



CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA MATEMATICA

COLLEGIO DI INGEGNERIA MATEMATICA

2022-2023

Sommario

Introduzione	2
Modelli Matematici e Simulazioni Numeriche: percorso tradizionale.....	3
Modelli Matematici e Simulazioni Numeriche: possibili piani di studio individuali.....	4
Simulazione model driven e physically informed machine learning	5
Matematica industriale	6
Modellistica matematica	7
Socio-Bio-matematica	8
Statistica e Ottimizzazione su Dati e Reti: percorso tradizionale	9
Statistica e Ottimizzazione su Dati e Reti: possibili piani di studio individuali.....	10
Mathematical Data Analysis (doppia laurea)	11
Matematica per le decisioni in condizioni di incertezza	12
Crittografia e sicurezza	13

Introduzione

Il corso di Laurea magistrale in Ingegneria Matematica si propone di legare la Matematica alle Applicazioni.

Studiare Ingegneria Matematica significa:

- scoprire quali equazioni regolano la realtà che ci circonda e applicarle per risolvere problemi concreti in vari contesti;
- scoprire quali sono gli strumenti di calcolo alla base delle scienze moderne;
- imparare a raccogliere efficacemente e analizzare grandi moli di dati;
- acquisire conoscenze in diversi contesti applicativi in cui la matematica e la statistica rivestono un ruolo fondamentale per lo sviluppo (le diverse ingegnerie tradizionali, l'ambito biomedico, quello finanziario, economico e assicurativo e molto altro);
- scoprire le frontiere dello sviluppo della conoscenza (come l'Intelligenza Artificiale)

L'offerta prevede due percorsi principali: "Modelli Matematici e Simulazioni Numeriche" e "Statistica e Ottimizzazione su Dati e Reti". I due percorsi principali prevedono due esami a scelta. In aggiunta ai crediti liberi nelle pagine seguenti vi proponiamo alcuni piani carriera in cui i percorsi principali vengono declinati per assecondare interessi e attitudini di un considerevole numero di studenti.

Modelli Matematici e Simulazioni Numeriche: percorso tradizionale

Questo percorso è prevalentemente rivolto a coniugare conoscenze modellistiche e numeriche per descrivere, simulare e ottimizzare applicazioni ingegneristiche, industriali, mediche e sociali.

I molteplici sbocchi lavorativi di questo percorso e delle sue varianti spaziano dal settore ingegneristico, industriale, biomedico, al mondo della consulenza e dello sviluppo di software senza naturalmente trascurare la ricerca sia in ambito accademico che industriale.

Anno	Periodo	Esame	CFU
I	1	Meccanica dei continui	8
I	1	Meccanica dei fluidi	8
I	1	Metodi variazionali ed applicazioni	8
I	1	Metodi numerici per le equazioni differenziali alle derivate parziali	8
I	2	Fluidodinamica ed ingegneria del vento computazionali	12
I	1/2	Processi stocastici-Dinamiche su network / Modelli di trasporto e teorie cinetiche	10
I	1/2	Matematica dei sistemi e controlli / Analisi tempo-frequenza e multiscala	6
I	1/2	Dinamica di sistemi meccanici / Meccanica dei solidi e della frattura: modelli e metodi computazionali	6
I	1/2	Modelli statistici / Meccanica dei mezzi porosi	6
II	1	Modelli matematici per la biomedicina	8
II	1	Convex optimization and engineering applications	6
II	2	Sistemi nonlineari per l'ingegneria	6
		Tirocinio o esami a scelta	12
		Tesi	16
		Totale	120

Esami a scelta

Anno	Periodo	Esame	CFU
	1	Computational linear algebra for large scale problems	8
	1	Numerical optimization for large scale problems and Stochastic Optimization	8
II	1	BioQuants	8
II	2	Model order reduction and machine learning	6
II	2	Stabilità idrodinamica per fluidi e plasmi	6
II	2	Modelli e sistemi a eventi discreti	6
II	2	Machine learning and deep learning	10

Modelli Matematici e Simulazioni Numeriche: possibili piani di studio individuali

Questi piani di studio vanno caricati dagli studenti come piani di studio individuali. Si prega di segnalare nelle note se il piano di studio individuale rientra in quelli che seguono, quali sono gli esami a scelta inseriti e gli eventuali cambiamenti agli esami del piano.

