

PIANO FORMATIVO

Master universitario di Secondo livello in

SPACE TRANSPORTATION SYSTEMS: LAUNCHERS AND RE-ENTRY VEHICLES (STS)

1	Anno accademico	2020-2021
2	Direttore	Prof. Daniele Bianchi
3	Consiglio Didattico Scientifico	<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Mauro Valorani • Prof. Francesco Nasuti • Prof. Francesco Creta • Prof. Pietro Paolo Ciottoli • Prof. Alessandro Zavoli • Prof. Renato Paciorri • Prof. Sergio Pirozzoli • Prof. Bernardo Favini • Prof. Paolo Gaudenzi • Prof. Franco Mastroddi • Prof. Giuliano Coppotelli
4	Delibera di attivazione in Dipartimento	Da definire
5	Data di inizio delle lezioni	Da definire
6	Calendario didattico	<ul style="list-style-type: none"> • Introduction (week 1) • Overview of Launcher Systems (week 2) • Mission Analysis (week 3) • Combustion Modelling (week 4) • Liquid Rocket Engine Thrust Chamber (week 5) • Pump-fed Systems (week 6) • Rocket Nozzles (week 7) • Aerothermodynamics of launchers and re-entry vehicles (week 8) • Solid Rocket Motors (week 9) • Launcher Design (week 10) • EcosimPro ESPSS Library (week 11) • Structures (week 12) • Ground Segment (week 13) • Space Program and Launcher System Management (week 14) • Quality, Certification, Cost Management (week 15)
7	Eventuali partner convenzionati	ASI, Agenzia Spaziale Italiana
8	Requisiti di accesso	Possono partecipare al Master, senza limitazioni di età e cittadinanza, coloro che sono in possesso di un titolo



		<p>universitario appartenente ad una delle seguenti classi di laurea:</p> <p>Ingegneria Aerospaziale e Astronautica (25/S e LM-20) Ingegneria Meccanica (36/S e LM-33) Ingegneria dell'Automazione (29/S e LM-25) Ingegneria delle Telecomunicazioni (30/S e LM-27) Ingegneria Elettrica (31/S e LM-28) Ingegneria Elettronica (32/S e LM-29) Ingegneria Energetica e Nucleare (33/S e LM-30) Ingegneria Informatica (35/S e LM-32) Ingegneria Civile (28/S e LM-23)</p> <p>Possono altresì accedere al Master anche i possessori di una Laurea conseguita in Italia in base al sistema previgente alla riforma universitaria del D.M. 509/99 equiparata ad una delle classi suindicate, come da tabella ministeriale</p> <p>https://www.cun.it/uploads/3852/par_2009_04_23.pdf?v=)</p>
9	Modalità di svolgimento della selezione	Prova di ammissione/colloquio
10	Sede attività didattica	Palazzo Baleani, Corso Vittorio Emanuele II, 244 – aula 4; Facoltà di Ingegneria civile e Industriale, via Eudossiana 18 (aula 1/15)
11	Stage	Al termine del periodo di lezioni frontali e del training program nei centri di ricerca europei, è previsto un percorso di internship della durata di sei mesi, all'interno delle aziende del settore aerospaziale sponsor del Master
12	Modalità di erogazione della didattica	convenzionale
13	Finanziamenti esterni, esenzioni, agevolazioni o riduzioni di quota	Si
14	Contatti Segreteria didattica	Indirizzo via Eudossiana 18 Roma 00184 Telefono +39 06 44585882 e-mail mastersts@uniroma1.it

Piano delle Attività Formative

Il Piano formativo è redatto considerando che le attività didattiche frontali e le altre forme di studio guidato o di didattica interattiva devono essere erogate per una durata non inferiore a 300 ore distribuite, di norma, nell'arco di almeno 6 mesi.

Il Piano formativo può prevedere che il Master sia erogato in tutto o in parte utilizzando forme di didattica a distanza o in lingua diversa dall'italiano.

