPO SOSTENIBILE

in - Secondo anno - Primo semestre

Il corso consente agli studenti di acquisire la conoscenza degli strumenti di analisi delle prestazioni dei motori a combustione interna volumetrici e turbogas. Consente altresì l'affinamento delle conoscenze relative alle problematiche connesse alla termofluidodinamica, alla combustione, alla formazione e controllo degli inquinanti ed alla gestione dell'insieme motore-utilizzatore.

(English)

The course aims to provide the students with the skills needed to analyse the operating conditions of internal combustion engines and turbogas for performance optimization in terms of torque, power, consumption and pollutant emissions. The course aims also to provide the students with refinement of knowledge related to thermofluid dynamics, combustion, formation and control of pollutants, and management of the complete engine system

## TERMOFLUIDODINAMICA DEI SISTEMI PROPULSIVI

in - Primo anno - Secondo semestre

Fornire le conoscenze di base utili allo studio del funzionamento ed alla caratterizzazione delle performance dei principali propulsori ad elica e a getto di impiego aeronautico e aerospaziale. L'obiettivo è perseguito estendendo e completando le conoscenze di base relative ai flussi compressibili. Particolare cura verrà data allo studio della stabilità di flussi liberi ed a parete.

(English)

Provide the know-how to analyse the operating principle and characterise the performances of the propulsive systems used in aeronautics and aerospace. The objective is pursued strengthening the expertise in gas dynamics. The stability of free-shear and wall-bounded flows will be considered as well.

## 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.

## Laboratorio di robotica

in - Secondo anno - Primo semestre, in - Secondo anno - Secondo semestre

Acquisire competenze nell'ambito della robotica industriale e di servizio e apprendere la progettazione di un sistema di controllo complesso per robot manipolatori. Il laboratorio comprende lo studio individuale di testi, colloqui con il docente, sviluppo di una idea progettuale, implementazione su un sistema di simulazione, verifica delle funzionalità

(English)

The module is aimed to gain competences in the field of industrial and service robotics and understand the design of a complex control system for robot manipulators. Activities include individual study, meetings with the teacher, development of a project work, implementation and simulation of the project, verification of its functionalities.

## Laboratorio di aerodinamica

in - Secondo anno - Primo semestre

Finalità del laboratorio: fornire conoscenze avanzate sulle principali metodologie numeriche, analitiche o sperimentali adottate nello studio dell'aerodinamica e dell'aeroacustica attraverso una attività progettuale concordata con gli studenti.

(English)

Laboratory objectives: to acquire advanced skills on the main analytical, numerical and experimental methodologies on aerodynamics and aeroacoustics in agreement with a project proposal established with the students.

in - Secondo anno - Primo semestre

Finalità del laboratorio: fornire conoscenze avanzate sulle principali metodologie numeriche, analitiche o sperimentali adottate nello studio dell'aerodinamica e dell'aeroacustica attraverso una attività progettuale concordata con gli studenti.

(English)

Laboratory objectives: to acquire advanced skills on the main analytical, numerical and experimental methodologies on aerodynamics and aeroacoustics in agreement with a project proposal established with the students.

in - Secondo anno - Secondo semestre

Finalità del laboratorio: fornire conoscenze avanzate sulle principali metodologie numeriche, analitiche o sperimentali adottate nello studio dell'aerodinamica e dell'aeroacustica attraverso una attività progettuale concordata con gli studenti.

(English)

Laboratory objectives: to acquire advanced skills on the main analytical, numerical and experimental methodologies on aerodynamics and aeroacoustics in agreement with a project proposal established with the students.

in - Secondo anno - Secondo semestre

Finalità del laboratorio: fornire conoscenze avanzate sulle principali metodologie numeriche, analitiche o sperimentali adottate nello studio dell'aerodinamica e dell'aeroacustica attraverso una attività progettuale concordata con gli studenti.

(English)

Laboratory objectives: to acquire advanced skills on the main analytical, numerical and experimental methodologies on aerodynamics and aeroacoustics in agreement with a project proposal established with the students.

## 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.

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.

## Laboratorio di Simulation Based Design

in - Secondo anno - Primo semestre, in - Secondo anno - Secondo semestre

Obiettivi formativi: fornire agli studenti magistrali le competenze per utilizzare in maniera corretta ed efficace ambienti di simulazione numerica multidisciplinare per la progettazione ottimizzata.

(English)

Obiettivi formativi: provide to the students of the master program in aeronautical engineering the competences and the skills to effectively setup, conduct and interpret numerical simulations in a multidisciplinary design context.

## 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.

(English)

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

## Laboratorio per le competizioni studentesche

in - Secondo anno - Primo semestre, in - Secondo anno - Primo semestre, in - Secondo anno - Secondo semestre, in - Secondo anno - Secondo semestre

Elaborazione di un progetto di velivolo per la partecipazioni a competizioni studentesche, quindi in linea con le specifiche di realizzazione richieste (English)

Development of an aircraft project for participation in student competitions, therefore in line with the required construction specificatio.

# DIDATTICA EROGATA 2024/2025

## Ingegneria aeronautica (LM-20)

**Dipartimento:** INGEGNERIA CIVILE, INFORMATICA E DELLE TECNOLOGIE AERONAUTICHE  
**Codice CdS:** 108651

### INSEGNAMENTI

#### Primo anno

#### Primo semestre

##### 20801740 - AERODINAMICA ( - ING-IND/06 - 9 CFU - 72 ore - ITA )

*Curricula: Curriculum unico*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
CAMUSSI ROBERTO	48	Carico didattico	N0
CAMUSSI ROBERTO	24	Affidamento di incarico retribuito	N0

##### 20810096 - FONDAMENTI DI AERONAUTICA ( - ING-IND/04 - 9 CFU - 72 ore - ITA )

*Curricula: Curriculum unico*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
BURGHIGNOLI LORENZO	48	Carico didattico	
GENNARETTI MASSIMO	24	Carico didattico	

#### Secondo semestre

##### 20801741 - COSTRUZIONI AERONAUTICHE ( - ING-IND/04 - 9 CFU - 72 ore - ITA )

*Curricula: Curriculum unico*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
BERNARDINI GIOVANNI	40	Affidamento di incarico retribuito	N0
POGGI CATERINA	32	Carico didattico	N0

##### 20801830 - DINAMICA DEL VOLO ( - ING-IND/03 - 9 CFU - 72 ore - ITA )

*Curricula: Curriculum unico*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
SERAFINI JACOPO	72	Carico didattico	N0

##### 20810385 - Energetica dei sistemi propulsivi elettrici ( - ING-IND/32 - 9 CFU - 72 ore - ITA )

*Curricula: Curriculum unico*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
LIDOZZI ALESSANDRO	48	Carico didattico	
LIDOZZI ALESSANDRO	24	Affidamento di incarico retribuito	



**20801745 - TERMOFLUIDODINAMICA DEI SISTEMI PROPULSIVI ( - ING-IND/06 - 9 CFU - 72 ore - ITA )**

*Curricula: Curriculum unico*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
MANCINELLI MATTEO	72	Affidamento di incarico retribuito	

**Secondo anno**

**Primo semestre**

**20801816 - ANALISI DI STRUTTURE AERONAUTICHE ( - ING-IND/04 - 9 CFU - 72 ore - ITA )**

*Curricula: Curriculum unico*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
BERNARDINI GIOVANNI	48	Carico didattico	N0
POGGI CATERINA	24	Carico didattico	N0

**20810249 - CONTROLLI AUTOMATICI ( - ING-INF/04 - 9 CFU - 72 ore - ITA )**

*Curricula: Curriculum unico*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
PANZIERI STEFANO	72	Affidamento di incarico retribuito	

**20801821 - INTERAZIONE FRA LE MACCHINE E L'AMBIENTE ( - ING-IND/08 - 9 CFU - 72 ore - ITA )**

*Curricula: Curriculum unico*

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Mutuato da:</b> 20801821 INTERAZIONE FRA LE MACCHINE E L'AMBIENTE in Ingegneria meccanica LM-33 CHIAVOLA ORNELLA		N0

**20801822 - LABORATORIO DI AERODINAMICA E AEROACUSTICA ( - ING-IND/06 - 9 CFU - 72 ore - ITA )**

*Curricula: Curriculum unico*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
DI MARCO ALESSANDRO	72	Carico didattico	N0

**20801715 - MACCHINE E AZIONAMENTI ELETTRICI ( - ING-IND/32 - 9 CFU - 72 ore - ITA )**

*Curricula: Curriculum unico*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
LIDOZZI ALESSANDRO	72	Carico didattico	

**20801835 - MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA ( - ING-IND/08 - 9 CFU - 72 ore - ITA )**

*Curricula: Curriculum unico*

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Mutuato da:</b> 20801835 MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA in Ingegneria meccanica per le risorse marine LM-33 CHIAVOLA ORNELLA		N0

**20801838 - OLEODINAMICA E PNEUMATICA ( - ING-IND/08 - 9 CFU - 72 ore - ITA )**

*Curricula: Curriculum unico*

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
Mutuato da: 20801838 OLEODINAMICA E PNEUMATICA in Ingegneria meccanica L-9 PALMIERI FULVIO	72	

**20801825 - TURBOMACCHINE ( - ING-IND/08 - 9 CFU - 72 ore - ITA )**

*Curricula: Curriculum unico*

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
Mutuato da: 20801825 TURBOMACCHINE in Ingegneria meccanica L-9 GIOVANNELLI AMBRA	72	N0

**Secondo semestre**

**20801826 - AEROELASTICITA' ( - ING-IND/04 - 9 CFU - 72 ore - ITA )**

*Curricula: Curriculum unico*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
GENNARETTI MASSIMO	72	Carico didattico	N0

**20801818 - PROGETTAZIONE STRUTTURALE DEI VELIVOLI ( - ING-IND/04 - 9 CFU - 72 ore - ITA )**

*Curricula: Curriculum unico*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
IEMMA UMBERTO	72	Carico didattico	N0

**20801744 - TECNOLOGIE DEI MATERIALI PER L'AERONAUTICA ( - ING-IND/22 - 9 CFU - 72 ore - ITA )**

*Curricula: Curriculum unico*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
SEBASTIANI MARCO	72	Carico didattico	N0

