

Denominazione corso di dottorato: METODI E MODELLI PER L'INGEGNERIA SOSTENIBILE

1. Informazioni generali

Corso di Dottorato

Il corso è:	Rinnovo
Denominazione del corso	METODI E MODELLI PER L'INGEGNERIA SOSTENIBILE
Cambio Titolatura?	NO
Ciclo	39
Durata prevista	3 ANNI
Dipartimento/Struttura scientifica proponente	Ingegneria Civile, Informatica e delle Tecnologie Aeronautiche
Presenza di eventuali curricula?	NO
Link alla pagina web di ateneo del corso di dottorato	https://www.uniroma3.it/ricerca/dottorati-di-ricerca/

Descrizione del progetto formativo e obiettivi del corso

Descrizione del progetto:

Il corso di dottorato si prefigge l'obiettivo di formare i futuri dottori di ricerca nelle competenze inerenti alla modellistica e lo sviluppo di metodologie per l'ingegneria proiettata verso le tematiche caratteristiche della transizione energetica e della sostenibilità.

Quest'ultima è qui intesa non solo nell'accezione di equa ed efficiente gestione delle risorse, ma nel suo significato più ampio, che includa la tutela della qualità della vita e della salute dei cittadini tra gli obiettivi primari di un futuro sostenibile.

L'ottenimento della neutralità climatica entro il 2050, all'interno di un apparato produttivo resiliente, rappresenta ad oggi uno dei principali obiettivi della Commissione Europea nell'ambito del programma Horizon Europe, ed il presente dottorato si incardina profondamente e fattivamente all'interno di questa visione. L'ampio spettro di competenze che caratterizzano i docenti appartenenti al Collegio e la loro consolidata esperienza in progetti nazionali ed internazionali sui temi della sostenibilità ambientale, consentirà di promuovere un ambiente di formazione e di ricerca fortemente multidisciplinare, caratterizzato da una continua e profonda interazione tra i diversi settori. Gli studenti del corso potranno sviluppare progetti di ricerca sulle tematiche proprie degli ambiti disciplinari di scienza e tecnologie dei materiali, fisica della materia, meccanica del volo, fotonica, acustica, la scienza dei sistemi complessi, elettrotecnica, fluidodinamica, conversione statica dell'energia elettrica ed azionamenti elettrici, controlli automatici, bioingegneria, telecomunicazioni, costruzioni e strutture aerospaziali, arricchendo e approfondendo le loro conoscenze anche su argomenti funzionali all'arricchimento delle loro capacità di sviluppo metodologico, quali l'ottimizzazione multidisciplinare robusta in presenza di incertezze, la fisica matematica, le teoria delle reti e dei sistemi complessi, la computational intelligence applicata all'ottimizzazione e all'identificazione di modelli fisici non lineari. Nell'ambito della sostenibilità, di interesse per il dottorato sarà anche il tema della mobilità integrata e delle discipline ad esso collegate, quali, ad esempio, i trasporti e le infrastrutture. L'intensa attività di ricerca internazionale svolta dai docenti afferenti al Collegio, testimoniata dalle pubblicazioni e dai numerosi progetti conclusi o in essere con enti di ricerca, aziende e istituzioni accademiche, consentirà ai dottori di ricerca di operare in un contesto di forte internazionalizzazione, tramite il quale potranno creare reti di conoscenza, beneficiare di diversi approcci metodologici, e trarre vantaggio dalla presenza di una rete di laboratori

dove poter condurre l'attività sperimentale. Il progetto verrà arricchito dalle influenze che proverranno dalle attività didattiche e di ricerca svolte in sinergia con Polo di Ostia nel campo delle energie rinnovabili marine, quali a titolo di esempio l'eolico ed il fotovoltaico off-shore e near-shore, gli impianti di generazione che sfruttano maree, correnti marine e moto ondoso e i veicoli marini autonomi per il monitoraggio ambientale o il supporto a operazioni di soccorso. È opportuno sottolineare che il progetto prevede di favorire la comunicazione e l'interazione dei suoi studenti con quelli impegnati negli altri corsi di dottorato offerti dal Dipartimento di Ingegneria attraverso l'accesso a spazi comuni attrezzati, lo svolgimento di attività di ricerca e formazione all'interno delle aree dei laboratori diffusi, recentemente attivati, e partecipando alle iniziative di socializzazione e condivisione dei risultati organizzate periodicamente a livello dipartimentale. È il caso di ricordare la giornata del dottorato, nella quale la revisione periodica delle attività di ricerca in un contesto aperto e informale diventa l'occasione per una interazione diretta e interdisciplinare tra i docenti e gli studenti di tutti i corsi attivi, oppure l'iniziativa PhDLife, recentemente attivata che prevede incontri periodici a carattere seminariale nei quali uno studioso di consolidata esperienza propone un seminario di carattere formativo e assiste alle presentazioni degli studenti, seguite da un dibattito a partecipazione libera.

Obiettivi del corso:

Il presente progetto di formazione dottorale intende fornire competenze avanzate e capacità tecniche di modellazione e di sviluppo metodologico finalizzate all'analisi e alla progettazione di sistemi tecnologici complessi che garantiscano il pieno soddisfacimento delle esigenze emergenti dalla società civile garantendo, al contempo, la piena sostenibilità ambientale e l'accettazione delle innovazioni tecnologiche da parte dei cittadini. Questo ambizioso progetto richiede un approccio intrinsecamente multidisciplinare che permetta al futuro dottore di ricerca di svolgere attività di innovazione negli ambiti propri dell'ingegneria industriale, dell'informazione e dell'ingegneria civile, traendo vantaggio anche dalle conoscenze proprie delle scienze di base. In quest'ottica, assume un'importanza vitale la capacità di impostare e risolvere problemi multidisciplinari di elevatissima complessità, affrontabili solo se in possesso di una preparazione ad amplissimo spettro, allineata con le frontiere più avanzate della ricerca.

La forte caratterizzazione multidisciplinare del membri del Collegio, evidenziata non solo dai settori scientifici di appartenenza, ma anche dalla multiformità delle tematiche di ricerca documentate nella consistente produzione scientifica, garantisce l'impalcatura culturale sulla quale costruire il programma formativo finalizzato agli ambiziosi obiettivi descritti. Corsi di alta qualificazione tenuti dai docenti del Collegio saranno parte integrante dell'attività formativa degli studenti, e saranno integrati da un'intensa attività seminariale svolta da esperti internazionali di riferimento dei rispettivi settori. All'inizio del loro percorso dottorale gli studenti potranno definire, con l'aiuto dei supervisori, il percorso formativo più adatto al loro progetto scegliendo tra i corsi proposti dai docenti del collegio. Corsi e seminari non avranno il solo obiettivo di fornire le necessarie competenze teoriche con un approccio rigoroso e allineato con lo stato dell'arte nei rispettivi settori, ma anche preparare gli studenti ad operare con gli strumenti più avanzati per l'analisi sperimentale, la manifattura additiva assistita digitalmente, la caratterizzazione di materiali, la simulazione di sistemi complessi. La recente creazione di cinque Laboratori Diffusi all'interno del Dipartimento di Ingegneria consentirà allo studente di operare nelle migliori condizioni per mettere in pratica questi obiettivi. Attraverso l'attività di laboratorio lo studente potrà acquisire le competenze e le tecniche operative multidisciplinari e trasversali attualmente molto richieste dal mondo lavorativo. I laboratori diffusi che sono stati recentemente attivati presso il DING sono:

1. Laboratorio Diffuso di Modelli Computazionali per Sistemi Complessi (MCSisCom)
2. Laboratorio Diffuso Sicurezza dei SistEMI Naturali e delle infrAstrutTurE (DISSEMINATE)
3. Laboratorio Diffuso Di Caratterizzazioni Ottiche E Magneto Elettro-Acustiche (COMETA)
4. Laboratorio Diffuso di Real-Time Digital Twin per progettazione e diagnostica avanzate (RTD-Twin)

5. Laboratorio Diffuso di Additive Manufacturing (3DINGLab – già recentemente potenziato).

L'investimento infrastrutturale legato alla creazione e al futuro sviluppo dei laboratori diffusi permetterà agli studenti di dottorato di pianificare le loro attività facendo affidamento su un contesto operativo di elevatissimo valore tecnologico, in costante evoluzione e allineato con i più avanzati laboratori in ambito internazionale, europeo ed extraeuropeo. Le dotazioni tecnologiche dei laboratori diffusi faciliteranno l'interazione diretta con ricercatori e dottorandi operanti in analoghe strutture all'estero, permettendo lo scambio di dati, la verifica incrociata di metodologie e modelli e, ovviamente, la mobilità in ingresso e in uscita di studenti.

