

MODIFICHE ORDINAMENTO DIDATTICO (RAD) LAUREA MAGISTRALE IN AEROSPACE ENGINEERING (le modifiche sono evidenziate in verde)

QUADRO A2.a

... ..

competenze associate alla funzione:

Lo svolgimento delle funzioni appena descritte è reso possibile dall'acquisizione di competenze e conoscenze relative ad ognuna delle fasi in cui si articola di norma un progetto aerospaziale: dalla definizione degli obiettivi alla realizzazione di studi di fattibilità, dalla definizione dei requisiti tecnico-scientifici alla traduzione di questi ultimi in specifiche di sistema e sottosistema, dalla progettazione di dettaglio dei sottosistemi (l'aerodinamica, la struttura, i meccanismi, il controllo d'assetto, il controllo termico, i sistemi propulsivi, ecc.) alla realizzazione e collaudo di prototipi, dall'esecuzione di prove sperimentali di qualifica, all'accettazione di componenti destinati al volo. Inoltre, si può osservare che, grazie alle caratteristiche peculiari che possiede ogni sistema destinato al volo, un ingegnere aerospaziale possiede inevitabilmente competenze specifiche che possono essere utilmente applicate anche alla progettazione e realizzazione di tutti quei sistemi e impianti operanti in ambienti ostili e debolmente controllati, per i quali è richiesta la massima affidabilità operativa, per garantire prestazioni, produttività, qualità del prodotto e livelli di sicurezza nel rispetto delle normative vigenti.

sbocchi occupazionali:

Ai laureati magistrali in ingegneria aerospaziale si aprono quindi sbocchi occupazionali aventi un orizzonte geografico che si estende ben al di fuori dei limiti regionali e nazionali, riguardanti sia industrie del settore, sia centri di ricerca. Più precisamente, il laureato magistrale in ingegneria aerospaziale potrà quindi trovare occupazione:

- in aziende private e/o pubbliche operanti nel settore aerospaziale;
- in enti di ricerca privati e/o pubblici coinvolti in attività di ricerca e sviluppo in ambito aerospaziale;
- in università o enti di ricerca operanti nel settore aerospaziale per proseguire con attività di ricerca del 3° livello (dottorato di ricerca);
- in aziende di altri settori industriali che operino in ambiti affini a quello aerospaziale: automobilistico, dei materiali avanzati, delle applicazioni strutturali o fluidodinamiche avanzate, dell'energia.

Dopo i primi anni di impiego nel mondo del lavoro, le opportunità per questa figura professionale sono normalmente destinate ad ampliarsi: infatti, oltre agli sbocchi professionali di tipo ingegneristico testé menzionati, l'ingegnere aerospaziale potrà non solo assurgere a ruoli dirigenziali negli stessi ambiti lavorativi, ma anche trovare occupazione in molte aziende meccaniche di altri settori nei quali possono trovare applicazione dispositivi, materiali e tecnologie già sperimentate in ambito aerospaziale.

Infine, dopo un congruo numero di anni di esperienza lavorativa, l'ingegnere aerospaziale potrà anche intraprendere l'attività di consulente per aziende ed enti operanti nei settori di cui è esperto.

Quadro A3.a: Conoscenze richieste per l'accesso

Le conoscenze richieste per l'accesso sono indicate nel regolamento didattico del corso di studio (allegato n. 4 "Syllabus delle conoscenze, competenze e abilità richieste per l'accesso al corso di laurea magistrale").

I requisiti minimi di accesso e le modalità di verifica della personale preparazione sono indicati nell'Art. 2 del regolamento didattico del corso di studio. Essi includono:

- 1) il possesso della laurea o del diploma universitario di durata triennale o di altro titolo di studio conseguito in Italia o all'estero e riconosciuto idoneo in base alla normativa vigente;
- 2) adeguate conoscenze nelle discipline scientifiche di base e nelle discipline dell'ingegneria, propedeutiche a quelle caratterizzanti previste per la classe di Laurea Magistrale LM-20;

I requisiti curriculari richiesti per l'accesso sono:

18 CFU nei settori:

ING-IND/03, ING-IND/04, ING-IND/05, ING-IND/06, ING-IND/07

21 CFU nei settori:

ING-IND/08, ING-IND/10, ING-IND/12, ING-IND/13, ING-IND/14, ING-IND/15

ING-IND/16, ING-IND/21, ING-IND/22, ING-IND/31, ING-IND/33, ING-IND/35, MAT/07

11 CFU nei settori:

Qualunque ING-IND, ING-INF/04, ING-INF/05, ICAR/01, ICAR/08

- 3) un'adeguata conoscenza della lingua inglese equivalente almeno a "upper intermediate independent user", livello B2, del quadro di riferimento CEFR.