Nel caso di problemi durante il caricamento dei piani di studio individuali si suggerisce di inserire alcune delle discipline matematiche come esami a scelta. Nel caso questo non sia sufficiente, si prega di attendere la riapertura della segreteria didattica (ultimi giorni di agosto) in modo che i responsabili del Collegio possano interfacciarsi con la segreteria per capire il problema.

Si ricorda che per questi piani non è garantita la mancanza di sovrapposizioni di orario delle lezioni. Per questo motivo la divisione fra materie del primo e secondo anno è solamente suggerita, così come la distribuzione omogenea tra semestri.

Nella descrizione dei piani carriera individuali che seguono si sono evidenziati in color oro gli insegnamenti rimossi dal percorso tradizionale e in verde gli insegnamenti sostitutivi inseriti nel percorso proposto.

Simulazione model driven e physically informed machine learning

Questo percorso fornisce le basi fondamentali della modellistica di fenomeni fisici e della simulazione numerica; per quest'ultima si considerano:

- strumenti tradizionali;
- strumenti per surrogare le simulazioni tradizionali tramite l'utilizzo dell'intelligenza artificiale;
- metodi di riduzione di modello.

Il percorso intende coniugare le conoscenze dei fenomeni fisici, la simulazione e l'analisi numerica, gli strumenti di riduzione di modello basati sull'algebra lineare numerica e l'utilizzo di machine learning e di altri strumenti di apprendimento supervisionato e non.

Tradizionale

Esame	CFU
Meccanica dei continui	8
Meccanica dei fluidi	8
Metodi variazionali ed applicazioni	8
Metodi numerici per le PDE	8
Fluidodinamica ed ingegneria del vento	12
Modelli di trasporto e teorie cinetiche	10
Modelli matematici per la biomedicina	8
Convex optimization	6
Sistemi non lineari per l'ingegneria	6
Matematica di sistemi e controlli / Analisi tempo-frequenza e multiscala	6
Dinamica di sistemi meccanici / Meccanica dei solidi	6
Meccanica dei mezzi porosi / Modelli statistici	6
Tirocinio o esami a scelta	12
Tesi	16
Totale	120

Simulazione e physically machine learning

Esame	CFU
Meccanica dei continui	8
Meccanica dei fluidi	8
Computational linear algebra for large scale problems	8
Metodi numerici per le PDE	8
Fluidodinamica ed ingegneria del vento	12
Machine learning and deep learning	10
Numerical optimization for large scale problems and Stochastic Optimization	8
Modelli statistici + Apprendimento statistico	12
Model order reduction and machine learning	6
Dinamica dei sistemi meccanici	6
Meccanica dei solidi	6
Tirocinio o esami a scelta	12
Tesi	16
Totale	120

Esami a scelta coerenti

Esame	CFU
Metodi variazionali ed applicazioni	8
Modelli matematici per la biomedicina	8
BioQuants	8
Processi stocastici + Dinamiche su network	10
Modelli di trasporto e teorie cinetiche	10

Matematica industriale

Questo percorso si focalizza sulle conoscenze di contesto ingegneristico e sulle tecniche di ottimizzazione e controllo. Il percorso intende fornire gli strumenti per la corretta modellizzazione dei fenomeni fisici coinvolti in molti problemi industriali e le conoscenze necessarie per una corretta simulazione degli stessi con metodi matematici.