Il numero minimo di Cfu assegnabile ad una attività è 1 e non è consentito attribuire Cfu alle sole ore di studio individuale.

In caso di attività (moduli) che prevedano più Settori Scientifici Disciplinari sono indicati dettagliatamente il numero di Cfu per ognuno di essi.

Denominazione attività formativa	Obiettivi formativi	Docente ¹	Settore scientifico disciplinare (SSD)	CFU	Tipologia	Verifica di profitto (Se prevista, e modalità)
Modulo I: Introduction	Planning of the Lectures, modality of attendance; description of the Master Course and courseworks explanation Programming modules	Prof. Daniele Bianchi	ING/IND 07	3	Lezioni frontali	Prevista Consegna di tre elaborati scritti su moduli di programmazione e strumenti di analisi
Modulo II: Overview of Launcher Systems	Introduction to Space Transportation Systems (STS); expendable launcher systems and sub-systems; Launcher Elements of the Ariane 5 Family; ESA and	Da definire	ING/IND 03 - 09	3	Lezioni, Esercizi, Seminari	Non prevista

¹ Inserire solo docenti Sapienza in servizio (no quiescenza, no anno sabbatico, no trasferimento). Per tutti gli altri inserire "docente da definire".

	ASI programs in Space Transportation Systems					
Modulo III: Space Program Management & Quality Certification	Programs in Space Transportation Systems; Cost management of Space Programs; Organization and management of a system team for launcher development; Space for Security & Defense; Dual Use programs; COSMO-SkyMed	Da definire	ING/IND 04 -05 - 09	3	Lezioni, Esercitazioni, Seminari	Non prevista
Modulo IV: Mission Analysis	Staging design principles; Trajectory's phases: vertical ascent; pitch-over; gravity turn; coasting; staging; launch base constraints; Launch trajectory optimization; Orbit sensitivity to injection parameters; Software for Launcher/Mission Design; Preliminary mission design; Preliminary design for airbreathing launchers	Prof. Alessandro Zavoli	ING/IND 03	3	Lezioni, Esercitazioni, Seminari	Non prevista
Modulo V: Combustion Modeling	Thermochemistry, Kinetics, Flames;; Physics of injection and mixing; Turbulent Combustion Modeling; Introduction to Liquid Propulsion Systems; Liquid Propellants Classification; Combustion Chamber Configurations;	Prof. Francesco Creta	ING/IND 07	3	Lezioni, Esercitazioni, Seminari	Non prevista

	Preburners; Combustion instability; Measurement Techniques in Thrust Chamber					
Modulo VI: Liquid Rocket Engine (LRE) Thrust Chamber	LRE Cycles; Operating envelopes and transients; Engine mechanical design; LRE System Analysis and trade-off criteria; LRE Thrust chamber; Ignition and Ignition Devices; Advanced Combustion Chambers; Thrust Chamber Life; LRE Thrust chamber cooling systems and LRE development testing activities	Prof. Francesco Nasuti	ING/IND 07	3	Lezioni, Esercitazioni, Seminari	Non prevista
Modulo VII: Pump-fed Systems	Architectures & typologies; Components design of pumps & turbines; Pump-fed cycle analysis; Cavitation in cryogenic pumps; TP's auxiliary subsystems	Prof. Mauro Valorani	ING/IND 07	3	Lezioni, Esercitazioni, Seminari	Non prevista
Modulo VIII: Rocket Nozzles	Design of classical LRE Nozzles, loads, contouring methods, cooling, mechanical design, flow separation and side-loads; Advanced LRE Nozzle Concepts; Dual bell nozzles: results of recent numerical and theoretical studies on the characteristics of dual bell nozzles Techniques in Thrust Chamber	Prof. Francesco Nasuti	ING/IND 07	3	Lezioni, Esercitazioni, Seminari	Non prevista