Il regolamento didattico fissa un voto di laurea minimo come primo criterio per la verifica della personale preparazione dello studente.

The academic regulation defines the minimum requirements to access the course (attachment n. 4 'Syllabus of knowledge, skills and abilities required for accessing the Master's Degree in Aerospace engineering').

The minimum entry requirements and the way to assess personal preparation are indicated in Art. 2 of the Didactic Regulation of the course. They include:

- 1) a 3-years Bachelor's Degree or other degrees awarded in Italy or abroad and recognized by current Italian legislation;
- 2) adequate knowledge in the basic scientific disciplines and engineering disciplines, as required by regulations for Class LM-20 in Aerospace Engineering.

In particular it is necessary to have earned:

At least 18 ECTS in the following group of disciplines:

ING-IND/03, ING-IND/04, ING-IND/05, ING-IND/06, ING-IND/07

At least 21 ECTS in the following group of disciplines:

ING-IND/08, ING-IND/10, ING-IND/12, ING-IND/13, ING-IND/14, ING-IND/15

ING-IND/16, ING-IND/21, ING-IND/22, ING-IND/31, ING-IND/33, ING-IND/35, MAT/07

At least 11 ECTS in the following group of disciplines:

Any ING-IND, ING-INF/04, ING-INF/05, ICAR/01, ICAR/08

3) an adequate knowledge of the English language equivalent to at least “upper intermediate independent user”, level B2 of the CEFR reference framework.

The academic regulation sets a minimum grade in the Bachelor’s Degree as the first criterion for verifying the student's personal preparation.

QUADRO A4.a

Obiettivi formativi specifici del Corso e descrizione del percorso formativo

The Master Degree Course in 'Aerospace Engineering' aims at providing a specific training focused on the design, management, maintenance and testing of aircraft, space vehicles and launchers, as well as the related subsystems for civil, industrial and scientific applications. As an access requirement, the students must already possess a solid technical-scientific background in the field of industrial engineering and, to some extent, also of aerospace engineering; they must also be open to keeping up with the technological developments of the sector, which by its nature presents very rapid innovation dynamics.

The internationalization of the Degree program will allow the students to improve their interpersonal, communication and team-working skills by interaction with peers potentially coming from all over the world. This also responds to a specific professional need, as a result of the increasingly global context within which the chemical and process industries make their business.

In their Master course, the aerospace engineering students have the possibility to acquire a scientific and professional preparation aimed mainly at the specific cultural branches of the aerospace sector, such as aerodynamics, aerospace structures, flight dynamics inside and outside the atmosphere, aeronautical and space propulsion, management and testing of on-board systems and equipment. This preparation is also supported and consolidated through a limited number of classes belonging to the fields of industrial engineering (metallic and non-metallic materials, processing technologies, mechanical and thermal measurements, thermal control, etc.), in which, however, the traditional contents of the disciplines involved are normally oriented towards the specific interests of an aerospace engineer.

The organization criteria of the two curricula that compose the CdS are:

- guide the space curriculum towards the design, construction and testing of space vehicles and launchers, as well as the related subsystems for civil, industrial and scientific applications;
- focus the aeronautical curriculum on the production and management of aircraft and their on-board systems, rather than on the problem of design, in order to take into account the professional opportunities to which Padova graduates will most likely aspire, both in Italy and abroad.

The two curricula differ from the first semester of the first year, but have some common courses, in order to allow students a greater flexibility in terms of job placement. In the two curricula the number of credits, respectively 'characterizing and affine', is similar, but at the same time the teaching activities dedicated to each curriculum are largely differentiated.

Both in the field of space applications and in the aeronautical one, students must possess the basic scientific tools useful for operating in a coordinated and synergistic way with other scientific fields, such as for example astronomy and planetary sciences, biosciences, atmospheric physics, environmental sciences, etc., also demonstrating an intellectual openness that allows them to face the continuous requests for technological innovation towards performance at the limit of knowledge.

A non-negligible part of the preparation within the Master Degree is linked to the preparation of the master thesis, which constitutes the document required for the final exam. In fact, in preparing the thesis, which must have original contents and must be inherent to the aerospace sector, students must demonstrate the ability to operate independently and effectively, in addition to the mastery of the topics covered with interdisciplinary links.