Tradizionale

Esame	CFU
Meccanica dei continui	8
Meccanica dei fluidi	8
Metodi variazionali ed applicazioni	8
Metodi numerici per le PDE	8
Fluidodinamica ed ingegneria del vento	12
Modelli di trasporto e teorie cinetiche	10
Modelli matematici per la biomedicina	8
Convex optimization and eng. applications	6
Sistemi non lineari per l'ingegneria	6
Matematica di sistemi e controlli / Analisi tempo-frequenza e multiscala	6
Dinamica di sistemi meccanici / Meccanica dei solidi	6
Meccanica dei mezzi porosi / Modelli statistici	6
Tirocinio o esami a scelta	12
Tesi	16
Totale	120

Matematica Industriale

Esame	CFU
Meccanica dei continui	8
Meccanica dei fluidi	8
Numerical optimization for large scale problems	8
Metodi numerici per le PDE	8
Fluidodinamica ed ingegneria del vento	12
Processi stocastici + Dinamiche su network	10
Modelli e sistemi a eventi discreti	6
Model order reduction and machine learning	6
Matematica dei sistemi e controlli	6
Dinamica dei sistemi meccanici	6
Meccanica dei solidi e della frattura	6
Meccanica dei mezzi porosi	6
Tirocinio o esami a scelta	14
Tesi	16
Totale	120

Esami a scelta coerenti

Esame	CFU
Metodi variazionali ed applicazioni	8
Computational linear algebra for large scale problems	8
Optimal control and game theory	6
Convex optimization and engineering applications	6
Automatic control	8
Modeling and control of cyberphysical systems	6
Fluidodinamica delle turbomacchine	6

Modellistica matematica

Questo percorso è rivolto alle persone interessate alla modellazione e simulazione dei fenomeni fisici, biologici, ambientali ed industriali ad ampio spettro.

Tradizionale

Esame	CFU
Meccanica dei continui	8
Meccanica dei fluidi	8
Metodi variazionali ed applicazioni	8
Metodi numerici per le PDE	8
Fluidodinamica ed ingegneria del vento	12
Modelli di trasporto e teorie cinetiche	10
Modelli matematici per la biomedicina	8
Convex optimization and eng. applications	6
Sistemi non lineari per l'ingegneria	6
Matematica di sistemi e controlli / Analisi tempo-frequenza e multiscala	6
Dinamica di sistemi meccanici / Meccanica dei solidi	6
Meccanica dei mezzi porosi / Modelli statistici	6
Tirocinio o esami a scelta	12
Tesi	16
Totale	120

Modellistica matematica

Esame	CFU
Meccanica dei continui	8
Meccanica dei fluidi	8
Metodi variazionali ed applicazioni	8
Metodi numerici per le PDE	8
Fluidodinamica ed ingegneria del vento	12
Modelli di trasporto e teorie cinetiche	10
Modelli matematici per la biomedicina	8
Stabilità idrodinamica per fluidi e plasm	6
Dinamica dei sistemi meccanici	6
Matematica dei sistemi e controlli	6
Meccanica dei solidi e della frattura	6
Meccanica dei mezzi porosi	6
Tirocinio o esami a scelta	12
Tesi	16
Totale	120

Esami a scelta coerenti

Esame	CFU
Fluidodinamica delle turbomacchine	6
The climate system	8
Fluidodinamica per l'ambiente e l'energia	6

Socio-Bio-matematica

Questo percorso è rivolto alle persone interessate alle applicazioni biomediche. Fornisce le basi fondamentali riguardo alla modellistica di fenomeni sociali e biologici e alla simulazione numerica dei fenomeni relativi. I fenomeni verranno descritti utilizzando sia un approccio deterministico che un approccio stocastico, affrontando anche il problema del trattamento e utilizzo dei dati sperimentali di origine biomedica e sociale.