A questo proposito, è opportuno specificare che verrà consolidata la prassi per i dottorandi di fruire, durante il dottorato, di un periodo significativo di permanenza all'estero, indicativamente da 3 mesi ad un anno. I dottorandi saranno ospitati da Università, centri di ricerca, aziende impegnate nella ricerca applicata, con sedi in paesi europei ed extraeuropei, approfittando dell'ampissima rete di contatti dei docenti e dei ricercatori afferenti al Collegio della presente proposta dottorale.

Sbocchi occupazionali e professionali previsti

La figura professionale che verrà formata in accordo con i principi formativi descritti sarà caratterizzata da competenze specifiche di altissimo livello, inquadrata però in una visione intrinsecamente e profondamente multidisciplinare. La combinazione di competenze e infrastrutture, anche basata su una interconnessa rete di collaborazioni internazionali, potrà permettere allo studente di acquisire quelle competenze trasversali che, unite alle specializzazioni verticali specifiche di ogni progetto, forniranno la flessibilità e l'elasticità che oggi sono sempre più richieste a ricercatori e ingegneri impegnati nello sviluppo e consolidamento di nuovi metodi e modelli per l'ingegneria sostenibile. Questo permetterà al futuro dottore di ricerca di mettere a disposizione la sua preparazione peculiare, pertinente all'ambito disciplinare di appartenenza, nei contesti più diversificati, interfacciandosi in maniera efficace con i colleghi di diversa estrazione. Il dottore di ricerca potrà integrarsi senza difficoltà in gruppi di lavoro precostituiti e contribuire fattivamente a formarne di nuovi. Lo sviluppo delle cosiddette soft-skills sarà un aspetto che non verrà trascurato nel processo formativo. La capacità di comunicare, di affrontare e risolvere problemi, di adattarsi a condizioni operative in rapida evoluzione e di mantenere sempre alto il livello di creatività saranno caratteristiche che contribuiranno a rendere la figura professionale del futuro dottore di ricerca di sicuro interesse per qualsiasi contesto lavorativo.

Bisogna inoltre sottolineare come le tematiche trattate, le competenze acquisite e l'approccio teorico-sperimentale del percorso triennale renderanno il profilo del dottore di ricerca in uscita fortemente attrattivo per il mondo industriale. Le sfide tecnologiche previste nel prossimo futuro, quali, ad esempio, la transizione energetica e le energie rinnovabili oppure i nuovi paradigmi di trasporto aereo, navale e terrestre, imporranno alle nuove generazioni di ingegneri impegnati nel comparto produttivo capacità di modellazione ed analisi in linea con le più avanzate conoscenze. L'identificazione e la modellazione di sistemi non lineari, la caratterizzazione di materiali innovativi, le tecniche più avanzate di ottimizzazione in presenza di incertezze, il ricorso alla computational intelligence per l'analisi di dati e per le proiezioni, sono competenze sulle quali le industrie stanno investendo in maniera crescente. I profili formati dal presente progetto di dottorato saranno allineati con queste esigenze. Ovviamente, il profilo professionale in uscita dal dottorato di ricerca in Metodi e Modelli per l'Ingegneria Sostenibile sarà di sicuro interesse per centri ed enti di ricerca pubblici o privati e per istituzioni accademiche. L'accento che verrà posto sugli aspetti di internazionalizzazione garantirà la spendibilità delle professionalità sviluppate sul mercato del lavoro internazionale fornendo ai futuri dottori di ricerca la più libera e ampia possibilità di pianificazione della loro carriera e, in definitiva, della loro vita professionale.

Coerenza con gli obiettivi del PNRR

I temi e gli obiettivi di questo progetto di dottorato di ricerca sono fortemente connessi con le missioni del PNRR e gli obiettivi di molte delle azioni di investimento in esso previste. Come corso di dottorato di nuova costituzione si colloca centralmente rispetto alla Missione 4, con

particolare riferimento alla componente M4C2-Dalla ricerca all'impresa, essendo centrato sullo sviluppo e la diffusione di modelli innovativi per la ricerca di base e applicata, finalizzato al potenziamento delle infrastrutture nelle quali opereranno gli studenti e dedicando particolare attenzione agli aspetti di trasferimento tecnologico. Il forte coinvolgimento dei docenti del collegio in attività finanziate dalla Commissione Europea sugli aspetti della sostenibilità garantirà un contributo significativo all'investimento M4C2.2.2-Partenariati Horizon Europe, incoraggiando gli studenti di dottorato a consolidare le reti internazionali nelle quali sono inseriti ed a costituirne di nuove, anche con l'obiettivo di partecipare ai bandi competitivi nell'ambito Horizon Europe sotto la guida dei supervisori. A questo proposito è utile ricordare che le attività di ricerca dei docenti proponenti sono pienamente inquadrare nei cluster IV e V del programma quadro europeo e con le aree di intervento del PNR 2021/2027, in particolare per gli ambiti 5.4.7 Aerospazio, 5.5.1 Mobilità sostenibile, 5.5.3 Energetica industriale, 5.1.3 Biotecnologie, 4.1 Transizione digitale I4.0, 5.4.3 Intelligenza artificiale, 5.4.6 Innovazione per l'industria manifatturiera. Questo faciliterà l'accesso ai fondi dell'investimento 1.1 di M4C2.1-Fondo per il PNR e per PRIN, e darà agli studenti ulteriori possibilità di interazione e networking, permettendo loro di essere coinvolti in progetti di elevata rilevanza nazionale. L'ampio spettro di competenze dei docenti afferenti al collegio permetterà anche di contribuire alle missioni M2C2-Energia rinnovabile, idrogeno, rete e mobilità sostenibile e M3C2-Intermodalità e logistica integrata.

Per il 39° ciclo, il corso di dottorato propone sette borse a valere sulle risorse associate al PNRR e una finanziata su fondi di Dipartimento relativi al progetto SQUID finanziato dal MUR, nel quadro dell'attuazione del PNRR, Missione 4 "Istruzione e Ricerca" – Componente 2 "Dalla ricerca all'impresa", Investimento 1.2 "Finanziamento di progetti presentati da giovani ricercatori". Delle borse a valere sulle risorse PNRR, quattro vengono proposte ex D.M. 117/2023 e tre ex D.M. 118/2023. Le tematiche relative alle borse su risorse PNRR sono brevemente descritte nel seguito.

La proposta PICUS-PRO - Diagnostica, monitoraggio e stima dell'integrità strutturale di beni artistici ed architettonici mediante sensori e reti di sensori intelligenti riguarda lo sviluppo di metodologie innovative per l'indagine, l'analisi e la modellistica delle problematiche relative alla salvaguardia di beni artistici ed architettonici

La proposta DROPSIC - Aerodinamica, aeroacustica e psicoacustica di sistemi multipli a propulsione distribuita ha come obiettivo l'approfondimento sperimentale della conoscenza della complessa fisica del flusso derivante dall'interazione tra sistemi di eliche in diverse configurazioni di installazione correlandola con il campo acustico in prossimità delle sorgenti.

La proposta "Multi-scale advanced characterisation of novel thin metal layers for packaging" ha come obiettivo lo sviluppo di procedure innovative per la caratterizzazione avanzata di strati metallici sottili per imballaggio. Co-finanziata da Il Sentiero International Campus Srl.

La proposta "Materiali innovativi "green" per emissione/assorbimento del suono" riguarda lo sviluppo di materiali innovativi atti a favorire emissione ed abbattimento sonoro in modo spazialmente controllato e non convenzionale. Co-finanziata da K-Array s.r.l.