In conclusion, regardless of the chosen curriculum, the Master Course pursues the educational objective of creating a professional figure who, in addition to possessing a solid preparation in the fundamental disciplines of maths and physics, and in industrial engineering disciplines, has acquired a solid knowledge in the various

specific fields of the aerospace sector. The master graduate is the professional figure most required by the industries and research institutions operating in the field both in Italy and abroad. Furthermore, it must also be emphasized that this cultural background harmonizes well with the continuation of studies at the third level of university education represented by the Ph.D. (in fact, it should be remembered that a Doctoral School in 'Science, Technologies and Measurements for space' has been active for some time in Padova), qualification that is perhaps more appreciated by employers in the aerospace field, compared to other industrial sectors.

Il Corso di Laurea Magistrale in 'Ingegneria aerospaziale' ha lo scopo di fornire una preparazione specifica rivolta alla progettazione, gestione, manutenzione e collaudo di veicoli e vettori aeronautici e spaziali, nonché dei relativi sottosistemi per applicazioni civili, industriali e scientifiche. Come requisito di accesso, lo studente deve già possedere una solida preparazione di base tecnico-scientifica nel campo dell'Ingegneria Industriale e, entro certi limiti, anche dell'Ingegneria Aerospaziale; egli deve inoltre essere orientato a seguire gli sviluppi tecnologici del settore, che per sua natura presenta dinamiche di innovazione molto rapide.

L'internazionalizzazione del corso di studio permetterà agli studenti e alle studentesse di migliorare le relazioni interpersonali e le capacità di comunicazione e di team-working con pari grado provenienti da diverse parti del mondo, rispondendo anche alle esigenze del settore produttivo e professionale, sempre più immerso in un contesto globale.

Nel suo percorso di secondo livello, l'allievo ingegnere aerospaziale viene messo in condizione di acquisire una preparazione scientifica e professionale rivolta essenzialmente ai filoni culturali specifici del settore aerospaziale, quali l'aerodinamica, le strutture aerospaziali, la dinamica del volo in presenza e in assenza di atmosfera, la propulsione aeronautica e spaziale, la gestione e il collaudo dei sistemi e degli impianti di bordo). Tale preparazione viene comunque affiancata e consolidata mediante un numero limitato di insegnamenti appartenenti a campi propri dell'ingegneria industriale (materiali metallici e non metallici, tecnologie di lavorazione, misure meccanica e termiche, controllo termico, ecc.), nei quali tuttavia i contenuti tradizionali delle discipline coinvolte saranno di norma orientati alle finalità specifiche di un ingegnere aerospaziale.

Nella progettazione dei due curricula in cui si articola il CdS si è cercato di:

- orientare il curriculum spaziale alla progettazione, realizzazione e collaudo di veicoli e vettori spaziali, nonché dei relativi sottosistemi per applicazioni civili, industriali e scientifiche;
- finalizzare il curriculum aeronautico alla produzione e gestione degli aeromobili e dei loro sistemi di bordo, piuttosto che nel campo della progettazione, in modo da tener conto degli sbocchi professionali ai quali con maggiore probabilità i laureati padovani potranno ambire, sia in Italia che all'estero.

I due curricula risultano distinti a partire dal primo semestre del primo anno, ma presentano alcuni insegnamenti trasversali in comune, al fine di consentire una maggiore flessibilità agli studenti in termini di job placement. Nei due curricula il numero di crediti rispettivamente caratterizzanti e affini è simile, ma al tempo stesso le attività didattiche dedicate a ciascun curriculum sono in larga parte differenziate.

Sia nel campo delle applicazioni prettamente spaziali, sia in quello aeronautico, lo studente deve inoltre possedere gli strumenti scientifici di base utili per operare in modo coordinato e sinergico con altri ambiti scientifici, quali ad esempio quello dell'astronomia e delle scienze planetarie, delle bioscienze, della fisica dell'atmosfera, delle scienze ambientali, ecc.), dimostrando anche una apertura intellettuale che gli consenta di affrontare la continua richiesta di innovazione tecnologica per prestazione al limite delle conoscenze tecnologiche.

Una parte non trascurabile della preparazione all'interno della Laurea Magistrale risulta legata alla tesi di laurea, che costituisce l'elaborato richiesto per la prova finale. Infatti, nella preparazione dell'elaborato, che dovrà avere caratteristiche di originalità e dovrà essere inerente al settore aerospaziale, l'allievo ingegnere dovrà dimostrare, oltre alla padronanza degli argomenti trattati con sviluppi interdisciplinari, la capacità di operare in modo autonomo e concretamente efficace.