## INCARICHI DIDATTICI DEL CORSO DI LAUREA

Nominativo	Tot.Ore	Tipo incarico	Ore	Attività didattica
BERNARDINI GIOVANNI	88	Carico didattico	48	20801816 - ANALISI DI STRUTTURE AERONAUTICHE
		Affidamento di incarico retribuito	40	20801741 - COSTRUZIONI AERONAUTICHE
BURGHIGNOLI LORENZO	48	Carico didattico	48	20810096 - FONDAMENTI DI AERONAUTICA
CAMUSSI ROBERTO	72	Carico didattico	48	20801740 - AERODINAMICA
		Affidamento di incarico retribuito	24	20801740 - AERODINAMICA
DI MARCO ALESSANDRO	72	Carico didattico	72	20801822 - LABORATORIO DI AERODINAMICA E AEROACUSTICA
GENNARETTI MASSIMO	96	Carico didattico	72	20801826 - AEROELASTICITA'
		Carico didattico	24	20810096 - FONDAMENTI DI AERONAUTICA
IEMMA UMBERTO	72	Carico didattico	72	20801818 - PROGETTAZIONE STRUTTURALE DEI VELIVOLI
LIDOZZI ALESSANDRO	144	Carico didattico	48	20810385 - Energetica dei sistemi propulsivi elettrici
		Affidamento di incarico retribuito	24	20810385 - Energetica dei sistemi propulsivi elettrici
		Carico didattico	72	20801715 - MACCHINE E AZIONAMENTI ELETTRICI
MANCINELLI MATTEO	72	Affidamento di incarico retribuito	72	20801745 - TERMOFLUIDODINAMICA DEI SISTEMI PROPULSIVI
PANZIERI STEFANO	72	Affidamento di incarico retribuito	72	20810249 - CONTROLLI AUTOMATICI
POGGI CATERINA	56	Carico didattico	24	20801816 - ANALISI DI STRUTTURE AERONAUTICHE
		Carico didattico	32	20801741 - COSTRUZIONI AERONAUTICHE
SEBASTIANI MARCO	72	Carico didattico	72	20801744 - TECNOLOGIE DEI MATERIALI PER L'AERONAUTICA
SERAFINI JACOPO	72	Carico didattico	72	20801830 - DINAMICA DEL VOLO
DOCENTE NON DEFINITO	0			
<b>Totale ore</b>	<b>936</b>			

## CONTENUTI DIDATTICI

### 20801740 - AERODINAMICA

**Canale:**N0

**Docente:** CAMUSSI ROBERTO

**Italiano**

#### Prerequisiti

Conoscenze di base di Fluidodinamica

#### Programma

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.

#### Testi

Il principale materiale didattico dell'insegnamento è costituito dalle dispense realizzate dal docente ed utilizzate durante le lezioni, reperibili dal sito del docente (link comunicato all'inizio del corso). Ulteriori testi di supporto sono i seguenti: - Anderson, Jr. J.D. , Fundamentals of Aerodynamics, 2nd Editino, McGraw Hill, 1991. - Mattioli E. Aerodinamica, Levrotto e Bella, Torino, 1989.

#### Bibliografia di riferimento

Ulteriori testi di supporto sono i seguenti: - Anderson, Jr. J.D. , Fundamentals of Aerodynamics, 2nd Editino, McGraw Hill, 1991. - Mattioli E. Aerodinamica, Levrotto e Bella, Torino, 1989.

#### Modalità erogazione

Il corso si svolge mediante lezioni frontali in aula ed esercitazioni al calcolatore. Il materiale didattico viene messo a disposizione attraverso il sito del docente o tramite la piattaforma Moodle. Il corso viene integrato da seminari tenuti da personale di alto profilo proveniente da industrie o centri di ricerca. Tenendo conto possibili problematiche legate all'organizzazione, sono previste anche visite didattiche presso centri di ricerca ed aziende del settore aeronautico e aerospaziale dell'area romana.

#### Modalità di valutazione

La verifica dell'apprendimento avviene attraverso una prova orale. Le date di esame per l'insegnamento seguiranno il calendario di esami del Collegio Didattico di Ingegneria Meccanica. Sarà prevista una data di esame per ogni appello a partire della quale saranno rese disponibili altre giornate per sostenere l'esame.

**English**

#### Prerequisites

Basic knowledge of Fluid Dynamics

#### Programme

Potential flows in 2D and 3D, Green's theorem and Green's function, BEM methods. The theory of infinite (Glauert) and finite (Prandtl) wings, the lifting line and surface. Boundary layer theory: Falkner-Skan solutions and integral methods. Fundamentals of Signal theory, Fourier series and Fourier transform. Fundamentals of the theory of probability and statistics, correlation functions and Power Spectral Density. Turbulence: general equations for incompressible flows, modelling, Kolmogorov theory, turbulent boundary layer. Computational Fluid Dynamics (CFD): discretization of the governing equations using Finite Difference method and Finite Volumes; Application of industrial codes.

#### Reference books

- Notes distributed by the teacher Further references are the following: - Anderson, Jr. J.D. , Fundamentals of Aerodynamics, 2nd Editino, McGraw Hill, 1991. - Mattioli E. Aerodinamica, Levrotto e Bella, Torino, 1989.

#### Reference bibliography

- Anderson, Jr. J.D. , Fundamentals of Aerodynamics, 2nd Editino, McGraw Hill, 1991. - Mattioli E. Aerodinamica, Levrotto e Bella, Torino, 1989.

#### Study modes

-

#### Exam modes

-

### 20801826 - AEROELASTICITA'

**Canale:**N0

**Docente:** GENNARETTI MASSIMO

## Italiano

### Prerequisiti

aerodinamica e costruzioni aeronautiche

### Programma

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.

### Testi

Gennaretti, M., Lezioni di Aeroelasticità, Edizioni Efestò, Roma, 2021.

### Bibliografia di riferimento

Bisplinghoff, R.L., Ashley H., Halfman, R., Aeroelasticity. Dover Publications, 1996. Fung, Y.C., An Introduction to the Theory of Aeroelasticity. Dover Publications, 1993. Hodges, D.H. and Pierce, A., Introduction to Structural Dynamics and Aeroelasticity. Cambridge Aerospace Series, 2002.

### Modalità erogazione

tradizionale

### Modalità di valutazione

Prova scritta e orale separate

## English

### Prerequisites

aerodynamics and aircraft structures

### Programme

An introduction to the 2 dofs semi-rigid wing model, and derivation of the governing equations through application the Lagrangian formulation. Steady and quasi-steady, 2D, aerodynamic models for the aeroelastic analysis of the semi-rigid wing model. Study of aeroelastic flutter and divergence. Theodorsen theory for 2D unsteady aerodynamics. V-g method for flutter analysis. Padè approximants of the 'lift deficiency function' and related finite-state aeroelastic model. Correlation between Theodorsen theory and Wagner theory. Aeroelastic modelling of 3D wings: bending-torsion structural dynamics model, 'strip theory' aerodynamic model and application of the Galerkin method. Extension to swept wing analysis. Aeroelastic stability analysis. Unsteady, 3D aerodynamics: incompressible, inviscid flows; differential formulation for quasi-potential incompressible flows; boundary integral formulation for quasi-potential flows and panel method for its numerical solution. Definition of the aerodynamic matrix for aeroelastic stability analysis. Rational matrix approximation of the aerodynamic matrix, corresponding finite-state aeroelastic model and flutter analysis. Aeroelastic model of wing section with trailing-edge flap. Actuation of flap for flutter suppression, as derived from application of optimal control theory with inclusion of an observer.

### Reference books

Gennaretti, M., Lezioni di Aeroelasticità, Edizioni Efestò, Roma, 2021.

### Reference bibliography

Bisplinghoff, R.L., Ashley H., Halfman, R., Aeroelasticity. Dover Publications, 1996. Fung, Y.C., An Introduction to the Theory of Aeroelasticity. Dover Publications, 1993. Hodges, D.H. and Pierce, A., Introduction to Structural Dynamics and Aeroelasticity. Cambridge Aerospace Series, 2002.

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20801816 - ANALISI DI STRUTTURE AERONAUTICHE

**Canale:**N0

**Docente:** BERNARDINI GIOVANNI

## Italiano

### Prerequisiti

Pur non essendo propedeutiche, per seguire in modo efficace il corso, è importante che gli studenti abbiano acquisito le nozioni e le metodologie proprie di scienze delle costruzioni, delle costruzioni aeronautiche, della meccanica e della termodinamica di base. Conoscenze preliminari sono opportune anche nell'ambito del calcolo matriciale e numerico e del calcolo differenziale.

## Programma

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 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. 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 conduttività termica. Particolarizzazione delle relazioni costitutive al caso di materiali termoelastici lineari isotropi, monoassiali e ortotropi. 6) Problema termoelastico in strutture di interesse aeronautico: Equazioni di Gibbs ed equazione di evoluzione dell'entropia. 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. Metodo delle autofunzioni per la soluzione del problema a flessione della 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 e 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. 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 Simulation Mechanical: modellazione geometrica. Definizione delle caratteristiche dei materiali; definizione delle condizioni al contorno e del sistema di carichi; metodi di soluzione e post-processing dei dati. Applicazione all'analisi strutturale di un'ala e/o di una fusoliera.

## Testi

- M.E., Gurtin, An Introduction to Continuum Mechanics, Academic Press, 1981 (per gli argomenti 1, 2, 3 e 5 del programma) - Boley, B.A., Weiner. J.H., Theory of Thermal Stresses, John Wiley & Sons, New York, 1960 (per gli argomenti 4, 5 e 6 del programma) - Thomas J.R., Hughes, 'The Finite Element Method – Linear Static and Dynamic Finite Element Analysis,' Dover, 2000 (per l'argomento 7 del programma) - T.H.G., Megson, Aircraft Structures for Engineering Students, Arnold, London, 1999 (per l'argomento 7 del programma) - Dispense fornite dal docente (per tutti gli argomenti del programma) Il materiale didattico utilizzato è indicato di volta in volta dal docente durante le lezioni. Le dispense sono rese disponibili sulla piattaforma Moodle, per agevolarne la fruizione sia da parte degli studenti frequentanti che di quelli non frequentanti. Sulla piattaforma Moodle vengono rese disponibili anche le specifiche del progetto di gruppo che gli studenti devono svolgere durante l'anno, nonché una raccolta delle prove d'esame scritte di appelli precedenti, mirata a fornire agli studenti un valido e realistico banco di prova su cui esercitarsi in visione dell'esame finale.

## Bibliografia di riferimento

O., Zienkiewicz, C., Taylor, L., Robert, J.Z., Zhu, The finite element method: its basis and fundamentals, 2005.

## Modalità erogazione

La didattica è strutturata in modo da prevedere 36 lezioni di didattica frontale in aula. Alcune lezioni verranno dedicate all'approfondimento pratico di quanto appreso nelle lezioni teoriche, tramite opportune esercitazioni guidate dal docente. Alcune lezioni verranno inoltre dedicate per avviare gli studenti all'uso del codice Simulation Mechanical, che verrà utilizzato nell'ambito del progetto che gli studenti dovranno svolgere come lavoro di gruppo da presentare all'esame finale. Il materiale didattico è reso disponibile sulla piattaforma Moodle, per agevolarne la fruizione sia agli studenti frequentanti che ai non frequentanti.