La proposta "Architetture di conversione statica per applicazioni industriali: produzione di idrogeno e applicazioni a bordo treno" ha come scopo lo sviluppo di architetture di conversione statica di potenza per il settore industriale, con riferimento ai sistemi di alimentazione sia per impianti di produzione idrogeno che per l'alimentazione degli ausiliari e dei servizi di bordo di convogli ferroviari. Co-finanziata da Mesar srl.

La proposta "Architetture di conversione e controllo per la stima in frequenza dell'impedenza in media tensione" ha come obiettivo l'individuazione di architetture di conversione della potenza elettrica e del relativo controllo per la stima online di impedenza fino a tensioni dell'ordine degli 11 kV. Co-finanziata da ED Elettronica Dedicata srl.

Tipo di organizzazione

1) Dottorato in forma non associata (Singola Università)

2. Eventuali curricula

Curriculum dottorali afferenti al Corso di dottorato

La sezione è compilabile solo se nel punto "Corso di Dottorato" si è risposto in maniera affermativa alla domanda "Presenza di eventuali curricula?"

3. Collegio dei docenti

Coordinatore

Cogno me	Nome	Ateneo Proponen te:	Dipartimen to/ Struttura	Qualifi ca	Settore concursu ale	Are a CU N	Scopus Author ID (obbligato rio per bibliometri ci)	ORCI D ID
IEMMA	Umberto	ROMA TRE	Ingegneria	Professore Ordinario (L. 240/10)	09/A1	09	558438963 00	

Curriculum del coordinatore

Studi e formazione

1995-1996

Borsista di post dottorato presso l'Università degli Studi Roma Tre su temi relativi allo sviluppo di modelli per la previsione dei carichi aerodinamici su rotori di elicottero in volo d'avanzamento.

1994

Dottorato di Ricerca in Ingegneria Aerospaziale, Università degli Studi di Roma "La Sapienza". Tesi dal titolo "Metodi Integrali in Aerodinamica Transonica".

1991

Laurea in Ingegneria Aeronautica, Università degli Studi di Roma "La Sapienza". Tesi dal titolo "Un metodo agli elementi di contorno per l'analisi di problemi stazionari transonici".

Posizione accademica

2019-oggi Professore ordinario, SC 09/A1 Ingegneria Aeronautica, Aerospaziale e Navale, SSD ING-IND/04 Costruzioni e Strutture Aerospaziali presso il Dipartimento di Ingegneria, Università Roma Tre.

2013-2019 Professore associato, SC 09/A1 Ingegneria Aeronautica, Aerospaziale e Navale, SSD ING-IND/04 Costruzioni e Strutture Aerospaziali presso il Dipartimento di Ingegneria, Università Roma Tre.

2006-2012 Professore associato, SSD ING-IND/04 Costruzioni e Strutture Aerospaziali presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università Roma Tre, Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Industriale.

1996-2006 Ricercatore nel SSD ING-IND/04 Costruzioni e Strutture Aerospaziali presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università Roma Tre, Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Industriale.

Esperienza didattica

2009-oggi Corso di Progettazione Strutturale di Velivoli come compito didattico per il corso di

Laurea Magistrale in Ingegneria Aeronautica dell'Università degli Studi Roma Tre.
2010-oggi Corso di Meccanica Razionale come compito didattico per il corso di Laurea Triennale in Ingegneria Meccanica dell'Università degli Studi Roma Tre.
2006-2009 Incarico didattico per il corso di Dinamica Strutturale per il corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Aeronautica dell'Università degli Studi Roma Tre.
2004-2006 Affidamento del corso di Dinamica Strutturale per il corso di Laurea di secondo livello in Ingegneria Aeronautica dell'Università degli Studi Roma Tre (D.M. 509).
2001-2006 Affidamento del corso di Meccanica Razionale per il corso di Laurea di primo livello in Ingegneria Meccanica dell'Università degli Studi Roma Tre.
1999-2002 Affidamento del corso di Meccanica Razionale per il corso di Laurea in Ingegneria Meccanica dell'Università degli Studi Roma Tre.
1997-2001 Attività di supporto alla didattica nel corso di Aeroelasticità Applicata tenuto dal Prof. Luigi Morino per il corso di Laurea in Ingegneria Meccanica della Facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi Roma Tre.
1996-1999 Attività di supporto alla didattica nel corso di Meccanica Razionale tenuto dal Prof. Luigi Morino per i corsi di Laurea in Ingegneria Meccanica e Ingegneria Civile della Facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi Roma Tre.
1994-1995 Attività di supporto alla didattica nel corso di Aeroelasticità Applicata tenuto dal Prof. Luigi Morino per il corso di Laurea in Ingegneria Aeronautica della Facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi di Roma La Sapienza.

Altre attività e incarichi didattici

2022-2023 Coordinatore del Dottorato di ricerca in Metodi e Modelli per l'Ingegneria Sostenibile
2020-2022 Coordinatore del Dottorato di ricerca in Ingegneria Meccanica e Industriale
2006-oggi Ha ricoperto il ruolo di docente guida di 19 studenti di Dottorato di Ricerca dal ciclo XIX al XXXVII
2013-2014 Coordinatore Erasmus per la Sezione di Ingegneria Meccanica e Industriale del Dipartimento di Ingegneria.
2009-2011 Membro della Commissione Programmazione della Facoltà di Ingegneria.
1996-oggi Ha ricoperto il ruolo di relatore per un consistente numero di tesi di laurea di vecchio ordinamento in Ingegneria Meccanica, ordinamento DM509 laurea primo livello Ingegneria Meccanica e specialistica in Ingegneria Aeronautica, DM 270 laurea triennale in Ing. Meccanica e Laurea Magistrale in Ing. Aeronautica.

Temi di ricerca

Modellazione teorico/numerica di mezzi continui con caratteristiche non convenzionali. Questo tema di ricerca si inquadra nell'ambito dello sviluppo di tecnologie fortemente innovative per l'abbattimento dell'impatto acustico di velivoli. In particolare, l'obiettivo è l'elaborazione di modelli teorici e metodi numerici per il progetto di meta-materiali capaci di fornire una risposta acustica non convenzionale in presenza di flussi non uniformi. Comportamenti obiettivo della ricerca sono, ad esempio, la cancellazione dello scattering di ostacoli (acoustic cloaking), l'assorbimento ad ampio spettro dell'energia acustica, e la manipolazione differenziale delle proprietà di riflessione (reflection steering). La ricerca prende le mosse dalla definizione di proprietà meccaniche fondamentali non vincolate dai limiti dei materiali continui "naturali" (densità tensoriale, risposta inerziale "anisotropa", componente sferica degli sforzi "non idrostatica" o "pseudo-idrostatica") e si sviluppa attraverso una rivisitazione delle equazioni fondamentali della meccanica del continuo basata su queste ipotesi. L'obiettivo finale è una riformulazione delle analogie acustiche che tenga conto della risposta non convenzionale di tali materiali.

Sviluppo di configurazioni non convenzionali di velivoli da trasporto civile a basso impatto ambientale. L'obiettivo dell'attività di ricerca è l'analisi e l'ottimizzazione multidisciplinare di velivoli non convenzionali capaci di garantire il soddisfacimento della richiesta di mercato del trasporto civile nell'orizzonte del 2050 e, allo stesso tempo, assicurare la sostenibilità

ambientale dell'intero sistema. L'attività si sviluppa nell'ambito di progetti nei quali l'impatto ambientale è interpretato nel senso più ampio, includendo aspetti relativi al rumore, il consumo di carburante e le emissioni. Sono attualmente in fase di sviluppo metodi per la progettazione concettuale multidisciplinare di velivoli a propulsione ibrida per trasporto regionale, principalmente del tipo Blended-Wing-Body (BWB). L'adozione di configurazioni BWB per velivoli di piccole dimensioni impone un legame strettissimo tra prestazioni aerodinamiche e requisiti di missione a causa dei vincoli di altezza in cabina che richiede particolare attenzione nella scelta dei modelli da utilizzare nel processo di ottimizzazione.