In definitiva, indipendentemente dal curriculum prescelto, il Corso di Laurea Magistrale persegue l'obiettivo formativo di creare una figura professionale che, oltre a possedere una solida preparazione nelle discipline di base e nelle discipline ingegneristiche di tipo industriale, abbia acquisito un congruo bagaglio di conoscenze nei diversi ambiti specifici del settore aerospaziale e costituisca quindi quella figura professionale che viene richiesta dalle industrie e dagli enti di ricerca operanti in questo campo sia in Italia che all'estero. Inoltre, bisogna anche sottolineare che questo background culturale ben si armonizza con la prosecuzione degli studi al terzo livello di formazione universitaria rappresentato dal Dottorato di Ricerca (si ricorda infatti che a Padova da tempo è attiva una Corso di dottorato in "Sciences, Technologies and Measurements for Space"), titolo di studio che in campo aerospaziale risulta forse maggiormente apprezzato dal mondo del lavoro, rispetto a quanto accade in altri settori industriali.

QUADRO A4.b.1

Conoscenza e capacità di comprensione

Il principale obiettivo di fondo del Corso di Laurea Magistrale è quello di fornire all'allievo ingegnere non solo un ampio spettro di conoscenze scientifiche e tecniche, ma anche di svilupparne la capacità critica e la flessibilità operativa, con riferimento sia all'esecuzione di collegamenti interdisciplinari, sia all'autonomo apprendimento di concetti propri di discipline tecnico-scientifiche differenti. I risultati di apprendimento attesi non saranno dunque limitati alla comprensione e alla padronanza delle materie insegnate, ma anche alla loro autonoma rielaborazione, soprattutto in contesti interdisciplinari.

Tale approccio trova concreta applicazione fin dall'inizio del percorso magistrale e si può riscontrare innanzi tutto negli insegnamenti destinati ad approfondire e completare la preparazione acquisita dallo studente nel corso della laurea di primo livello: si tratta di Aerodinamica e di Costruzioni e Strutture Aerospaziali, entrambi comuni ai due curricula, nonché di Meccanica del Volo e di Impianti e Sistemi Aerospaziali che invece sono differenziati per i due curricula. Analoga impostazione hanno anche gli insegnamenti che affrontano tematiche nuove per lo studente, quali ad esempio la Propulsione, la Meccanica delle Vibrazioni e l'Aeroelasticità. Al fine di incentivare il conseguimento di tali conoscenze e capacità di comprensione, nonché di verificare gli obiettivi raggiunti, i docenti orientano le proprie lezioni in modo da stimolare negli studenti la discussione critica degli argomenti trattati, fornendo materiale didattico adeguato e promuovendo anche la lettura e l'analisi critica della letteratura tecnico-scientifica propria dei vari ambiti del comparto aerospaziale. L'acquisizione delle conoscenze e la capacità di comprensione vengono valutate nel corso delle prove finali di profitto e, per taluni insegnamenti, anche mediante prove in itinere, che consentono agli studenti l'autovalutazione dei livelli di conoscenza e comprensione raggiunti.

QUADRO A4.b.1

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

L'impostazione didattica comune a tutti gli insegnamenti, ma in particolare a quelli maggiormente caratterizzanti e professionalizzanti, prevede che la formazione teorica sia sempre accompagnata da esempi ed applicazioni. In questa prospettiva si collocano, in primis, le esercitazioni numeriche svolte in aula dal docente stesso, che consentono di rendere più immediati e concreti i contenuti teorici della disciplina. Successivamente, però, lo studente sarà anche stimolato a proseguire autonomamente in questa direzione, cimentandosi personalmente nella risoluzione di problemi che consentano di verificare le proprie capacità di applicare le conoscenze acquisite, soprattutto in contesti interdisciplinari e laddove la rielaborazione autonoma dei concetti appresi risulti determinante. Si sottolinea che attività di questo tipo sono fortemente consigliate in tutti gli insegnamenti, ma risultano essenziali soprattutto per i corsi nei quali lo studente è chiamato a sviluppare la propria attitudine 'progettuale', elemento qualificante per un futuro ingegnere. In tal modo, lo studente viene continuamente sollecitato ad affinare la propria capacità di applicare le conoscenze e le abilità acquisite, stimolando la partecipazione attiva, l'attitudine propositiva, la capacità di elaborazione autonoma e di comunicazione dei risultati del lavoro svolto. Ogni insegnamento impartito evidenzia nel proprio programma le modalità con cui le abilità sopraelencate vengono sviluppate, verificate e valutate.

QUADRO A4.c – Autonomia di giudizio

Nessun commento.