## Modalità di valutazione

La preparazione degli studenti viene valutata tramite una prova scritta di 2 ore e mezza e una prova orale. La prova scritta comprende un esercizio e una o due domande teoriche con risposte aperte, volte a verificare il livello di comprensione effettiva dei concetti e la capacità dello studente di applicarli in contesti reali. Il superamento della prova scritta è prerequisito per partecipare alla prova orale, che comprende domande teoriche e pratiche relative all'intero programma. La prova orale prevede anche una presentazione in PowerPoint del progetto di gruppo che gli studenti hanno svolto durante l'anno e una discussione critica dei risultati ottenuti.

## English

### Prerequisites

Although not preparatory, to effectively follow the course, it is important that students have acquired basic knowledge of the theory of structures, aircraft structures, mechanics, and fundamental thermodynamics. Preliminary knowledge in matrix calculus and numerical and differential calculus is also advisable.

### Programme

The Analysis of Aeronautical Structures course is part of the activities of the Construction and aerospace structures (ING-IND/04 SSD). The teaching program is structured to provide students with knowledge and skills in the structural design of aeronautical components, using methods widely used in the aircraft detailed design phase. The teaching program is divided into 36 lectures (equal to 9 CFU) divided into the following eight main sections: 1) Tensor Calculus Fundamentals:  $N$ -th order tensors. Tensor operations. Curvilinear coordinates. Covariant and contravariant base vectors. Vectors and tensors in curvilinear coordinates. Differential operators in curvilinear coordinates. 2) Kinematics of Deformable Continua: Lagrangian and Eulerian descriptions of motion. Finite strain theory.

Deformation gradient tensor. Polar decomposition theorem. Lagrangian and Eulerian finite strain tensors (Cauchy-Green and Eulero-Almansi). Rates of deformation tensors. Linearization of the finite strain theory (infinitesimal strain theory). Material and spatial descriptions of the continuity equation. 3) Dynamics of Deformable Continua: Material and spatial forms of linear momentum balance. Cauchy and Piola-Kirchhoff stress tensors. Material and spatial forms of the angular momentum balance. Material and spatial forms of the mechanical energy balance. 4) Thermodynamics of Deformable Continua: Material and spatial forms of the energy balance. Stokes' heat flux theorem. Material and spatial forms of the thermodynamic energy balance. The second law of thermodynamics. 5) Constitutive relations theory: Noll's axioms. Limitations on the constitutive relations due to the second law of thermodynamics. Constitutive relations for thermoelastic materials: definition of isothermal elastic tensor, thermal stress tensor, and thermal conductivity tensor. Constitutive equation for linear isotropic thermoelastic materials. 6) Thermoelastic problems in aeronautical structures: Gibbs and entropy evolution equations. Uncoupled thermoelastic formulation. Initial boundary value problem of the heat conduction equation. Thermal stress analysis for elastic bodies subjected to external and thermal loads: Euler-Bernoulli beam and Kirchhoff plate. Eigenfunction method for the solution of the thin plate bending problem. 7) Finite Element method: Strong and weak forms of the uncoupled thermoelastic problem. The relation between strong and weak forms and boundary conditions. Virtual work principle. Discretization and definition of shape functions. Shape function choice criteria. Evaluation of element mass, stiffness, and damping matrices. Evaluation of equivalent nodal loads vector. Assembly procedure. The imposition of displacement constraints. Conformal elements. Non-conformal elements – patch test. Standard methods for shape functions construction. Applications in aeronautical problems: truss, beam, plate, and shell. 8) Introduction to the code Simulation Mechanical: Geometric preprocessor; material properties definition; constraints and external loads imposition; solution methods and post-processing. Structural analysis of a wing and/or a fuselage.

### Reference books

- M.E., Gurtin, An Introduction to Continuum Mechanics, Academic Press, 1981 (for contents 1, 2, 3, and 5 of the syllabus) - Boley, B.A., Weiner, J.H., Theory of Thermal Stresses, John Wiley & Sons, New York, 1960 (for contents 4, 5, and 6 of the syllabus) - Thomas J.R., Hughes, 'The Finite Element Method – Linear Static and Dynamic Finite Element Analysis,' Dover, 2000 (for content 7 of the syllabus) - T.H.G., Megson, Aircraft Structures for Engineering Students, Arnold, London, 1999 (for content 7 of the syllabus) - Lecture notes by the teacher (for all the contents of the syllabus) The educational material used by the teacher from time to time is indicated during lectures. The lecture notes are available on the Moodle platform to facilitate their use for attending and non-attending students. On the same platform, are also made available the specifications of the project the students have to perform during the year, as well as a collection of written tests of previous exams, to provide students with a valid and realistic test bench for the final exam.

### Reference bibliography

O., Zienkiewicz, C., Taylor, L., Robert, J.Z., Zhu, The finite element method: its basis and fundamentals, 2005.

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20801816 - ANALISI DI STRUTTURE AERONAUTICHE

Canale:N0

Docente: Poggi Caterina

### Italiano

#### Prerequisiti

Pur non essendo propedeutiche, per seguire in modo efficace il corso, è importante che gli studenti abbiano acquisito le nozioni e le metodologie proprie di scienze delle costruzioni, delle costruzioni aeronautiche, della meccanica e della termodinamica di base. Conoscenze preliminari sono opportune anche nell'ambito del calcolo matriciale e numerico e del calcolo differenziale.

#### Programma

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 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. 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 conduttività termica. Particolarizzazione delle relazioni costitutive al caso di materiali termoelastici lineari isotropi, monoclini e ortotropi. 6) Problema termoelastico in strutture di interesse aeronautico: Equazioni di Gibbs ed equazione di evoluzione dell'entropia. 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. Metodo delle autofunzioni per la soluzione del problema a flessione della 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. 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 Simulation Mechanical: modellazione geometrica. Definizione delle caratteristiche dei materiali; definizione delle condizioni al contorno e del sistema di carichi; metodi di soluzione e post-processing dei dati. Applicazione all'analisi strutturale di un'ala e/o di una fusoliera.

## Testi

- M.E., Gurtin, An Introduction to Continuum Mechanics, Academic Press, 1981 (per gli argomenti 1, 2, 3 e 5 del programma) - Boley, B.A., Weiner. J.H., Theory of Thermal Stresses, John Wiley & Sons, New York, 1960 (per gli argomenti 4, 5 e 6 del programma) - Thomas J.R., Hughes, 'The Finite Element Method – Linear Static and Dynamic Finite Element Analysis,' Dover, 2000 (per l'argomento 7 del programma) - T.H.G., Megson, Aircraft Structures for Engineering Students, Arnold, London, 1999 (per l'argomento 7 del programma) - Dispense fornite dal docente (per tutti gli argomenti del programma) Il materiale didattico utilizzato è indicato di volta in volta dal docente durante le lezioni. Le dispense sono rese disponibili sulla piattaforma Moodle, per agevolarne la fruizione sia da parte degli studenti frequentanti che di quelli non frequentanti. Sulla piattaforma Moodle vengono rese disponibili anche le specifiche del progetto di gruppo che gli studenti devono svolgere durante l'anno, nonché una raccolta delle prove d'esame scritte di appelli precedenti, mirata a fornire agli studenti un valido e realistico banco di prova su cui esercitarsi in visione dell'esame finale.

## Bibliografia di riferimento

Dispense fornite dal docente (per tutti gli argomenti del programma)

## Modalità erogazione

La didattica è strutturata in modo da prevedere 36 lezioni di didattica frontale in aula. Alcune lezioni verranno dedicate all'approfondimento pratico di quanto appreso nelle lezioni teoriche, tramite opportune esercitazioni guidate dal docente. Alcune lezioni verranno inoltre dedicate per avviare gli studenti all'uso del codice Simulation Mechanical, che verrà utilizzato nell'ambito del progetto che gli studenti dovranno svolgere come lavoro di gruppo da presentare all'esame finale. Il materiale didattico è reso disponibile sulla piattaforma Moodle, per agevolarne la fruizione sia agli studenti frequentanti che ai non frequentanti.

## Modalità di valutazione

La preparazione degli studenti viene valutata tramite una prova scritta di 2 ore e mezza e una prova orale. La prova scritta comprende un esercizio e una o due domande teoriche con risposte aperte, volte a verificare il livello di comprensione effettiva dei concetti e la capacità dello studente di applicarli in contesti reali. Il superamento della prova scritta è prerequisito per partecipare alla prova orale, che comprende domande teoriche e pratiche relative all'intero programma. La prova orale prevede anche una presentazione in PowerPoint del progetto di gruppo che gli studenti hanno svolto durante l'anno e una discussione critica dei risultati ottenuti.

## English

### Prerequisites

Although not preparatory, to effectively follow the course, it is important that students have acquired basic knowledge of the theory of structures, aircraft structures, mechanics, and fundamental thermodynamics. Preliminary knowledge in matrix calculus and numerical and differential calculus is also advisable.

### Programme

The Analysis of Aeronautical Structures course is part of the activities of the Construction and aerospace structures (ING-IND/04 SSD). The teaching program is structured to provide students with knowledge and skills in the structural design of aeronautical components, using methods widely used in the aircraft detailed design phase. The teaching program is divided into 36 lectures (equal to 9 CFU) divided into the following eight main sections: 1) Tensor Calculus Fundamentals: N-th order tensors. Tensor operations. Curvilinear coordinates. Covariant and contravariant base vectors. Vectors and tensors in curvilinear coordinates. Differential operators in curvilinear coordinates. 2) Kinematics of Deformable Continua: Lagrangian and Eulerian descriptions of motion. Finite strain theory. Deformation gradient tensor. Polar decomposition theorem. Lagrangian and Eulerian finite strain tensors (Cauchy-Green and Euler-Almansi). Rates of deformation tensors. Linearization of the finite strain theory (infinitesimal strain theory). Material and spatial descriptions of the continuity equation. 3) Dynamics of Deformable Continua: Material and spatial forms of linear momentum balance. Cauchy and Piola-Kirchhoff stress tensors. Material and spatial forms of the angular momentum balance. Material and spatial forms of the mechanical energy balance. 4) Thermodynamics of Deformable Continua: Material and spatial forms of the energy balance. Stokes' heat flux theorem. Material and spatial forms of the thermodynamic energy balance. The second law of thermodynamics. 5) Constitutive relations theory: Noll's axioms. Limitations on the constitutive relations due to the second law of thermodynamics. Constitutive relations for thermoelastic materials: definition of isothermal elastic tensor, thermal stress tensor, and thermal conductivity tensor. Constitutive equation for linear isotropic thermoelastic materials. 6) Thermoelastic problems in aeronautical structures: Gibbs and entropy evolution equations. Uncoupled thermoelastic formulation. Initial boundary value problem of the heat conduction equation. Thermal stress analysis for elastic bodies subjected to external and thermal loads: Euler-Bernoulli beam and Kirchhoff plate. Eigenfunction method for the solution of the thin plate bending problem. 7) Finite Element method: Strong and weak forms of the uncoupled thermoelastic problem. The relation between strong and weak forms and boundary conditions. Virtual work principle. Discretization and definition of shape functions. Shape function choice criteria. Evaluation of element mass, stiffness, and damping matrices. Evaluation of equivalent nodal loads vector. Assembly procedure. The imposition of displacement constraints. Conformal elements. Non-conformal elements – patch test. Standard methods for shape functions construction. Applications in aeronautical problems: truss, beam, plate, and shell. 8) Introduction to the code Simulation Mechanical: Geometric preprocessor; material properties definition; constraints and external loads imposition; solution methods and post-processing. Structural analysis of a wing and/or a fuselage.