Metodi per l'ottimizzazione multidisciplinare di progetto in presenza di aleatorietà Questa attività è svolta in stretta collaborazione con il CNR-INM (ex INSEAN), il CIRA e l'Università dell'Iowa. L'obiettivo è lo sviluppo di metodologie di alta efficienza per l'ottimizzazione robusta e affidabile in presenza di incertezze di varia natura. Uno degli aspetti sui quali è attualmente concentrato il lavoro è lo sviluppo di metodi per l'analisi dell'incertezza con elevato rateo di convergenza. L'approccio standard basato sul metodo Montecarlo risulta infatti poco efficiente e particolarmente avido di risorse di calcolo specialmente in quelle applicazioni nelle quali la dipendenza delle funzioni oggetto dell'analisi dalle variabili e parametri stocastici è particolarmente articolata (funzioni fortemente multimodali) e il dominio di analisi appartiene a spazi con un elevato numero di dimensioni. La ricerca è attualmente focalizzata su metodologie Montecarlo multilivello e l'uso di metamodelli dedicati. Infatti, una parte significativa dell'attività è dedicata allo sviluppo di metamodelli stocastici adattativi in grado di evolvere durante il processo di ottimizzazione (o di quantificazione delle incertezze) sfruttando progressivamente le informazioni acquisite attraverso le simulazioni e indirizzando l'utilizzo delle risorse disponibili nelle zone dello spazio di progetto con i livelli di incertezza più elevati.

Sviluppo di algoritmi deterministici per l'ottimizzazione globale multiobiettivo

L'obiettivo è lo sviluppo di metodi di ottimizzazione globale di tipo deterministico per problemi multiobiettivo. La crescente necessità di affrontare i processi di ottimizzazione tenendo conto simultaneamente di obiettivi multipli ha progressivamente innalzato il costo di questo tipo di analisi in termini di tempi e risorse. La natura statistica della maggioranza degli algoritmi di ottimizzazione globale impone la ripetizione dell'analisi per ottenere risposte statisticamente significative, con un evidente aggravio dei costi complessivi. Il lavoro di ricerca si pone come obiettivo lo sviluppo di metodi che siano di natura deterministica, rapidamente convergenti anche in problemi caratterizzati da fronti di Pareto di geometria complessa. Sono attualmente allo studio approcci ibridi globale/locale, e metodi a sciame puramente deterministici.

Sviluppo di modelli per l'ottimizzazione di progetto e di procedure per la riduzione dell'impatto acustico di velivoli con vincoli e fattori di merito di natura percettiva.

Lo sviluppo di questo tema ha avuto inizio con il progetto SEFA (FP6) nel quale per la prima volta si è cercato di mitigare l'impatto acustico delle operazioni di velivoli civili puntando ad una riduzione del fastidio, piuttosto che alla riduzione dell'intensità della perturbazione acustica. Questo cambio di paradigma impone l'analisi di aspetti di natura percettiva, che sono fortemente influenzati dal contesto culturale, emotivo e da considerazioni di natura fisiologica e che quindi impongono il ricorso a competenze nel campo della psicoacustica e fisiologica. L'attività di ricerca ha lo scopo di sviluppare metodologie di progetto capaci di tener conto di questi aspetti spostando l'attenzione sulla qualità delle emissioni acustiche. Per far ciò è necessario valutare l'impatto acustico con un elevato livello di dettaglio spettrale e individuare metriche per la stima dell'impatto percettivo.

Sviluppo di metodologie per la riduzione dimensionale dello spazio di progetto basati su decomposizione statistiche.

Obiettivo di questa attività è la riduzione delle risorse di calcolo necessarie in problemi di ottimizzazione definiti in spazi con un elevato numero di dimensioni identificando sottospazi di dimensioni inferiori nei quali l'immagine del dominio di progetto preservi la massima variabilità possibile per i fattori di merito di interesse. Sono attualmente allo studio approcci basati su decomposizioni statistiche (KLD, PCA) e reti neurali (DAE). Risultati preliminari mostrano riduzioni nell'ordine del 50 % mantenendo il 95 % della varianza del problema nello spazio originario.

Sviluppo di solutori per equazioni integrali di campo/contorno ad alta efficienza ed elevata accuratezza.

Attività che ha avuto inizio durante il lavoro di dottorato e tutt'ora in corso si svolge lungo due percorsi paralleli: i) sviluppo di solutori ad elevata accuratezza basati su formulazioni iso-geometriche polinomiali (ordine 3) e NURBS; ii) schemi di parallelizzazione in ambienti eterogenei distribuiti basati su paradigmi MIMD e SIMD. Progetto AcouSTO (<http://acousto.sourceforge.net>).

Sviluppo di modelli per la simulazione al calcolatore di tecniche di misura innovative in aeroacustica. Progetto in corso nell'ambito dei gruppi NATO-AVT 233 e 318 che ha come obiettivo lo sviluppo di modelli numerici per la simulazione di tecniche di misura aeroacustiche innovative basate su eccitazione con laser di alta potenza o archi voltaici. In particolare, è in corso la caratterizzazione di modelli di sorgente per riprodurre le osservazioni sperimentali ottenute presso il DLR generando micro bolle di plasma in galleria del vento.

Sviluppo di metodi di identificazione modale di strutture non omogenee output-only mediante misure non invasive.

L'estensione della decomposizione di Karhunen-Loève a spazi vettoriali nei quali il prodotto interno sia definito opportunamente ha consentito lo sviluppo di un metodo per l'identificazione modale di strutture con densità non uniforme basato esclusivamente sull'analisi di misure di spostamento. La tecnica è stata inizialmente sviluppata per strutture omogenee come strumento di analisi di misure non invasive per via olografica. La tecnica è stata utilizzata con successo nella caratterizzazione armonica di strutture lignee di impiego artistico-musicale.

Sviluppo di metodi per la previsione dei carichi aerodinamici di ali e rotori in regime transonico. Questo tema rappresenta il filo conduttore dell'attività di ricerca durante tutta la prima parte della carriera del candidato, a partire dal lavoro di tesi di laurea incentrato su problemi bidimensionali, fino allo sviluppo di modelli per l'analisi di rotori di elicottero in avanzamento e di modelli linearizzati di ordine ridotto per l'analisi di ali fisse. Attività legate a questo tema sono state svolte nell'ambito dei progetti DACRO, HELISHAPE, EROS e ROPSAA, nonché nei progetti cofinanziati dall'Agenzia Spaziale Italiana e dal MIUR, sotto la responsabilità del Prof. L. Morino.

Sviluppo di metodi per l'analisi aero-acusto-elastica di strutture a guscio.

Tema di ricerca sviluppato inizialmente in collaborazione con Alenia Pomigliano e finalizzato alla caratterizzazione del rumore in cabina per velivoli turboelica. In particolare, si è sviluppato un modello integrato per l'analisi dell'interazione tra l'aeroacustica esterna, la dinamica della struttura e l'acustica interna. L'approccio utilizza un modello basato su equazioni integrali di contorno per il problema esterno, accoppiato con una rappresentazione modale per la dinamica strutturale e l'acustica interna. La formulazione è stata utilizzata per sviluppare un modello aero-acusto-elastico integrato nello spazio degli stati, depurato degli effetti delle frequenze spurie introdotte dalla rappresentazione integrale dell'aeroacustica esterna.

Progetti di ricerca finanziati dalla Comunità Europea.

- ENODISE (H2020, membro unità di ricerca, in corso)
- VENUS (Clean Sky, Task leader, in corso)
- ANIMA (H2020, Resp. Sc., 2017-2022)
- ARTEM (H2020, Resp. Sc., 2017-2022)
- AERIALIST (H2020, Coord., 2017-2020)
- EASIER (Clean Sky, membro unità di ricerca, 14-17)
- WITTINESS (Clean Sky, membro unità di ricerca, 14-17)
- OPERAIR (FP7, Resp.Sc., 09-14)
- COSMA (FP7, WPL, Resp.Sc., 09-13)
- HPC (CASPUR, Resp.Sc., 09-11)
- SEFA (FP6, Resp. Sc., 04-07)
- PRIN Coord. Prof. Frediani (membro unità di ricerca, 00-02)

- ROSAA (FP4, membro unità di ricerca, 98-00)
- EROS (FP4, membro unità di ricerca, 96-99)
- MURST Coord. Prof. L. Morino (membro unità di ricerca, 96-97)
- MURST Coord. Prof. L. Morino (membro unità di ricerca, 94-95)
- HELISHAPE (FP3, membro unità di ricerca, 93-97)
- DACRO (FP2, membro unità di ricerca, 91-92)

Collaborazioni di ricerca consolidate

Centri di ricerca

- CNR – INM, IT
- ONERA, FR
- DLR, DE
- CIRA, IT
- NLR, NL
- TsAGI, RUS

Istituzioni accademiche

- Boston University, US
- University of Iowa, US
- University of Bath, UK,
- University of Bristol, UK
- Trinity College Dublin, IR
- KTH, S
- La Sapienza, IT

Aziende

- Airbus Group, FR, DE
- SAFRAN Group, FR
- Aeroporti Di Roma, IT
- Leonardo Divisione Velivoli – ex Alenia Aermacchi, IT
- Leonardo Divisione Velivoli – ex Alenia Pomigliano, IT

Piccole e medie imprese

- Anotec, ES
- Ciresa, IT
- Toscana Aeroporti, IT

Incarichi di insegnamento o ricerca presso istituzioni esterne

Gen 2020 Short course Fundamentals of Aeroacoustics, Peking University.