QUADRO A4.c – Abilità comunicative

Nella maggior parte dei casi, gli accertamenti didattici prevedono, a valle di una prova scritta, una prova orale durante la quale sono valutate ulteriormente, oltre alle conoscenze acquisite dallo studente, anche le sue capacità di comunicarle verbalmente con chiarezza e rigore. Tali abilità saranno in particolare sviluppate nella lingua inglese, facilitando di conseguenza le opportunità di inserimento nel mercato del lavoro, il cui connotato internazionale è molto forte in ambito aerospaziale. Nei corsi in cui sono previste attività di gruppo o esercitazioni complesse dove le soluzioni accettabili sono molteplici, a ciascuno studente è richiesto di effettuare presentazioni ai docenti e agli altri studenti, con lo specifico obiettivo di giustificare le scelte effettuate sostenendo un confronto aperto, svincolato dalla prova di esame.

Tale approccio viene ulteriormente ribadito e rafforzato nel corso della prova finale, la quale offre un'ulteriore opportunità di verifica delle capacità di analisi, elaborazione e comunicazione del lavoro svolto. In questo caso, è oggetto di valutazione non solo il contenuto dell'elaborato, ma anche le capacità di sintesi, comunicazione ed esposizione del candidato.

QUADRO A4.c Capacità di apprendimento

Grazie alla solida preparazione di base impartita nel corso della Laurea triennale e agli approfondimenti teorici propri dei vari insegnamenti della Laurea magistrale, ci si attende da parte dello studente una notevole flessibilità nell'apprendimento delle materie specialistiche che maggiormente richiedono la soluzione di problemi pratici e progettuali relativi a sistemi aerospaziali. Ciò è verificabile attraverso la rapidità con cui lo studente propone soluzioni consistenti e originali alle esercitazioni pratiche che sono parte integrante del percorso formativo, mettendo in evidenza anche le abilità di auto-organizzazione e gestione delle ore di lavoro complessive.

Strumenti molto utili al conseguimento di capacità di verifica e confronto delle proprie abilità, sono sicuramente le iniziative di mobilità studentesca a livello internazionale da tempo attivate dall'Università di Padova (progetto Erasmus+, progetto TIME, scambi con la California University, la Boston University, ecc.), nelle quali gli studenti di 'Ingegneria aerospaziale' conseguono spesso risultati molto positivi.

Analogamente, molto utile (anche per l'acquisizione di "soft skills") risulta la partecipazione alle attività formative extra-curricolari finanziate in questi anni dal Dipartimento e dall'Ateneo e legate anche alla partecipazione a competizioni studentesche, perlopiù con connotazione internazionale per la quale risulta particolarmente utile la capacità di comunicare concetti tecnico-scientifici e programmatici in lingua inglese. Tra quelle maggiormente interessanti per gli studenti di Ingegneria Aerospaziale si ricordano ad esempio i progetti HANDS ON dell'Education Office dell'Agenzia Spaziale Europea (relativi allo sviluppo e al test in condizioni operative di esperimenti proposti da studenti e selezionati dall'ESA), il progetto LEARN TO FLY (che consiste nel progettare, costruire e far volare un velivolo ultraleggero) e il progetto 1001VELACUP (legato ad una competizione studentesca tra Atenei italiani, con l'obiettivo di progettare, costruire e impiegare in regata una barca a vela con almeno il 70% di materiali di origine naturale). Sebbene in linea di

principio siano aperti anche agli studenti della Laurea triennale, tuttavia le conoscenze richieste per una più proficua partecipazione a questi progetti sono quelle che vengono fornite nell'ambito della Laurea Magistrale e quindi sono questi gli studenti che vengono maggiormente incoraggiati non solo a partecipare, ma anche ad elaborare la loro tesi di laurea su argomenti inerenti il progetto a cui partecipano.

Quadro A5.a – Caratteristiche della prova finale

La prova finale consiste nella discussione **in inglese** di un elaborato scritto **in inglese** (tesi di laurea), inerente al settore aerospaziale con caratteristiche di originalità. La preparazione dell'elaborato si svolge sotto la supervisione di un tutore, individuato tra i docenti strutturati dell'Ateneo, con l'eventuale coinvolgimento di altri docenti di discipline inerenti al tema prescelto. Fermo restando il ruolo del relatore interno all'Ateneo, la tesi di laurea può essere elaborata anche nell'ambito di soggiorni di studio presso altre università o Aziende, sia in Italia che all'estero. Nello svolgimento dell'attività per la prova finale l'allievo dovrà dimostrare, oltre alla padronanza degli argomenti trattati con sviluppi interdisciplinari, la capacità di operare in modo autonomo, scientificamente rigoroso e concretamente efficace.