### Reference books

- M.E., Gurtin, An Introduction to Continuum Mechanics, Academic Press, 1981 (for contents 1, 2, 3, and 5 of the syllabus) - Boley, B.A., Weiner. J.H., Theory of Thermal Stresses, John Wiley & Sons, New York, 1960 (for contents 4, 5, and 6 of the syllabus) - Thomas J.R., Hughes, 'The Finite Element Method – Linear Static and Dynamic Finite Element Analysis,' Dover, 2000 (for content 7 of the syllabus) - T.H.G., Megson, Aircraft Structures for Engineering Students, Arnold, London, 1999 (for content 7 of the syllabus) - Lectures notes by the teacher (for all the contents of the syllabus) The educational material used by the teacher from time to time is indicated during lectures. The lecture notes are available on the Moodle platform to facilitate their use for attending and non-attending students. On the same platform, are also made available the specifications of the project the students have to perform during the year, as well as a collection of written tests of previous exams, to provide students with a valid and realistic test bench for the final exam.

### Reference bibliography



Lectures notes by the teacher (for all the contents of the syllabus)

## Study modes

-

## Exam modes

-

## 20810249 - CONTROLLI AUTOMATICI

**Docente:** PANZIERI STEFANO

### Italiano

#### Prerequisiti

Soluzione di equazioni differenziali ordinarie

#### Programma

Introduzione: info+automatica+def. di sistema. Sistemi statici e dinamici, stabilità dei sistemi lineari e non lineari. Criterio di stabilità di Lyapunov. Linearizzazione intorno a un punto di equilibrio, analisi stabilità tramite linearizzazione. Sistemi statici e dinamici, rappresentazioni spazio di stato. Soluzione di un sistema di equazioni differenziali lineari. Esponenziale di matrice. Autovalori di una matrice. Trasformazione di coordinate modale. Convoluzione. Impulso di Dirac, risposta impulsiva. Trasformata di Laplace. Applicazioni Trasf. Laplace alle eq. Differenziali. Transitorio/Permanente. Funzione di trasferimento. Risposta forzata ed evoluzione libera. Antitrasformate con decomposizione in poli e residui. Risposta di un sistema del 1° ordine. Risposta di un sistema con poli complessi e coniugati. Analisi del termine trinomio con smorzamento e pulsazione caratteristica. Trasformazione di coordinate per forma canonica dei sistemi oscillanti. Forma compagna ottenuta a partire dalla funzione di trasferimento. Equivalenza poli-autovalori. Forma di Jordan. Trasformazione di coordinate per forma compagna. Controlabilità/Osservabilità delle singole dinamiche. Criterio PBH. Cambiamento di coordinate per forma canonica Compagna. Teorema di Cayley-Hamilton. Assegnazione degli autovalori dallo stato. Osservatore dello stato e assegnazione dinamiche dall'uscita. Controllo sistemi nonlineari nell'intorno del punto di equilibrio. Esercitazione Matlab. Feedback linearizzazione. Regolazione dell'uscita. Controllo Ottimo. Filtro di Kalman.

#### Testi

Appunti sulle rappresentazioni ingresso-stato-uscita del docente Fondamenti di Automatica, Paolo Bolzern, Riccardo Scattolini, Nicola Schiavoni. McGraw-Hill Education; 4° edizione (19 febbraio 2015)

#### Bibliografia di riferimento

Lorenzo Sciacivco et al., Robotica. Modellistica, pianificazione e controllo

#### Modalità erogazione

Il corso si svolge con una serie di lezioni frontali che comprendono spiegazioni teoriche ed esercitazioni in aula effettuate anche attraverso strumenti di simulazione.

#### Modalità di valutazione

Per il superamento dell'esame si dovrà svolgere una prova scritta che prevede l'utilizzo del MATLAB e si svolge in Aula Campus. Quindi, dopo il suo superamento, ci sarà una prova orale.

### English

#### Prerequisites

Ordinary differential equations

#### Programme

STATE SPACE: INPUT-STATE REPRESENTATIONS, INTERCONNECTION OF SYSTEMS, TRANSITION MATRIX, EXPONENTIAL OF A MATRIX, FROM TRANSFER FUNCTION TO STATE SPACE AND VICE-VERSA, COORDINATE TRANSFORMATION, EIGENVALUES, MODAL ANALYSIS, STRUCTURAL PROPERTIES, ASYMPTOTIC OBSERVER, EIGENVALUES ASSIGNMENT, SEPARATION PRINCIPLE, OUTPUT REGULATION, OPTIMAL CONTROL.

#### Reference books

Automatic Control Systems, Tenth Edition, Farid Golnaraghi, Benjamin C. Kuo, McGraw-Hill Education; 10 edizione (10 marzo 2017)  
Fondamenti di Automatica, Paolo Bolzern, Riccardo Scattolini, Nicola Schiavoni. McGraw-Hill Education; 4° edizione (19 febbraio 2015)

#### Reference bibliography

Alberto Isidori, Nonlinear Control Systems (Communications and Control Engineering): Third Edition

## Study modes

-

## Exam modes

-

## 20801741 - COSTRUZIONI AERONAUTICHE

**Canale:** N0

**Docente:** Poggi Caterina

## Italiano

### Prerequisiti

Pur non essendo propedeutiche, per seguire in modo efficace il corso, è importante che gli studenti abbiano acquisito conoscenze di base relative alla scienza delle costruzioni, con particolare riguardo all'equilibrio dei corpi elastici e alla teoria delle travi, e alla fisica di base, con particolare riguardo alla statica dei corpi rigidi e alla geometria delle masse. Conoscenze preliminari sono opportune anche nell'ambito del calcolo integrale, del calcolo differenziale e dell'algebra matriciale.

### Programma

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: richiami sulla teoria della flessione bidirezionale e trazione, torsione e taglio di travi a parete sottile monocella e a parete sottile aperta. Teoria della torsione e taglio in travi a parete sottile multicella, travi rastremate. 2) Principi di progettazione del velivolo e introduzione delle strutture semimonoscocca: 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 con carichi assialsimmetrici. Analisi dello stato di sforzo indotto dalla pressurizzazione in una fusoliera.

### Testi

- T.H.G. Megson, Aircraft Structures for Engineering Students, Arnold, London, 1999 (per gli argomenti 1, 2, 3 e 4 del programma) - C.T. Sun, Mechanics of Aircraft Structures, John Wiley & Sons, New York, 1998 (per gli argomenti 1, 2, 3 e 4 del programma) - S.P. Timoshenko, Theory of Plates and Shells, McGRAW-Hill, 1959 (per gli argomenti 3 e 5 del programma) - Dispense del docente (per tutti gli argomenti del programma) Il materiale didattico utilizzato è indicato di volta in volta dal docente durante le lezioni. Le dispense sono rese disponibili sulla piattaforma Moodle, per agevolarne la fruizione sia da parte degli studenti frequentanti che di quelli non frequentanti. Sulla piattaforma Moodle vengono rese disponibili anche le specifiche dell'esercitazione di gruppo che gli studenti devono svolgere durante l'anno, nonché una raccolta delle prove d'esame scritte di appelli precedenti, mirata a fornire agli studenti un valido e realistico banco di prova su cui esercitarsi in visione dell'esame finale.

### Bibliografia di riferimento

Dispense del docente (per tutti gli argomenti del programma)

### Modalità erogazione

La didattica è strutturata in modo da prevedere 36 lezioni di didattica frontale in aula. Alcune lezioni verranno dedicate all'approfondimento pratico di quanto appreso nelle lezioni teoriche, tramite opportune esercitazioni guidate dal docente. Alcune lezioni verranno inoltre dedicate alla presentazione e discussione di un progetto pratico nell'ambito delle costruzioni aeronautiche che gli studenti dovranno svolgere come lavoro di gruppo da presentare all'esame finale. La traccia del progetto viene distribuita in tempo utile a garantire agli studenti la possibilità di sostenere l'esame al primo appello utile dopo la fine del corso. Il materiale didattico è reso disponibile sulla piattaforma Moodle, per agevolarne l'accessibilità sia agli studenti frequentanti che non frequentanti.

### Modalità di valutazione

La preparazione degli studenti viene valutata tramite una prova scritta di 2 ore e mezza e una prova orale. La prova scritta comprende un esercizio e una o due domande teoriche con risposte aperte, volte a verificare il livello di comprensione effettiva dei concetti e la capacità degli studenti di applicarli in contesti reali. Il superamento della prova scritta è prerequisito per partecipare alla prova orale, che comprende domande teoriche e pratiche relative all'intero programma. Durante la prova orale verrà anche discusso il progetto di gruppo che gli studenti avranno svolto durante l'anno. Il progetto dovrà essere presentato, sotto forma di elaborato scritto, non oltre una settimana prima della data fissata per la prova scritta.

## English

### Prerequisites

Although not preparatory, in order to effectively follow the course, it is important that students have acquired basic knowledge on the theory of structures, with particular regard to the balance of elastic bodies and beam theory and basic physics, with particular regard to the statics of rigid bodies and the geometry of masses. Preliminary knowledge in the field of matrix calculus, and numerical and differential calculus is also advisable.

### Programme

The Aircraft Structures course is part of the activities of the Construction and aerospace structures (ING-IND/04 SSD). The teaching program is structured to provide students with knowledge and skills in the structural design of aeronautical components, using methods widely used in the aircraft conceptual and preliminary design phases. The teaching program is divided into 36 lectures (equal to 9 CFU) divided into the following five main sections: 1) Beam theory: a review of bidirectional bending, torsion, and shear of open and closed thin-walled beams. Torsion and shear in multicell thin-walled beams, and tapered beams. 2) Introduction to aircraft design and semi-monocoque structures: loads acting on aircraft, regulations for aircraft design, box-wing concept, fuselage structure, fuselage, box-wing stress and strain analysis, and structural idealization. 3) Thin plates Kirchhoff's theory: in-plane problem, bending problem, eigenfunctions method for simply-supported plates. 4) Introduction to structural instability: buckling of the beam (Euler's critical load); buckling of thin plates; buckling on aeronautical structures. 5) Thin shells: shells in the form of a surface of revolution and loaded symmetrically with respect to their axis, pressurized fuselage stress analysis.