Ott-Dic 2006 Visiting associate professor presso il Massachusetts Institute of Technology.

Incaricato del corso "Aerodynamic modeling for Aeroelastic applications, 16.981-Fall 2006" valido per crediti nell'ambito dello "Graduate Program in Aeronautical Engineering".

Gen-Giu 1993 Visiting researcher presso il centro IBM ECSEC di Roma.

Responsabilità scientifica di progetti di ricerca nazionali e internazionali finanziati attraverso bandi competitivi

2017-oggi Responsabile scientifico dell'unità di ricerca di Roma Tre nel progetto ANIMA (Aviation Noise Impact Management through Novel Approaches), H2020 no. 769627.

2017-oggi Responsabile scientifico dell'unità di ricerca di Roma Tre nel progetto ARTEM (Aircraft noise Reduction Technologies and related Environmental iMpact), H2020 no. 769350.

2017-oggi Coordinatore del progetto AERIALIST (AdvancEd aicRaft-noIse-AiLeviation devIceS using meTamaterials), H2020 no. 723367.

2009-2014 Responsabile scientifico per Università Roma Tre nel progetto OPENAIR (OPTimisation for low Environmental Noise impact AIRcraft), finanziato dalla Commissione Europea nell'ambito del 7° Programma Quadro.

2009-2013 Responsabile scientifico per Università Roma Tre nel progetto COSMA (Community Oriented Solutions to Minimize aircraft noise Annoyance), finanziato dalla Commissione Europea nell'ambito del 7° Programma Quadro. WPL per la progettazione ottimizzata sotto

vincoli di natura percettiva.

2011-2012 Responsabile scientifico del progetto "Assessment of acoustic and aeroacoustic solvers for large scale problems in a distributed computing environments" finanziato dal CASPUR (Consorzio Interuniversitario per le Applicazioni di Supercalcolo Per Università e Ricerca) nell'ambito del bando 2011 per High Performance Computing.

2009-2010 Responsabile scientifico del progetto per la validazione delle prestazioni del codice ACOUSTO in ambiente di supercalcolo, finanziato dal CASPUR (Consorzio Interuniversitario per le Applicazioni di Supercalcolo Per Università e Ricerca) nell'ambito del bando High Performance Computing Grants 2009.

2004-2007 Responsabile scientifico per Università Roma Tre nel progetto SEFA (Sound Engineering For Aircraft), finanziato dalla Commissione Europea nell'ambito del 6° Programma Quadro.

Partecipazione a progetti di ricerca nazionali e internazionali

2020-oggi Membro dell'unità di ricerca di Roma Tre nel progetto ENODISE (Enabling optimized disruptive airframe-propulsion integration concepts) finanziato nell'ambito del programma H2020.

2014-2017 Membro dell'unità di ricerca di Roma Tre nel progetto EASIER (Experimental Acoustic Subsonic wind tunnel Investigation of the advanced geared turbopan Regional aircraft integrating HLD innovative low-noise design) finanziato nell'ambito del programma Clean Sky.

2014-2017 Membro dell'unità di ricerca di Roma Tre nel progetto WITTINESS (WIndTunnel Tests on an Innovative regional A/C for NoisE aSSessment) finanziato nell'ambito del programma Clean Sky.

2000-2002 Partecipazione a progetto PRIN coordinato dal Prof. A. Frediani come componente dell'unità di ricerca coordinata dal Prof. L. Morino.

1998-2000 Membro dell'unità di ricerca di Università Roma Tre nel progetto ROSAA (Integration of advanced aerodynamics in comprehensive rotorcraft analysis) finanziato dalla Commissione Europea nell'ambito del 4° Programma Quadro.

1996-1999 Membro dell'unità di ricerca di Università Roma Tre per il progetto EROS (Development of a Common European Euler Code for Helicopter Rotors) finanziato dalla Commissione Europea nell'ambito del 4° Programma Quadro.

1996-1997 Partecipazione a progetti PRIN (MURST ex-40%) come componente dell'unità di ricerca coordinata dal Prof. L. Morino.

1994-1995 Partecipazione a progetti MURST ex-40% come componente dell'unità di ricerca coordinata dal Prof. L. Morino.

1991-1992 Membro dell'unità di ricerca del CIRA (Centro Italiano di Ricerche Aerospaziali) per il progetto DACRO (Development of Advanced Cfd methods for the design of Rotorcraft blades) finanziato dalla Commissione Europea nell'ambito del 2° Programma Quadro.

Contratti di ricerca

Mag-Lug 2018 Consulenza tecnico-scientifica intitolata "Parere tecnico sulla proiezione dell'impatto ambientale dell'Aeroporto di Firenze-Peretola Amerigo Vespucci nell'orizzonte temporale del 2035" per la società Toscana Aeroporti.

Apr-Mag 2014 Consulenza tecnico-scientifica sul tema "Determinazione delle curve di taratura per il progetto Sounds Of the City" per la società Progetto P.A., finalizzata alla taratura acustica di periferiche personali per il monitoraggio diffuso del rumore generato da mezzi di trasporto terrestre e aereo.

Feb-Mar 2014 Consulenza tecnico-scientifica intitolata "Parere tecnico comparativo su procedure di decollo dall'Aeroporto di Ciampino G. B. Pastine" per Aeroporti di Roma.

2008-2009 Consulenza tecnico-scientifica intitolata "Aeroporto di Fiumicino Leonardo da Vinci: predizione e stima dell'impatto acustico dell'aviazione civile di nuova generazione nello scenario tecnologico previsto al 2040" per Aeroporti di Roma.

2003-2004 Consulenza tecnico-scientifica intitolata "Metodologie non invasive per l'analisi modale di pianofoni" per la ditta Ciresa.

Altre attività e incarichi accademici e di ricerca

2022-oggi Membro dello "NATO AVT-ET-232 STO Expert Panel - Machine Learning and Artificial Intelligence for Military Vehicle Design".
2017-oggi Membro dello "NATO AVT-318 STO Expert Panel - Low Noise Aeroacoustic Design for Turbofan Powered NATO Air Vehicles".
2015-2020 Membro dello "NATO AVT-252 STO Expert Panel - Stochastic Design Optimization for Naval and Aero Military Vehicles".
2015-2020 Membro dello "NATO AVT-233 STO Expert Panel - Aeroacoustics of Engine/Rotor Installation for Military Air Vehicles".
2013-2014 Coordinatore delle attività Erasmus per la Sezione di Ingegneria Meccanica e Industriale del Dipartimento di Ingegneria.
2009-2011 Membro della Commissione Programmazione della Facoltà di Ingegneria.
2006-oggi Membro del Collegio dei Docenti del corso di Dottorato DOT03A7585 (2006-2015) e DOT13A7511 (2013-oggi)
1996-oggi Responsabile della Sezione di Costruzioni Aeronautiche del Laboratorio numerico/sperimentale di Ingegneria Meccanica e Industriale.
2008-oggi Coordinatore del progetto open-source AcouSTO (Acoustic Simulation TOol, <http://acousto.sourceforge.net>) per lo sviluppo di un codice BEM aperto per la simulazione di problemi di acustica e aeroacustica in ambienti di calcolo ad alte prestazioni.