Modulo IX: Aero-thermo-dynamics of launchers and re-entry vehicles	Shock-Shock interferences and Shock- Wave/Boundary Layer Basic Interactions; Experimental and physical aspects of basic aerothermodynamics for launchers and rocket nozzles; Modelling Re-entry Aerothermodynamic Phenomena; Aerothermodynamics of nozzle and after bodies for launchers; Aerodynamic derivatives of the launcher; Launcher Base Drag; The European Project of the Experimental Vehicle IXV; CFD methods for high speed flows	Prof. Renato Paciorri	ING/IND 06	3	Lezioni, Esercitazioni, Seminari	Non prevista
Modulo X: Solid Rocket Motors	Solid Rocket Motor Internal Ballistic; Solid Rocket Motor Ignition Transient; Pressure and Thrust Oscillations in Solid Rocket Motors; SRM Static Firing Tests and Flights Performance Analysis	Prof. Bernardo Favini	ING/IND 06	3	Lezioni, Esercitazioni, Seminari	Non prevista
Modulo XI: Launcher design	System loop procedure for feasibility study; Design of propulsion systems: lower stage, upper stage, attitude; control systems; stage separation problems; solid propulsion stage design with TVC	Prof. Daniele Bianchi	ING/IND 07	3	Lezioni, Esercitazioni, Seminari	Prevista Cosegna di due elaborati scritti con valutazione
Modulo XII: ECOSimpro / ESPSS Library	ECOSimpro/ESPSS Library; overview of the EcosimPro platform and ESPSS transient libraries	Da definire	ING/IND 07	3	Lezioni, Esercitazioni, Seminari	Prevista Consegna di un elaborato scritto con valutazione

Modulo XIII: Structures	Launch vehicle structural dynamics; Coupled load analysis; Seismic excitation in the launch phase on payload: modal coupling and participation, effective modal masses. Techniques for reduced-order models in structural dynamics: static and dynamic condensation; Random Vibrations; Experimental structural dynamics.	Prof. Franco Mastroddi	ING/IND 04	3	Lezioni, Esercizi, Seminari	Prevista Consegna di un elaborato scritto con valutazione
Modulo XIV: Ground Segment	Launcher Ground Segment: Vega and Soyuz Mobile Gantry overview; Principles of Launch range design; Ground network support: requirements and operations-Ground telemetry and tracking systems: Antenna parameters, ACU operational modes, Autotracking, Receivers, Telemetry data transfer; Space Link; Link Budget; Pre-launch Operations and Testing; Launch Ground Support; Ground Stations	Da definire	ING/IND 04 - 09	3	Lezioni, Esercizi, Seminari	Non prevista
Tirocinio/Stage	Al termine del periodo di lezioni frontali e del training program nei centri di ricerca europei, gli studenti che hanno preso parte al Master svolgeranno un periodo di tirocinio formativo nelle industrie del settore aerospaziale per mettere in pratica le conoscenze teoriche acquisite durante l'anno accademico		SSD non richiesto	10	Internship formativo sul campo della durata di sei mesi all'interno delle più prestigiose aziende e industrie del settore aerospaziale sponsor del Master	

Altre attività	Keynote Lecture with international manager Training abroad	SSD non richiesto	5	Seminari e convegni con docenti e personalità internazionali del settore aerospaziale. Training all'estero sperimentale e teorico di un mese nei più importanti centri di ricerca europei
Prova finale	La prova finale consiste nella presentazione e discussione di un elaborato di tesi redatto a cura del candidato sul lavoro svolto dallo stesso durante il periodo di internship	SSD non richiesto	3	L'elaborato finale, redatto in lingua inglese e supervisionato dai tutor accademici e aziendali, viene presentato e discusso di fronte alla Commissione giudicatrice che esprime la votazione in centodecimi e può, all'unanimità, concedere al candidato il massimo dei voti con lode.
TOTALE CFU			60	

F.to IL DIRETTORE DEL DIPARTIMENTO