### Reference books

- T.H.G. Megson, Aircraft Structures for Engineering Students, Arnold, London, 1999 (for contents 1, 2, 3, and 4 of the syllabus) - C.T. Sun, Mechanics of Aircraft Structures, John Wiley & Sons, New York, 1998 (for contents 1, 2, 3, and 4 of the syllabus) - S.P. Timoshenko, Theory of Plates and Shells, McGraw-Hill, 1959 (for contents 3 and 5 of the syllabus) - Lectures notes by the teacher (for

all the contents of the syllabus) The educational material used by the teacher from time to time is indicated during lectures. The lecture notes are available on the Moodle platform to facilitate their use for attending and non-attending students. On the same platform, are also made available the specifications of the project the students have to perform during the year, as well as a collection of written tests of previous exams, to provide students with a valid and realistic test bench for the final exam.

### Reference bibliography

Lectures notes by the teacher (for all the contents of the syllabus)

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20801741 - COSTRUZIONI AERONAUTICHE

Canale: N0

Docente: BERNARDINI GIOVANNI

### Italiano

#### Prerequisiti

Pur non essendo propedeutiche, per seguire in modo efficace il corso, è importante che gli studenti abbiano acquisito conoscenze di base relative alla scienza delle costruzioni, con particolare riguardo all'equilibrio dei corpi elastici e alla teoria delle travi, e alla fisica di base, con particolare riguardo alla statica dei corpi rigidi e alla geometria delle masse. Conoscenze preliminari sono opportune anche nell'ambito del calcolo integrale, del calcolo differenziale e dell'algebra matriciale.

#### Programma

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: richiami sulla teoria della flessione bidirezionale e trazione, torsione e taglio di travi a parete sottile monocella e a parete sottile aperta. Teoria della torsione e taglio in travi a parete sottile multicella, travi rastremate. 2) Principi di progettazione del velivolo e introduzione delle strutture semimonoscocca: 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 con carichi assialsimmetrici. Analisi dello stato di sforzo indotto dalla pressurizzazione in una fusoliera.

#### Testi

- T.H.G. Megson, Aircraft Structures for Engineering Students, Arnold, London, 1999 (per gli argomenti 1, 2, 3 e 4 del programma) - S.P. Timoshenko, Theory of Plates and Shells, McGRAW-Hill, 1959 (per gli argomenti 3 e 5 del programma) - Dispense del docente (per tutti gli argomenti del programma) Il materiale didattico utilizzato è indicato di volta in volta dal docente durante le lezioni. Le dispense sono rese disponibili sulla piattaforma Moodle, per agevolarne la fruizione sia da parte degli studenti frequentanti che di quelli non frequentanti. Sulla piattaforma Moodle vengono rese disponibili anche le specifiche dell'esercitazione di gruppo che gli studenti devono svolgere durante l'anno, nonché una raccolta delle prove d'esame scritte di appelli precedenti, mirata a fornire agli studenti un valido e realistico banco di prova su cui esercitarsi in visione dell'esame finale.

#### Bibliografia di riferimento

C.T. Sun, Mechanics of Aircraft Structures, John Wiley & Sons, New York, 1998

#### Modalità erogazione

La didattica è strutturata in modo da prevedere 36 lezioni di didattica frontale in aula. Alcune lezioni verranno dedicate all'approfondimento pratico di quanto appreso nelle lezioni teoriche, tramite opportune esercitazioni guidate dal docente. Alcune lezioni verranno inoltre dedicate alla presentazione e discussione di un progetto pratico nell'ambito delle costruzioni aeronautiche che gli studenti dovranno svolgere come lavoro di gruppo da presentare all'esame finale. La traccia del progetto viene distribuita in tempo utile a garantire agli studenti la possibilità di sostenere l'esame al primo appello utile dopo la fine del corso. Il materiale didattico è reso disponibile sulla piattaforma Moodle, per agevolarne l'accessibilità sia agli studenti frequentanti che non frequentanti.

#### Modalità di valutazione

La preparazione degli studenti viene valutata tramite una prova scritta di 2 ore e mezza e una prova orale. La prova scritta comprende un esercizio e una o due domande teoriche con risposte aperte, volte a verificare il livello di comprensione effettiva dei concetti e la capacità degli studenti di applicarli in contesti reali. Il superamento della prova scritta è prerequisito per partecipare alla prova orale, che comprende domande teoriche e pratiche relative all'intero programma. Durante la prova orale verrà anche discusso il progetto di gruppo che gli studenti avranno svolto durante l'anno. Il progetto dovrà essere presentato, sotto forma di elaborato scritto, non oltre una settimana prima della data fissata per la prova scritta.

### English

#### Prerequisites

Although not preparatory, in order to effectively follow the course, it is important that students have acquired basic knowledge on the theory of structures, with particular regard to the balance of elastic bodies and beam theory and basic physics, with particular regard to

the statics of rigid bodies and the geometry of masses. Preliminary knowledge in the field of matrix calculus, and numerical and differential calculus is also advisable.

### Programme

The Aircraft Structures course is part of the activities of the Construction and aerospace structures (ING-IND/04 SSD). The teaching program is structured to provide students with knowledge and skills in the structural design of aeronautical components, using methods widely used in the aircraft conceptual and preliminary design phases. The teaching program is divided into 36 lectures (equal to 9 CFU) divided into the following five main sections: 1) Beam theory: a review of bidirectional bending, torsion, and shear of open and closed thin-walled beams. Torsion and shear in multicell thin-walled beams, and tapered beams. 2) Introduction to aircraft design and semi-monocoque structures: loads acting on aircraft, regulations for aircraft design, box-wing concept, fuselage structure, fuselage, box-wing stress and strain analysis, and structural idealization. 3) Thin plates Kirchhoff's theory: in-plane problem, bending problem, eigenfunctions method for simply-supported plates. 4) Introduction to structural instability: buckling of the beam (Euler's critical load); buckling of thin plates; buckling on aeronautical structures. 5) Thin shells: shells in the form of a surface of revolution and loaded symmetrically with respect to their axis, pressurized fuselage stress analysis.

### Reference books

- T.H.G. Megson, Aircraft Structures for Engineering Students, Arnold, London, 1999 (for contents 1, 2, 3, and 4 of the syllabus) - S.P. Timoshenko, Theory of Plates and Shells, McGraw-hill, 1959 (for contents 3 and 5 of the syllabus) - Lecture notes by the teacher (for all the contents of the syllabus) The educational material used by the teacher from time to time is indicated during lectures. The lecture notes are available on the Moodle platform to facilitate their use for attending and non-attending students. On the same platform, are also made available the specifications of the project the students have to perform during the year, as well as a collection of written tests of previous exams, to provide students with a valid and realistic test bench for the final exam.

### Reference bibliography

C.T. Sun, Mechanics of Aircraft Structures, John Wiley & Sons, New York, 1998

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20801830 - DINAMICA DEL VOLO

Canale:N0

Docente: SERAFINI JACOPO

### Italiano

#### Prerequisiti

Conoscenze di aerodinamica e meccanica razionale

#### Programma

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

#### Testi

C. Casarosa, "Meccanica del Volo", Pisa University Press B. Etkin & L.D. Reid, "Dynamics of flight - Stability and Control", John Wiley and Sons D. McLean, "Automatic Flight Control Systems", Prentice Hall G. D. Padfield, "Helicopter Flight Dynamics", Blackwell Science M. Arra, "L'elicottero", Biblioteca Tecnica Hoepli G. Guglieri, M. Porta, A. Quinci, "Meccanica del volo dell'elicottero. Appunti delle lezioni", Esculapio

#### Bibliografia di riferimento

nessuna

#### Modalità erogazione

lezioni frontali

#### Modalità di valutazione

discussione del progetto di gruppo esame orale (45 min circa)

### English

#### Prerequisites

fundamentals of analytic mechanics and aerodynamics

#### Programme

AIRCRAFT: Trim and static stability Maneouvability Controls effectiveness General equations of dynamics Stability derivatives Flight stability Response to controls Flight control systems HELICOPTER: Overview Controls Inflow models Performance Rotor dynamics

#### Reference books

C. Casarosa, "Meccanica del Volo", Pisa University Press B. Etkin & L.D. Reid, "Dynamics of flight - Stability and Control", John Wiley and Sons D. McLean, "Automatic Flight Control Systems", Prentice Hall G. D. Padfield, "Helicopter Flight Dynamics", Blackwell Science

M. Arra, "L'elicottero", Biblioteca Tecnica Hoepli G. Guglieri, M. Porta, A. Quinci, "Meccanica del volo dell'elicottero. Appunti delle lezioni", Esculapio

## Reference bibliography

none

## Study modes

-

## Exam modes

-

## 20810385 - Energetica dei sistemi propulsivi elettrici

**Docente:** LIDOZZI ALESSANDRO

### Italiano

#### Prerequisiti

Conoscenza delle applicazioni elettriche, circuiti in corrente alternata e corrente continua.

#### Programma

Sistemi di accumulo ed impieghi in campo aeronautico. Accumulatori elettrochimici ad alta temperatura. Supercondensatori. Tecnologie di accumulo basate sul litio: strutture, gestione e protezione, normativa. Accumulo di idrogeno. Sistemi di conversione statica e tolleranza ai guasti. Struttura e funzionamento delle macchine elettriche di tipo fault tolerant. Struttura e funzionamento delle reti elettriche di bordo. Architetture di propulsione e generazione della potenza elettrica a bordo di aeromobili, dalla struttura convenzionale, al powertrain ibrido ed al full-electric. Ibrido parallelo, ibrido serie. Parzialmente elettrico serie e parallelo. Dimensionamento dei sistemi di accumulo, serie e parallelo. Esempi applicativi su velivoli senza pilota. Battery Management Systems. Tendenze e sviluppi della propulsione elettrica aeronautica. Ground Power Units (GPU). Le esercitazioni verranno svolte tramite l'impiego di software quali Matlab/Simulink e National Instruments LabVIEW. Sistemi Hardware-In-the-Loop (HIL) per la simulazione real-time di sistemi elettrici (Digital Twin): dalla generazione dei modelli alla codifica su piattaforme di calcolo.

#### Testi

Dispense a cura del docente. Electrified Aircraft Propulsion, Powering the Future of Air Transportation <https://www.cambridge.org/core/books/electrified-aircraft-propulsion/884EFFF96836F6E3E8529EF6A0B78200> Transportation Electrification: Breakthroughs in Electrified Vehicles, Aircraft, Rolling Stock, and Watercraft <https://ieeexplore.ieee.org/book/9989444> (Disponibile in biblioteca) Fundamentals of Electric Aircraft <https://ieeexplore.ieee.org/book/8854887>

#### Bibliografia di riferimento

Power Electronics for Renewable Energy Systems, Transportation and Industrial Applications <https://ieeexplore.ieee.org/book/7753049> Advances in Electric Propulsion <https://ieeexplore.ieee.org/book/8504362>

#### Modalità erogazione

Lezioni frontali. Saranno di ausilio esercitazioni e simulazioni relative agli argomenti che verranno illustrati durante il corso.