Partecipazione come relatore e organizzatore a convegni e workshops

2022 Relatore (memoria invitata) al 28th International Congress on Sound and Vibration - ICSV28, Singapore, luglio 2022
2021 Relatore (memoria invitata) al 27th International Congress on Sound and Vibration, ICSV27, virtual congress.
2020 Relatore (memoria invitata) a AERODAYS2020, Berlino, 12-17 maggio 2020.
2020 Workshop Spacetime Design of Aeroacoustic Metacontinua, Peking University, su invito del Prof. Xun Huang.
2020 Workshop AdvancEd aircraft-noise-Alleviation devIceS using meTamaterials, Peking University, su invito del Prof. Xun Huang.
2019 Workshop Theoretical and numerical modelling of metamaterials tailored to aeroacoustic applications, Braunschweig, su invito del Prof. Jan Delfs.
2019 Organizzatore e relatore del CEAS-ASC workshop "New materials for applications in aeroacoustics", IT
2018 Relatore al CEAS-ASC workshop Future Aircraft Design and Noise Impact, Amsterdam, NL.
2018 Relatore (memoria invitata) al 25th International Congress on Sound and Vibration - ICSV25, Hiroshima.
2017 Relatore al International Congress on Noise Control Engineering - INTER-NOISE17.
2016 Relatore (memoria invitata) al 23th International Congress on Sound and Vibration - ICSV23, Athens.
2016 Relatore (memoria invitata) al 13th International Workshop on Finite Elements for Microwave Engineering, Firenze.
2015 Relatore al 44th International Congress on Noise Control Engineering - INTER-NOISE15.
2014 Relatore al 43rd International Congress on Noise Control Engineering - INTER-NOISE14.
2013 Relatore (memoria invitata) al 20th International Congress on Sound and Vibration - ICSV20.
2012 Relatore nel 16th workshop of the Aeroacoustics Specialist Committee of CEAS - Aeroacoustic installation effects & novel aircraft architectures.
2012 Relatore al 19th International Congress on Sound and Vibration - ICSV19".
2011 Relatore e moderatore del workshop "ICAO Balanced Approach to Aircraft Noise for SCL Airport", organizzato dalla "Dirección General de Aeronáutica Civil de Chile" sul tema dell'implementazione dell'approccio bilanciato allo sviluppo sostenibile dell'aviazione civile secondo le direttive ICAO nel caso studio costituito dello scalo "Arturo Merino Benitez" di Santiago de Chile.
2011 Relatore al 18th International Congress on Sound and Vibration - ICSV18.

2011 Relatore (memoria invitata) al "X-Noise - Aircraft Noise and Emission Workshop".
 2011 Organizzatore e moderatore del workshop "Progettazione degli aeroporti robusta ed ecosostenibile. BALANCE: uno strumento di lavoro", tenutosi presso la l'Università degli Studi Roma Tre e patrocinato da ENAC (Ente Generale per Aviazione Civile) mirato alla costituzione di un tavolo di confronto tra progettisti aeronautici, gestori aeroportuali e autorità di pianificazione logistica del territorio.
 2010 Relatore al 17th International Congress on Sound and Vibration - ICSV17.
 2009 Relatore al 16th International Congress on Sound and Vibration - ICSV16.
 2008 Relatore a "Acoustics'08", Paris, France.
 2007 Membro del comitato organizzatore e relatore dello "X3-Noise Technology Workshop" sul tema dell'implementazione delle strategie di riduzione del rumore aeronautico a lungo termine per il raggiungimento degli obiettivi di abbattimento al 2050 identificati da ACARE (Advisory Council for Aviation Research and innovation in Europe), Roma.
 2007 Relatore e membro del comitato organizzatore de 13th AIAA/CEAS Aeroacoustics Conference".
 2005 Relatore al "International Conference on Computational and Experimental Engineering and Sciences - ICESS'05".
 2004 Relatore al 11th International Congress on Sound and Vibration - ICSV11.
 2002 Relatore al 9th International Conference on Sound and Vibration - ICSV9.
 2000 Relatore al 7th International Congress on Sound and Vibration - ICSV7.
 1999 Relatore al 6th Int. Congress on Sound and Vibration - ICSV6.
 1994 Relatore al 19th Congress of the International Council of Aeronautical Sciences 1994.
 1993 Relatore (memoria invitata) al workshop "Mathematische Grundlagen und numerische Verfahren bei transsonischen Strömungen" presso il Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach.

Componenti del collegio (Personale Docente e Ricercatori delle Università Italiane)

n.	Cognome	Nome	Ateneo	Dipartimento / Struttura	Ruolo	Qualifica	Settore concorsuale	Area CUN	SSD
1.	BEMPORAD	Edoardo	ROMA TRE	Ingegneria	COMPONENTE	Professore Ordinario	09/D1	09	ING-IND/22
2.	BERNARDINI	Giovanni	ROMA TRE	Ingegneria	COMPONENTE	Professore Associato (L. 240/10)	09/A1	09	ING-IND/04
3.	CAMUSSI	Roberto	ROMA TRE	Ingegneria	COMPONENTE	Professore Ordinario	09/A1	09	ING-IND/06
4.	CARRESE	Stefano	ROMA TRE	Ingegneria	COMPONENTE	Professore Ordinario (L. 240/10)	08/A3	08	ICAR/05
5.	CINCOTTI	Gabriella	ROMA TRE	Ingegneria	COMPONENTE	Professore Ordinario	09/G2	09	ING-INF/06
6.	DI MARCO	Alessandro	ROMA TRE	Ingegneria	COMPONENTE	Professore Associato (L. 240/10)	09/A1	09	ING-IND/06
7.	GABRIELLI	Andrea	ROMA TRE	Ingegneria	COMPONENTE	Professore Associato (L. 240/10)	02/B2	02	FIS/03

n.	Cognome	Nome	Ateneo	Dipartimento / Struttura	Ruolo	Qualifica	Settore concorsuale	Area CUN	SSD
8.	GENNARETTI	Massimo	ROMA TRE	Ingegneria	COMPONENTE	Professore Ordinario	09/A1	09	ING-IND/04
9.	IEMMA	Umberto	ROMA TRE	Ingegneria	Coordinatore	Professore Ordinario (L. 240/10)	09/A1	09	ING-IND/04
10.	LANZARA	Giulia	ROMA TRE	Ingegneria	COMPONENTE	Professore Associato (L. 240/10)	09/D1	09	ING-IND/22
11.	LIDOZZI	Alessandro	ROMA TRE	Ingegneria	COMPONENTE	Professore Associato (L. 240/10)	09/E2	09	ING-IND/32
12.	SALVINI	Alessandro	ROMA TRE	Ingegneria	COMPONENTE	Professore Ordinario	09/E1	09	ING-IND/31
13.	SEBASTIANI	Marco	ROMA TRE	Ingegneria	COMPONENTE	Professore Associato (L. 240/10)	09/D1	09	ING-IND/22
14.	SERAFINI	Jacopo	ROMA TRE	Ingegneria	COMPONENTE	Ricercatore a t.d. - t.pieno (art. 24 c.3-b L. 240/10)	09/A1	09	ING-IND/03
15.	SOLERO	Luca	ROMA TRE	Ingegneria	COMPONENTE	Professore Ordinario (L. 240/10)	09/E2	09	ING-IND/32

Componenti del collegio (Personale non accademico dipendente di Enti italiani o stranieri e Personale docente di Università Straniere)

n.	Cognome	Nome	Tipo di ente:	Ateneo/Ente di appartenenza	Paese	Qualifica	SSD	Settore Concorsuale	Area CUN
----	---------	------	---------------	-----------------------------	-------	-----------	-----	---------------------	----------

1-300 - Produzione scientifica di ricercatori di enti di ricerca italiani o esteri ovvero di docenti di università estere dei settori non bibliometrici

Componenti del collegio (Docenti di Istituzioni AFAM)

n.	Cognome	Nome	Istituzione di appartenenza	Qualifica	Settore artistico - disciplinare	Partecipazione nel periodo 18-22 a gruppi di ricerca finanziati su bandi competitivi	Riferimento specifico al progetto (Dati identificativi del progetto e descrizione)	Ricezione nel periodo 18-22 riconoscimenti a livello internazionale	Descrizione campo precedente
----	---------	------	-----------------------------	-----------	----------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------	------------------------------

Componenti del collegio (altro personale, imprese, p.a., istituzioni culturali e infrastrutture di ricerca)

n.	Cognome	Nome	Istituzione di appartenenza	Paese	Qualifica	Tipologia (descrizione qualifica)	Area CUN
----	---------	------	-----------------------------	-------	-----------	-----------------------------------	----------

Dati aggiuntivi componenti (altro personale, imprese, p.a., istituzioni culturali e infrastrutture di ricerca)**4. Progetto formativo****Attività didattica programmata/prevista****Insegnamenti previsti (distinti da quelli impartiti in insegnamenti relativi ai corsi di studio di primo e secondo livello)**

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
1.	<i>Sistemi deterministici non lineari e caotici.</i>	12	<i>primo anno</i>	<i>Sistemi dinamici. Equazioni di Stato. Piano delle fasi. Traiettorie. Punti di equilibrio. Biforcazioni. Caos. Attrattori caotici. Il corso ha lo scopo di fornire competenze</i>			NO	

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
				<i>ulteriori rispetto a quelle fornite nei corsi di laurea magistrale sui metodi d'analisi di sistemi dinamici caratterizzati da fenomeni di biforcazione dell'equilibrio e transizione al caos.</i>				
2.	<i>Computational Intelligence</i>	16	<i>secondo anno</i>	<i>Euristiche. Calcolo Evolutivo. Calcolo Genetico. Calcolo Neurale. Machine Learning applicato. Soft Computing. Il corso ha lo scopo di fornire competenze relative allo sviluppo e all'utilizzo di metodologie per la soluzione di problemi ad alta complessità mediante le più avanzate tecniche euristiche e basate su intelligenza artificiale.</i>			NO	
3.	<i>Virtualizzazione e real-time di sistemi dinamici</i>	12	<i>secondo anno</i>	<i>Il corso fornisce una panoramica degli strumenti per la modellazione di</i>			NO	

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
				<i>sistemi fisici su piattaforme di calcolo per real-time digital-twins. Sarà parte integrante del corso l'impiego 'hands-on' di simulatori Hardware-In-the-Loop (HIL) e Power Hardware-In-the-Loop (PHIL).</i>				
4.	<i>Tecniche per il controllo di sistemi industriali</i>	12	<i>primo anno</i>	<i>Il corso fornisce una panoramica sul principio di funzionamento e sulle tecniche di implementazione e di controllori di tipo predittivo, ripetitivo, risonante. Esempi di applicazione nell'ambito degli azionamenti elettrici.</i>			NO	
5.	<i>Modelli e criteri per la progettazione di sistemi per la conversione statica della potenza elettrica</i>	12	<i>primo anno</i>	<i>La conversione statica della potenza elettrica è sempre più presente nelle applicazioni proprie dei settori del trasporto e dell'energia. La ricerca di valori sempre più alti per l'efficienza</i>			NO	

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
				<p>della conversione e per l'affidabilità dei sistemi, abbinata all'esigenza, per molte applicazioni, di riduzione di pesi e volumi, comporta l'impiego di sistemi di conversione articolati e complessi. Il corso si propone di fornire i criteri per la modellistica e la progettazione di tali sistemi di conversione.</p>				
6.	<p>Metodologie multiscala avanzate relative alla caratterizzazione dei materiali</p>	16	<p>primo anno</p>	<p>Metodologie multiscala avanzate relative alla caratterizzazione e morfologica, microstrutturale e microanalitica dei materiali in bulk o come film/rivestimenti mediante sonde ottiche, ioniche, elettroniche, rX e a contatto. Metodi modelli e tecniche avanzate e complementari per la caratterizzazione: fondamenti, modalità di</p>			SI	

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
				<i>funzionamento delle tecniche e applicazioni.</i>				
7.	<i>Caratterizzazione meccanica correlativa multi-tecnica alla micro e nano-scala</i>	16	<i>secondo anno</i>	<i>Metodi modelli e tecniche per lo studio delle proprietà meccaniche complesse su scala micro e nano di sistemi ad elevate interfacce: fondamenti, modalità di funzionamento delle tecniche e applicazioni.</i>			SI	
8.	<i>Ingegnerizzazione delle superfici per l'aumento delle prestazioni e la durabilità</i>	16	<i>secondo anno</i>	<i>Metodi modelli e tecniche per la realizzazione di film, rivestimenti e ricoprimenti utilizzati per lo studio delle proprietà superficiali di sistemi per applicazioni nell'ingegneria meccanica avanzata e nei micro-dispositivi: fondamenti, modellazione numerica e analitica, metodi di caratterizzazione e mediante test tecnologici, meccanici, tribologici e chimici.</i>			SI	

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
9.	<i>3D printing su scala nano-micro-meso per lo studio di materiali nanostrutturati e nanoarchitetture</i>	16	<i>secondo anno</i>	<i>Principi e metodi per la prototipazione rapida ad elevata risoluzione per lo studio delle proprietà multiscala dei materiali. Il corso ha lo scopo di fornire al dottorando le competenze per la produzione di prototipi di altissima risoluzione che possano essere utilizzati per lo studio delle proprietà meccaniche fino a scale nanometriche per applicazioni su microdispositivi e nanomateriali.</i>			<i>SI</i>	
10.	<i>Ottimizzazione multidisciplinare e robusta</i>	12	<i>primo anno</i>	<i>Robustezza e affidabilità in presenza di incertezze progettuali e operative, modellazione surrogata e metamodellazione. Verranno affrontate le tecniche più moderne di quantificazione e gestione delle incertezze e per lo sviluppo di modelli surrogati</i>			<i>NO</i>	

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
				<i>adattativi a fedeltà multipla.</i>				
1 1.	<i>Modellazione teorica di materiali innovativi per applicazioni in aeroacustica</i>	12	<i>secondo anno</i>	<i>Metacontinui, metafluidi, metamateriali polifunzionali, metasuperfici a risposta non locale. Il corso ha lo scopo di introdurre i metodi fondamentali di modellazione di materiali non convenzionali basati sul concetto di metacontinuo. Verranno anche affrontati aspetti legati alla soluzione numerica delle equazioni di governo ottenute.</i>			NO	
1 2.	<i>Metodi e modelli di analisi e progetto di velivoli innovativi per il trasporto aereo urbano e suburbano.</i>	16	<i>secondo anno</i>	<i>Il corso ha lo scopo di fornire le competenze per l'utilizzo delle più avanzate metodologie di progettazione multidisciplinare e dedicate a droni multirotores e ad ala fissa, ai velivoli per mobilità personale, agli aerotaxi, i commuter a corto-medio raggio e i</i>			NO	

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
				<i>velivoli da trasporto civile non convenzionali.</i>				
1 3.	<i>Guida e controllo di sistemi ad ala rotante</i>	16	<i>primo anno</i>	<i>Sviluppo di sistemi di controllo per velivoli a guida autonoma ad ala fissa e ad ala rotante. Sistemi di guida automatica e/o supervisionata di sciame di velivoli e droni. Metodi di identificazione di sistemi dinamici non lineari.</i>			NO	
1 4.	<i>Metodi e modelli per l'analisi aerodinamica, aeroelastica ed aeroacustica di velivoli ad ala rotante.</i>	16	<i>primo anno</i>	<i>Sistemi multirotore innovativi per applicazioni a velivoli per trasporto di beni e servizi. Metodi di riduzione delle emissioni acustiche alla sorgente e di mitigazione dell'impatto acustico a terra. Modellazione orientata alla progettazione ottimizzata multidisciplinare.</i>			NO	
1 5.	<i>Metodi e modelli per l'analisi e la progettazione e il controllo di</i>	16	<i>secondo anno</i>	<i>Controllori per turbine eoliche per la gestione della potenza elettrica</i>			NO	