#### Modalità di valutazione

La verifica dell'apprendimento avviene tramite colloquio. Allo studente verranno posti due quesiti inerenti agli argomenti trattati durante il corso.

### English

#### Prerequisites

Previous knowledge of electrical applications, as well as DC and AC analysis of electrical circuits.

#### Programme

Energy storage systems and their applications in the aerospace field. High-temperature electrochemical energy storage systems. Supercapacitors. Lithium-based energy storage systems, management, protections, and standards. Hydrogen energy storage. Power converter configurations, fault-tolerance operation. Electrical machines, operation, architectures, and fault-tolerance capabilities. Configuration of the on-board electrical grids. Propulsion architectures and electric power generation on board aircraft, from conventional to hybrid and full-electric powertrains. Hybrid parallel and series. Partially electric series and parallel. Sizing of storage systems, series, and parallel configurations. Application examples on unmanned aircraft. Battery Management Systems. Trends in aeronautical electric propulsion. Ground Power Units (GPU). Matlab/Simulink as well as National Instruments LabVIEW software will be used during lessons. Real-Time simulation of electrical systems by Hardware-in-the-loop (HIL) platforms will be shown during the course: from model design to solver deployment.

#### Reference books

Notes provided by the course manager. Electrified Aircraft Propulsion, Powering the Future of Air Transportation <https://www.cambridge.org/core/books/electrified-aircraft-propulsion/884EFFF96836F6E3E8529EF6A0B78200> Transportation Electrification: Breakthroughs in Electrified Vehicles, Aircraft, Rolling Stock, and Watercraft <https://ieeexplore.ieee.org/book/9989444> (Available from the University Library) Fundamentals of Electric Aircraft <https://ieeexplore.ieee.org/book/8854887>

#### Reference bibliography

Power Electronics for Renewable Energy Systems, Transportation and Industrial Applications <https://ieeexplore.ieee.org/book/7753049> Advances in Electric Propulsion <https://ieeexplore.ieee.org/book/8504362>

#### Study modes

-  
**Exam modes**  
-

**20810096 - FONDAMENTI DI AERONAUTICA**

**Docente:** GENNARETTI MASSIMO

**Italiano**

**Prerequisiti**

Competenza sui seguenti argomenti: Soluzione di equazioni differenziali ordinarie. Algebra vettoriale. Algebra lineare, operazioni tra matrici. Fondamenti di meccanica del punto materiale isolato.

**Programma**

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, inviluppo 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.

**Testi**

Note dettagliate delle lezioni fornite dal docente.

**Bibliografia di riferimento**

Mc Cormick, B.W., Aerodynamics, Aeronautics, and Flight Mechanics. Wiley and Sons, 1995. Hildebrand, F.B., Methods of Applied Mathematics. Dover Publications, NY, 1992. Etkin, B., Dynamics of Flight-Stability and Control. John Wiley & Sons, Inc., 1996.

**Modalità erogazione**

tradizionale

**Modalità di valutazione**

prova orale

**English**

**Prerequisites**

Knowledge of the following subjects: Ordinary differential equations. Vector calculus. Linear algebra and matrix operations. Fundamentals of mechanics of an isolated material point.

**Programme**

Aircraft components and their role in flight. Elements of steady aerodynamics of fixed wings: lift and drag coefficients, polar curve of the aircraft; aerodynamic efficiency; finite wings. Dynamics of vehicle as a material point. Fixed-wing aircraft performance: power curve, range and endurance; climb performance, ceiling. Glide performance and climb hodograph. Load factor: steady turn, flare maneuver, gust response. V-n diagram, gust envelope and flight envelope. Take off and landing performance. Nonlinear algebraic equation solution: iterative methods; Newton-Raphson method. Methods for the solution of ordinary differential equation systems in time domain: first-order form and solution through: (i) eigenvector method, (ii) reference base change, (iii) integration by exponential matrix form. Fourier series, Fourier transform, Laplace transform, transfer function, impulsive, indicial and harmonic response. Linear differential operators: eigenfunctions and eigenfunction method for the solution of systems of partial differential equations. Methods of Galerkin and Rayleigh-Ritz. Calculus of variation: functional and Euler-Lagrange equations; transversality conditions; the brachistochrone problem; Riccati equation for the optimal control method.

**Reference books**

Lecture notes provided by the teacher.

**Reference bibliography**

Mc Cormick, B.W., Aerodynamics, Aeronautics, and Flight Mechanics. Wiley and Sons, 1995. Hildebrand, F.B., Methods of Applied Mathematics. Dover Publications, NY, 1992. Etkin, B., Dynamics of Flight-Stability and Control. John Wiley & Sons, Inc., 1996.

**Study modes**  
-

**Exam modes**  
-

**20810096 - FONDAMENTI DI AERONAUTICA**

**Docente:** BURGHIGNOLI LORENZO

## Italiano

### Prerequisiti

nessuno

### Programma

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, inviluppo 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.

### Testi

Note dettagliate delle lezioni fornite dal docente.

### Bibliografia di riferimento

Mc Cormick, B.W., Aerodynamics, Aeronautics, and Flight Mechanics. Wiley and Sons, 1995. Hildebrand, F.B., Methods of Applied Mathematics. Dover Publications, NY, 1992. Etkin, B., Dynamics of Flight-Stability and Control. John Wiley & Sons, Inc., 1996.

### Modalità erogazione

tradizionale

### Modalità di valutazione

prova orale

## English

### Prerequisites

nothing

### Programme

Aircraft components and their role in flight. Elements of steady aerodynamics of fixed wings: lift and drag coefficients, polar curve of the aircraft; aerodynamic efficiency; finite wings. Dynamics of vehicle as a material point. Fixed-wing aircraft performance: power curve, range and endurance; climb performance, ceiling. Glide performance and climb hodograph. Load factor: steady turn, flare maneuver, gust response. V-n diagram, gust envelope and flight envelope. Take off and landing performance. Nonlinear algebraic equation solution: iterative methods; Newton-Raphson method. Methods for the solution of ordinary differential equation systems in time domain: first-order form and solution through: (i) eigenvector method, (ii) reference base change, (iii) integration by exponential matrix form. Fourier series, Fourier transform, Laplace transform, transfer function, impulsive, indicial and harmonic response. Linear differential operators: eigenfunctions and eigenfunction method for the solution of systems of partial differential equations. Methods of Galerkin and Rayleigh-Ritz. Calculus of variation: functional and Euler-Lagrange equations; transversality conditions; the brachistochrone problem; Riccati equation for the optimal control method.

### Reference books

Lecture notes provided by the teacher.

### Reference bibliography

Mc Cormick, B.W., Aerodynamics, Aeronautics, and Flight Mechanics. Wiley and Sons, 1995. Hildebrand, F.B., Methods of Applied Mathematics. Dover Publications, NY, 1992. Etkin, B., Dynamics of Flight-Stability and Control. John Wiley & Sons, Inc., 1996.

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20801822 - LABORATORIO DI AERODINAMICA E AEROACUSTICA

Canale:N0

Docente: DI MARCO ALESSANDRO

## Italiano

### Prerequisiti

Pur non essendo propedeutiche, è importante che gli studenti partecipanti al corso abbiano una conoscenza sulle tematiche inerenti ai seguenti insegnamenti: Meccanica dei Fluidi, Aerodinamica Opzionali: Statistica Analisi del Segnale

### Programma

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.

## Testi

Dispense a cura del docente.

## Bibliografia di riferimento

P.K. Kundu. Fluid Mechanics. Academic Press, San Diego, USA, 1990. L. D. Landau and E. M. Lifshitz, Fluid Mechanics 2ed., Course of Theoretical Physics vol. 6, Butterworth-Heinemann (1987) H.H. Hubbard, editor. Aeroacoustics of Flight Vehicles: Theory and Practice. Volume 1 Noise Sources; Volume 2 Noise Control (Nasa Reference Publication 1258). Acoustical Society of America, 1995. M.S. Howe. Acoustics of Fluid-Structure Interactions. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1998. J.B. Barlow, W.H. Rae and A. Pope. Low speed wind tunnel testing. John Wiley and Sons, Inc. W.K. Blake. Mechanics of Flow-induced Sound and Vibration, Volume I. Academic Press, Orlando, 1986 Thomas J. Mueller, Aeroacoustic Measurements, Springer; 1 edition (2002) Stavros Tavoularis, Measurement in Fluid Mechanics, Cambridge University Press (2005).

## Modalità erogazione

Il corso è costituito da lezioni frontali e da esercitazioni di laboratorio. Le esercitazioni di laboratorio sono individuali e di gruppo e sono obbligatorie. Sono previste esercitazioni sia teorico-analitico che pratiche in cui verranno utilizzati strumenti per la misura della pressione e la velocità su esperimenti in scala da laboratorio, come getti o piccole eliche. Sono previste anche due visite didattiche. Una al centro italiano ricerca aerospaziale (CIRA) ed una alla vasca navale. Quest'ultima a valle di un serie di lezioni tenute sulle tecniche ottiche avvalorate da un ciclo di seminari tenuti da esperti nel settore. Le lezioni ed il materiale didattico sono prontamente resi disponibili sulla piattaforma Moodle.

## Modalità di valutazione

La valutazione dell'apprendimento sarà verificata tramite un esame orale con eventuale discussione delle esercitazioni di laboratorio. Tutte le relazioni delle esercitazioni pratiche devono essere consegnate una settimana dopo la fine del corso e devono essere redatte in inglese.

## English

### Prerequisites

Even if not propaedeutic, It is important that students attending the course have a knowledge on the topics covered by the following courses: Fluid Dynamics, Aerodynamics Optional: Statistics, Signal Analysis

### Programme

Fundamentals: Mechanics of fluids: Incompressible and compressible conservation laws, dimensional analysis, asymptotic solutions. Sound Field; Wave equation for fluids, speed of sound and acoustic energy; Diffraction; Geometrical acoustics; waves in solids; Sound frequency analysis; Decibel and Sound Pressure Level; Acoustic Filters; Sound fields summation; Interference and frequency contents. Wind tunnels: low speed, high speed and anechoic. Waves equation Wave equation in a field without sources; Simple and harmonic solutions; Sound Intensity; Energy and specific energy; waves reflection and transmission; Sound generation and transmission mechanisms. Sound sources: Monopole; Dipole; Quadripole. Digital signal processing and probability fundamentals. Acoustic measurement facilities Anechoic chambers; reverberant chambers. Quantitative measures of sound Mathematics fundamentals; Fourier analysis; Measurements systems; acoustic sources characterization by means of microphone measurements. Experimental techniques for turbulent flows measurements Hot wire anemometry. Single and multi components; Laser Doppler Anemometry; Particle Image Velocimetry; Laser Induced Fluorescence. Optical methods for the analysis of density fields Interferometry, Schlieren, Shadowgraph. Measurements in aerodynamic wind tunnels Pitot tube, pressure transducers, mass flow rate meters, thermal measurements with thermocouples; force measurements with dynamometric balances, acoustic measurements.

### Reference books

Lecture notes.

### Reference bibliography

P.K. Kundu. Fluid Mechanics. Academic Press, San Diego, USA, 1990. L. D. Landau and E. M. Lifshitz, Fluid Mechanics 2ed., Course of Theoretical Physics vol. 6, Butterworth-Heinemann (1987) H.H. Hubbard, editor. Aeroacoustics of Flight Vehicles: Theory and Practice. Volume 1 Noise Sources; Volume 2 Noise Control (Nasa Reference Publication 1258). Acoustical Society of America, 1995. M.S. Howe. Acoustics of Fluid-Structure Interactions. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1998. J.B. Barlow, W.H. Rae and A. Pope. Low speed wind tunnel testing. John Wiley and Sons, Inc. W.K. Blake. Mechanics of Flow-induced Sound and Vibration, Volume I. Academic Press, Orlando, 1986 Thomas J. Mueller, Aeroacoustic Measurements, Springer; 1 edition (2002) Stavros Tavoularis, Measurement in Fluid Mechanics, Cambridge University Press (2005).

### Study modes

-

### Exam modes

-



## 20801715 - MACCHINE E AZIONAMENTI ELETTRICI

**Docente:** LIDOZZI ALESSANDRO

**Italiano**

### Prerequisiti

Conoscenza delle applicazioni industriali elettriche, circuiti in corrente alternata e corrente continua.

### Programma

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.

### Testi

Testi suggeriti a complemento del materiale fornito dal docente: Ion Boldea, Syed A. Nasar Electric Drives, Third Edition 2016 by CRC Press ISBN 9781498748209 Bimal K. Bose Modern Power Electronics and AC Drives Prentice Hall PTR, 2002 Ned Mohan, Tore M. Undeland, William P. Robbins Power Electronics: Converters, Applications, and Design ISBN: 0471226939 Ned Mohan Advanced Electric Drives: Analysis, Control, and Modeling Using MATLAB / Simulink ISBN: 978-1-118-48548-4 Ned Mohan Electric Drives: An Integrative Approach ISBN: 0971529256

### Bibliografia di riferimento

Analysis of Electric Machinery and Drive Systems <https://ieeexplore.ieee.org/book/6712180> Control of Electric Machine Drive Systems <https://ieeexplore.ieee.org/book/5675908> Power Electronics and Variable Frequency Drives: Technology and Applications <https://ieeexplore.ieee.org/book/5263964>

### Modalità erogazione

Short introduction to electrical drives: functional block schemes, review on electrical machine types, AC and DC, quadrants of operations, regenerative brake, thermal behaviors, analysis in the Laplace domain. Power electronics converters for electrical drives: topologies, characteristics and modulation techniques. Short view on DC electric drives: torque and flux control, speed control and position control. Electrical drives based on synchronous machine: electrical machine operation and drive block scheme, dynamic model in the synchronous reference frame, operation under sinusoidal supply, control strategies for the related electrical drives. Electrical drives with induction machine: electrical machine operation and drive block scheme, dynamic model in the synchronous reference frame, scalar and vector control strategies for induction machine based electrical drives.

### Modalità di valutazione

La verifica dell'apprendimento avviene tramite colloquio. Allo studente verranno posti due quesiti inerenti agli argomenti trattati durante il corso.

**English**

### Prerequisites

Previous knowledge on electrical industrial applications, as well as DC and AC analysis of electrical circuits.

### Programme

Short introduction to electrical drives: functional block schemes, review on electrical machine types, AC and DC, quadrants of operations, regenerative brake, thermal behaviors, analysis in the Laplace domain. Power electronics converters for electrical drives: topologies, characteristics and modulation techniques. Short view on DC electric drives: torque and flux control, speed control and position control. Electrical drives based on synchronous machine: electrical machine operation and drive block scheme, dynamic model in the synchronous reference frame, operation under sinusoidal supply, control strategies for the related electrical drives. Electrical drives with induction machine: electrical machine operation and drive block scheme, dynamic model in the synchronous reference frame, scalar and vector control strategies for induction machine based electrical drives.

### Reference books

In addition to the lecture notes provided by the teacher: Ion Boldea, Syed A. Nasar Electric Drives, Third Edition 2016 by CRC Press ISBN 9781498748209 Bimal K. Bose Modern Power Electronics and AC Drives Prentice Hall PTR, 2002 Ned Mohan, Tore M. Undeland, William P. Robbins Power Electronics: Converters, Applications, and Design ISBN: 0471226939 Ned Mohan Advanced Electric Drives: Analysis, Control, and Modeling Using MATLAB / Simulink ISBN: 978-1-118-48548-4 Ned Mohan Electric Drives: An Integrative Approach ISBN: 0971529256

### Reference bibliography

Analysis of Electric Machinery and Drive Systems <https://ieeexplore.ieee.org/book/6712180> Control of Electric Machine Drive Systems <https://ieeexplore.ieee.org/book/5675908> Power Electronics and Variable Frequency Drives: Technology and Applications <https://ieeexplore.ieee.org/book/5263964>

### Study modes

## Exam modes

### 20801818 - PROGETTAZIONE STRUTTURALE DEI VELIVOLI

Canale: N0

Docente: IEMMA UMBERTO

Italiano

#### Prerequisiti

Lo studente deve aver almeno seguito gli insegnamenti relativi alle discipline fondamentali del corso di laurea e aver maturato competenze solide in aerodinamica, meccanica del volo e progettazione strutturale. Competenze di modellazione numerica e utilizzo di software di simulazione sono anche di importanza fondamentale e si consiglia vivamente di seguire i laboratori dedicati a questi aspetti specifici istituiti dai docenti del corso di laurea nell'ambito delle scelte per CFU aggiuntivi.

#### Programma

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 multifidelità 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 Integrred Design in Aeronautics) Uso di software GA (Genetic Algorithm), PSO (Particle Swarm OPTimization) Integrazione di modelli di simulazione Esercitazione applicative

#### Testi

- Dispense a cura del docente - Daniel P. Raymer, Aircraft Design: A Conceptual Approach, Volume 1, AIAA education series, ISBN 1563478307, 9781563478307 - Sobieszcanski-Sobieski, Alan Morris, Michel van Tooren, "MULTIDISCIPLINARY DESIGN OPTIMIZATION SUPPORTED BY KNOWLEDGE BASED ENGINEERING", Wiley, 2015

#### Bibliografia di riferimento

[1] Ding-Zhu Du, Panos Pardalos, Weili Wu, "Mathematical Theory of Optimization", DOI 10.1007/978-1-4757-5795-8, ISBN 978-1-4020-0015-7, Springer US, 2001. [2] P. Gill, W. Murray, M. H. Wright, "Practical Optimization", Academic Press, ISBN 0-12-283950-1 9, 2003. [3] P. Papalambros, D. Wilde, "Principles of Optimal Design. Modelling and Computation", Cambridge University Press, ISBN 0 521 62215 8, 2000. [4] G. Vanderplaats, "Numerical Optimization Techniques for Engineering Design", Vanderplaats Research and Development Inc., ISBN 0-944956-01-7, 2001. [5] J. Roskam, "Airplane Design", DARcorporation, ISBN 1884885551, 9781884885556, 1985.

#### Modalità erogazione

Il corso viene erogato attraverso lezioni frontali classiche, attività di esercitazione in aula su applicazioni e attività di laboratorio. In particolare, il calendario del corso viene strutturato in modo da garantire ogni settimana quattro ore di lezioni frontali sui temi delle unità didattiche I, II e III, più due ore di esercitazione numeriche con assistenza del docente sui temi dell'unità didattica IV. Ogni settimana gli studenti ricevono un'esercitazione da svolgere individualmente con scadenza di consegna di una settimana. Per quanto riguarda la parte progettuale del corso, gli studenti sono tenuti a presentare una proposta progettuale entro la data stabilita ad inizio corso. La proposta viene approvata (eventualmente con modifiche) dal docente. Il gruppo proponente è tenuto a presentare il progetto finale con le modalità ed i tempi definiti ad inizio corso. Durante la seconda parte del corso sono previste attività assistite di laboratorio numerico per avviare gli studenti allo sviluppo del progetto. Vengono forniti gli strumenti di analisi, di simulazione e di ottimizzazione, nonché le tecniche di programmazione necessarie a costruire l'ambiente di progetto multidisciplinare. Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 saranno recepite tutte le disposizioni che regolino le modalità di svolgimento delle attività didattiche. In particolare si applicheranno le seguenti modalità: lezioni su piattaforma Teams registrate in differita e in streaming live, materiale didattico interattivo su piattaforma Wolfram Mathematica, esercitazioni numeriche di laboratorio online, ricevimento studenti online su piattaforma Teams.

#### Modalità di valutazione

Ogni studente viene valutato sulla base di tre elementi di giudizio: - qualità del progetto (voto globale per l'intero team) - qualità del contributo individuale al progetto - livello di preparazione sul programma delle unità didattiche I, II, III. La valutazione avviene mediante una presentazione del progetto ed una prova orale. Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 saranno recepite tutte le disposizioni che regolino le modalità di svolgimento delle attività didattiche. In particolare si applicheranno le seguenti modalità: esame orale e audizione progetti online su piattaforma Teams.

English

#### Prerequisites

The students must have matured a solid background in all the fundamental disciplines of the aeronautical engineering. Specific competence in aerodynamics, flight dynamics, and structural analysis is mandatory. Numerical modelling and scientific computing skills are also important to effectively address the weekly design assignments and the development of the final project. The students are encouraged to follow the dedicated laboratories on these topics proposed for additional CFU.