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
	<i>turbine eoliche onshore e offshore</i>			<i>sviluppata e per il controllo delle vibrazioni. Impianti a base fissa o galleggiante per applicazioni off-shore. Identificazione di sistemi dinamici non lineari.</i>				
1 6.	<i>Tecniche tempo-frequenza per l'analisi di fenomeni non-deterministici</i>	12	<i>primo anno</i>	<i>Elementi di probabilità e statistica e trasformate di Fourier. Analisi tempo-frequenza: dalla rappresentazione e spettrale alle trasformate wavelet. Wavelet discrete e continue, trasformate reali e complesse. Esempi di applicazioni: lo studio dell'intermittenza in flussi turbolenti e la modellistica delle sorgenti di rumore in aeroacustica.</i>			NO	
1 7.	<i>Corso avanzato di fluidodinamica e aeroacustica computazionale</i>	16	<i>secondo anno</i>	<i>Il corso fornisce un'introduzione ai principali concetti della fluidodinamica e aeracustica computazionale con particolare</i>			NO	

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
				<i>riferimento all'implementazione di metodologie high-fidelity che sfruttino piattaforme di calcolo parallelo.</i>				
18.	<i>Teoria delle sistemi e delle reti complesse</i>	16	<i>primo anno</i>	<i>Introduzione alla teoria dei sistemi e delle reti complesse come strumento fondamentale di analisi dei sistemi reali in cui molti elementi interagiscono dando luogo a comportamenti complessi da un punto di vista topologico e/o spazio-temporale</i>			NO	

Riepilogo automatico insegnamenti previsti nell'iter formativo

Totale ore medie annue: 86.67 (valore ottenuto dalla somma del Numero di ore totali sull'intero ciclo di tutti gli insegnamenti diviso la durata del corso)

Numero insegnamenti: 18

Di cui è prevista verifica finale: 4

Altre attività didattiche (seminari, attività di laboratorio e di ricerca, formazione interdisciplinare, multidisciplinare e transdisciplinare)

n.	Tipo di attività	Descrizione dell'attività (e delle modalità di accesso alle infrastrutture per i dottorati nazionali)	Eventuale curriculum di riferimento
1.	<i>Seminari</i>	<i>Formulazioni aeroacustiche nello spazio-tempo. Il seminario ha lo scopo di descrivere la riformulazione delle equazioni che governano la propagazione di perturbazione acustiche in mezzi in moto arbitrario. Reinterpretazione del concetto di trasporto in chiave relativistica. 6 ore. I anno di corso.</i>	

n.	Tipo di attività	Descrizione dell'attività (e delle modalità di accesso alle infrastrutture per i dottorati nazionali)	Eventuale curriculum di riferimento
2.	Attività di laboratorio	Uso di strumenti di simulazione in ambiente distribuito. COMSOL, Acousto (https://acousto.sourceforge.net), SU2. Il laboratorio ha lo scopo di sviluppare la capacità del dottorando di sfruttare le potenzialità dei moderni sistemi di calcolo.	
3.	Attività di laboratorio	Practice on control design for electrical energy conversion applications (Corso in lingua inglese) - I partecipanti acquisiranno le competenze inerenti allo sviluppo di algoritmi di controllo negli ambiti dell'elettronica di potenza e degli azionamenti elettrici, con riferimento a piattaforme di calcolo basate su microprocessore con sistemi operativi real-time, oltre alla programmazione di piattaforme logiche FPGA tramite tool grafici. Durata 24 ore, II anno.	
4.	Seminari	Advanced multilevel converter topologies (Corso in lingua inglese) - Il corso ha l'obiettivo di presentare diverse topologie di sistemi di conversione di tipo multilivello da impiegarsi in ambito industriale. Durata 6 ore, I anno.	

5. Posti, borse e budget per la ricerca

Soggiorni di ricerca

		Periodo medio previsto (in mesi per studente):	periodo minimo previsto (facoltativo)	periodo massimo previsto (facoltativo)
Soggiorni di ricerca (ITALIA - al di fuori delle istituzioni coinvolte)	SI	mesi 3		
Soggiorni di ricerca (ESTERO nell'ambito delle istituzioni coinvolte)	NO			
Soggiorni di ricerca (ESTERO - al di fuori delle istituzioni coinvolte)	SI	mesi 3		

Note

6. Strutture operative e scientifiche

Strutture operative e scientifiche

Tipologia	Descrizione sintetica (max 500 caratteri per ogni descrizione)
Attrezzature e/o Laboratori	<i>I laboratori presso i quali i dottorandi possono condurre le attività di ricerca sono quelli disponibili presso l'intero Dipartimento di Ingegneria, ove sono disponibili tutte le risorse strumentali e di calcolo idonee. La recente costituzione dei laboratori diffusi (vedi sezione di descrizione e obiettivi) mette a disposizione di ogni dottorando l'intero apparato strumentale del dipartimento, permettendo la pianificazione di attività trasversali in maniera semplice ed efficace.</i>
Patrimonio librario	consistenza in volumi e copertura delle tematiche del corso <i>I dottorandi possono avvalersi del centro documentale di sezione, e della Biblioteca di area Scientifico Tecnologica, collocata presso la stessa sede del dipartimento e dei suoi principali laboratori. La dotazione documentale della BaST copre tutte le tematiche proprie del corso e permette un agevole consultazione del materiale digitale da qualsiasi postazione interna e esterna (tramite VPN).</i>
	abbonamenti a riviste (numero, annate possedute, copertura della tematiche del corso) <i>Gli abbonamenti alle riviste cartacee sono stati disdetti per incrementare l'impegno economico verso le banche dati online che consentono un aggiornamento più rapido dello stato dell'arte riguardo a tutte le tematiche proprie del corso di dottorato.</i>
E-resources	Banche dati (accesso al contenuto di insiemi di riviste e/o collane editoriali) <i>Esistono numerose convenzioni di ateneo con i più grandi provider mondiali (Elsevier, Thomson), ai quali i dottorandi possono accedere una volta acquisite le credenziali personali dall'ufficio ricerca. E' anche attivo e disponibile il sistema di ricerca e consultazione basato su Scopus e WOS. I dottorati saranno incoraggiati all'utilizzo delle piattaforme di condivisione dati e documenti ad accesso aperto.</i>
	Software specificatamente attinenti ai settori di ricerca previsti <i>Il dipartimento offre alcuni laboratori comuni per l'utilizzo di calcolatori, ma la maggior parte dei gruppi è autonoma o si appoggia a risorse di calcolo specifiche disponibili online. L'Ateneo ha stipulato contratti di licenza per i software Mathematica, Matlab e per l'intero catalogo AutoDesk. Ulteriori licenze sono garantite da contratti specifici stipulati dal Dipartimento su fondi dei gruppi di ricerca (per es., COMSOL, Labview).</i>
	Spazi e risorse per i dottorandi e per il calcolo elettronico <i>Ogni gruppo di lavoro ospita i dottorandi negli spazi dedicati alle attività di laboratorio relative alle ricerche nelle quali lo studente è coinvolto. Esistono a livello di sezione e di dipartimento varie strutture di accoglienza che</i>

Tipologia	Descrizione sintetica (max 500 caratteri per ogni descrizione)
	offrono spazi per lo studio, le attività compilative e l'accesso alla rete. Sono disponibili strumenti hardware per il calcolo intensivo basati su tecnologie scalari e distribuite di ultima generazione.
Altro	Si darà grande importanza al concetto di "open science", incoraggiando i dottorandi ad utilizzare gli strumenti di condivisione ad accesso libero. All'atto dell'attivazione verrà istituita una comunità sulla piattaforma Zenodo, collegata all'infrastruttura OpenAIRE (Open Access Infrastructure for Research in Europe). I dottorandi dovranno pubblicare i risultati della loro ricerca secondo i criteri di green/gold open access (Berlin Declaration on Open Access to Knowledge in Sciences, 2003).

Note

7. Requisiti e modalità di ammissione

Requisiti richiesti per l'ammissione

Tutte le lauree magistrali:

SI, Tutte

se non tutte, indicare quali:

Altri requisiti per studenti stranieri:

Eventuali note

Modalità di ammissione

Modalità di ammissione

- Titoli
- Prova orale

Per i laureati all'estero la modalità di ammissione è diversa da quella dei candidati laureati in Italia?

NO

se SI specificare:

Attività dei dottorandi

È previsto che i dottorandi possano svolgere attività di tutorato	SI	
È previsto che i dottorandi possano svolgere attività di didattica integrativa	SI	Ore previste: 120
E' previsto che i dottorandi svolgano attività di terza missione?	SI	Ore previste: 30