#### Programme

Teaching Unit I Initial sizing MTOW estimate Mission profiles Aerodynamic and structural initial sizing Propulsion integration Lofting Teaching Unit II Fundamentals of multidisciplinary optimization Local and global optimization methods Multiobjective optimization Multifidelity optimization Surrogate models and metamodelling DOE Teaching Unit III Knowledge-Based Engineering Design in

presence of technological and operative uncertainties Uncertainty quantification Robust optimization Reliability-based optimization Stochastic and adaptive metmodelling (Kriging, RBF, ...) Teaching Unit IV Tools and methods of analysis Introduction to FRIDA (FRamework for Integrated Design in Aeronautics) package Introduction to GA (Genetic Algorithm) and PSO (Particle Swarm OPTimization) Integration of simulation models

### Reference books

- Lecture Notes - Daniel P. Raymer, Aircraft Design: A Conceptual Approach, Volume 1, AIAA education series, ISBN 1563478307, 9781563478307 - Sobieszczanski-Sobieski, Alan Morris, Michel van Tooren, "MULTIDISCIPLINARY DESIGN OPTIMIZATION SUPPORTED BY KNOWLEDGE BASED ENGINEERING", Wiley, 2015

### Reference bibliography

[1] Ding-Zhu Du, Panos Pardalos, Weili Wu, "Mathematical Theory of Optimization", DOI 10.1007/978-1-4757-5795-8, ISBN 978-1-4020-0015-7, Springer US, 2001. [2] P. Gill, W. Murray, M. H. Wright, "Practical Optimization", Academic Press, ISBN 0-12-283950-1 9, 2003. [3] P. Papalambros, D. Wilde, "Principles of Optimal Design. Modelling and Computation", Cambridge University Press, ISBN 0 521 62215 8, 2000. [4] G. Vanderplaats, "Numerical Optimization Techniques for Engineering Design", Vanderplaats Research and Development Inc., ISBN 0-944956-01-7, 2001. [5] J. Roskam, "Airplane Design", DARcorporation, ISBN 1884885551, 9781884885556, 1985.

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20801744 - TECNOLOGIE DEI MATERIALI PER L'AERONAUTICA

Canale:N0

Docente: SEBASTIANI MARCO

### Italiano

#### Prerequisiti

Non sono previsti prerequisiti particolari, qualsiasi studente laureato triennale in ingegneria meccanica può completare con successo il corso.

#### Programma

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. • 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 per l'aeronautica: 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. • leghe speciali per applicazioni aeronautiche o super-leghe a base Nichel, leghe di Titanio, leghe di alluminio, leghe di Magnesio. • metodi avanzati di selezione dei materiali per applicazioni aeronautiche o software CES: concetti di base, indici di prestazione e rappresentazioni grafiche, casi di studio e esempi progettuali per il mondo aeronautico.

#### Testi

Testo: W.D. Callister, Scienza e Ingegneria dei Materiali EdISES Gestione del corso: <https://moodle1.ing.uniroma3.it/> Esercitazioni: su dispense del docente e su Moodle Slide proiettate a lezione: in pdf su Moodle Dispense online sul sito STM, [www.stm.uniroma3.it](http://www.stm.uniroma3.it)

#### Bibliografia di riferimento

W.D. Callister, Scienza e Ingegneria dei Materiali EdISES

#### Modalità erogazione

Il corso si articola in circa 35 lezioni di didattica frontale in aula. Una serie di lezioni, in particolare quelle sulle tecniche di caratterizzazione, potranno essere tenute presso il laboratorio LIME, in modo da avere la possibilità di visionare le strumentazioni immediatamente subito dopo la lezione. Alcune ore del corso sono dedicate all'utilizzo diretto (con la supervisione del docente e/o di un tecnico qualificato) delle strumentazioni disponibili presso il LIME e i laboratori del gruppo di Scienza dei Materiali.

#### Modalità di valutazione

La preparazione degli studenti viene valutata tramite una prova scritta, seguita da una prova orale. Verrà valutata anche la possibilità di un esonero da effettuarsi a metà del corso.

### English

#### Prerequisites

No specific prerequisites are needed. Any student with a bachelor degree in mechanical engineering can attend the course.

#### Programme

The materials technologies for aeronautics course is fully aligned with the main themes of the Italian SSD ING-IND/22. The outline of the course of structured as follows: • Understanding material characterization methods - X-ray diffraction, electron microscopy (SEM-TEM) and Energy Dispersive Spectroscopy (EDS), micro- and nano-mechanical testing techniques. Notes on metallography and non-destructive testing. • Tribology - Contact mechanics. Tribological aspects of degradation (adhesion, friction and wear), main types of wear (adhesive and abrasive). - Theory, methods and standards for quantifying wear, protection strategies. - Protection of materials • wear-resistant and corrosion-resistant coatings, thermal barrier coatings (TBCs). - Deposition technologies: galvanic coatings, Physical Vapor Deposition (PVD) and Chemical Vapor Deposition coatings, thermal spray. • Composite materials - basic concepts (matrix-reinforcement-interface) and classification; rule of mixture, matrix reinforcement, durability and degradation (creep, fatigue, hydrolysis). Design criteria: laminated and sandwich composite structures; Production technologies: hand layup, Filament winding, hot stamping, vacuum bag, Resin Transfer Molding, Spray-up. Examples of applications of composites. • Advanced ceramics - correlation between precursors, production, structure and properties of ceramics. Reliability criteria (Weibull statistics); Production technologies: sintering, hot isostatic pressing, slip casting, tape casting, co-deposition, thermal spraying. Examples of application of ceramics for refractory components and thermal barrier coatings. Wear and corrosion. • Advanced non-ferrous alloys: - Nickel-based super-alloys, aluminum alloys, titanium alloys, magnesium alloys. • Material Selection Processes: - Materials Selection Processes using CES (Cambridge Engineering Selector) software: basic concepts, performance indices and their graphical representation, material selection problems in a number of relevant examples for mechanical and aeronautical engineering.

### Reference books

Textbook: W.D. Callister, Scienza e Ingegneria dei Materiali EdISES Course management: <https://moodle1.ing.uniroma3.it/> Slides and course notes: <https://moodle1.ing.uniroma3.it/> Online notes, [www.stm.uniroma3.it](http://www.stm.uniroma3.it)

### Reference bibliography

W.D. Callister, Scienza e Ingegneria dei Materiali EdISES

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20801745 - TERMOFLUIDODINAMICA DEI SISTEMI PROPULSIVI

**Docente:** MANCINELLI MATTEO

### Italiano

### Prerequisiti

Fondamenti di fluidodinamica

### Programma

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. PARTE 3: ELEMENTI DI ANALISI DI STABILITÀ Introduzione all'analisi di stabilità in meccanica dei fluidi; vortex sheet; stabilità temporale e spaziale; equazioni di Rayleigh e Orr-Sommerfeld; stabilità di flussi di tipo shear flow e di flussi a parete; teorema del punto di inflessione di Rayleigh; metodi numerici per la soluzione di problemi di stabilità; stabilità modale e non modale; rappresentazione nello spazio di stato di sistemi dinamici 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 e associati. Prese dinamiche e Ugelli propulsivi (in aula).

### Testi

Il principale materiale didattico dell'insegnamento è costituito dalle dispense realizzate dal docente ed utilizzate durante le lezioni, reperibili dal sito del docente (link comunicato all'inizio del corso). Ulteriori testi di supporto sono i seguenti: HILL P., PETERSON C., "MECHANICS AND THERMODYNAMICS OF PROPULSION", ADDISON WESLEY PUBL., 2ND ED., 1992. CUMPSTY N., "JET PROPULSION", CAMBRIDGE UNIV. PRESS, 1997.

### Bibliografia di riferimento

Il principale materiale didattico dell'insegnamento è costituito dalle dispense realizzate dal docente ed utilizzate durante le lezioni, reperibili dal sito del docente (link comunicato all'inizio del corso). Ulteriori testi di supporto sono i seguenti: HILL P., PETERSON C., "MECHANICS AND THERMODYNAMICS OF PROPULSION", ADDISON WESLEY PUBL., 2ND ED., 1992. CUMPSTY N., "JET PROPULSION", CAMBRIDGE UNIV. PRESS, 1997.

### Modalità erogazione

Il corso si svolge mediante lezioni frontali in aula ed esercitazioni al calcolatore. Il materiale didattico viene messo a disposizione attraverso il sito del docente o tramite la piattaforma Moodle. Il corso viene integrato da seminari tenuti da personale di alto profilo proveniente da industrie o centri di ricerca. Tenendo conto possibili problematiche legate all'organizzazione, sono previste anche visite didattiche presso centri di ricerca ed aziende del settore aeronautico e aerospaziale dell'area romana. Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 saranno recepite tutte le disposizioni che regolino le modalità di svolgimento delle attività didattiche e della valutazione degli studenti. Per lo svolgimento delle lezioni si prevede la pubblicazione di video-lezioni (mediante la piattaforma Moodle) e l'utilizzo di piattaforme informatiche opportune (ad es. MS Teams o Skype) per supportare lo svolgimento delle lezioni e il ricevimento studenti in modalità telematica.

## Modalità di valutazione

La verifica dell'apprendimento avviene attraverso una prova scritta ed una prova orale. Le date di esame per l'insegnamento seguiranno il calendario di esami del Collegio Didattico di Ingegneria Aeronautica. Sarà prevista una data di esame per ogni appello a partire della quale saranno rese disponibili altre giornate per sostenere l'esame. Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 saranno recepite tutte le disposizioni che regolino le modalità di svolgimento delle attività didattiche e della valutazione degli studenti. La valutazione degli studenti si svolgerà mediante l'utilizzo di piattaforme informatiche opportune (ad es. MS Teams) secondo le linee guida opportunamente predisposte dagli organi competenti.

## English

### Prerequisites

Fundamentals of fluid-dynamics

### Programme

PART 1: ELEMENTS OF GAS\_DYNAMICS Introductory concepts; isentropic compressible flows and normal shock waves; design of gas-dynamic systems. Fanno and Rayleigh flows. Oblique shocks and odograph plane. Prandtl-Meyer expansion. Compressible potential flows, linear theory and supersonic thin qirfoil. Characteristic method (in 2D and steady). PART 2: AIRCRAFT PROPULSIVE SYSTEMS Introductory concepts and classification. Performance parameters. Definition of thrust and power. Definition of efficiencies. Turbo-gas cycle (real and ideal). Simple turbojet; turbofan; ramjet; turboprop. Propellers and blade element theory. Nozzles and diffusera (sub- and super-sonic). PART 3: ELEMENTS OF HYDRODYNAMIC STABILITY Introduction to stability analysis in fluid mechanics; vortex sheet; temporal and spatial stability; governing equations, Rayleigh and Orr-Sommerfeld equations; stability of shear and wall-bounded flows; Rayleigh's inflection point theorem; numerical methods for solution of stability problems; modal and non-modal stability; state-space representation of dynamical systems. Several practical exercises are carried out during the course.

### Reference books

Notes distributed by the teacher HILL P., PETERSON C., "MECHANICS AND THERMODYNAMICS OF PROPULSION", ADDISON WESLEY PUBL., 2ND ED., 1992. CUMPSTY N., "JET PROPULSION", CAMBRIDGE UNIV. PRESS, 1997.

### Reference bibliography

Notes distributed by the teacher. HILL P., PETERSON C., "MECHANICS AND THERMODYNAMICS OF PROPULSION", ADDISON WESLEY PUBL., 2ND ED., 1992. CUMPSTY N., "JET PROPULSION", CAMBRIDGE UNIV. PRESS, 1997.

### Study modes

-

### Exam modes

-