Tradizionale

Esame	CFU
Meccanica dei continui	8
Meccanica dei fluidi	8
Metodi variazionali ed applicazioni	8
Metodi numerici per le PDE	8
Fluidodinamica ed ingegneria del vento	12
Modelli di trasporto e teorie cinetiche	10
Modelli matematici per la biomedicina	8
Convex optimization and eng. applications	6
Sistemi non lineari per l'ingegneria	6
Matematica di sistemi e controlli / Analisi tempo-frequenza e multiscala	6
Dinamica di sistemi meccanici / Meccanica dei solidi	6
Meccanica dei mezzi porosi / Modelli statistici	6
Tirocinio o esami a scelta	12
Tesi	16
Totale	120

Socio-Bio-Matematica

Esame	CFU
Meccanica dei continui	8
Meccanica dei fluidi	8
Processi stocastici + Dinamiche su network	10
Metodi numerici per le PDE	8
Modelli statistici + Apprendimento statistico	12
Modelli di trasporto e teorie cinetiche	10
Modelli matematici per la biomedicina	8
Bioinformatics (01OVFOV)	6
Sistemi non lineari per l'ingegneria	6
BioQuants	8
Meccanica dei solidi e della frattura	6
Meccanica dei mezzi porosi	6
Tirocinio o esami a scelta	12
Tesi	16
Totale	124

Esami a scelta coerenti

Esame	CFU
Metodi variazionali ed applicazioni	8
Statistical physics and biophysics	12
Biomechanical design	6
Meccanica applicata ai sistemi biomedici	6
Scienza delle bio e nano costruzioni	6
Sistemi complessi in biologia (catalogo UniTo)	6
Elaborazione segnali biomedici	8
Inference in biological systems	6

Statistica e Ottimizzazione su Dati e Reti: percorso tradizionale

Questo percorso fornisce conoscenze matematico-statistiche per la raccolta e l'utilizzo di dati e per l'estrazione di informazione dai dati al fine di prendere decisioni o ottimizzare processi.

Gli sbocchi lavorativi sono svariati e comprendono banche e assicurazioni, società di consulenza, produzione/distribuzione, servizi di marketing. Inoltre, i metodi proposti si possono anche applicare in contesti ingegneristici come il progetto di reti di trasporto o la progettazione robusta di sistemi elettro-meccanici soggetti a incertezza.

Anno	Periodo	Esame	CFU
I	1	Modelli statistici + Apprendimento statistico	12
I	1	Processi stocastici + Dinamiche su network	10
I	1/2	Numerical optimization for large scale problems / Modelli di trasporto e teorie cinetiche	8
I	2	Business analytics	8
I	2	Business intelligence per big data	8
I	2	Crittografia	6
I	1/2	Matematica dei sistemi e controlli / Analisi tempo-frequenza e multiscala	6
II	1/2	BioQuants / Metodi quantitativi per la gestione del rischio	8
II	1	Convex optimization and engineering applications	6
II	2	Sistemi non lineari per l'ingegneria	6
II	2	Modelli e sistemi a eventi discreti	6
II	2	Financial engineering	8
		Tirocinio o esami a scelta	12
		Tesi	16
		Totale	120

Esami a scelta

Anno	Periodo	Esame	CFU
		Blockchain e Criptoconomia	6
		Computational linear algebra for large scale problems	8
		Meccanica dei continui	8
		Metodi numerici per le PDE	8
		Modelli matematici per la biomedicina	8
		Machine learning and deep learning	10

Statistica e Ottimizzazione su Dati e Reti: possibili piani di studio individuali

Questi piani di studio vanno caricati dagli studenti come piani di studio individuali. Si prega di segnalare nelle note se il piano di studio individuale rientra in quelli che seguono, quali sono gli esami a scelta inseriti e gli eventuali cambiamenti agli esami del piano.

Nel caso di problemi durante il caricamento dei piani di studio individuali si suggerisce di inserire alcune delle discipline matematiche come esami a scelta. Nel caso questo non sia sufficiente, si prega di attendere la riapertura della segreteria didattica (ultimi giorni di agosto) in modo che i responsabili del Collegio possano interfacciarsi con la segreteria per capire il problema.

Si ricorda che per questi piani non è garantita la mancanza di sovrapposizioni di orario delle lezioni. Per questo motivo la divisione fra materie del primo e secondo anno è solamente suggerita, così come la distribuzione omogenea tra semestri.

Nella descrizione dei piani carriera individuali che seguono si sono evidenziati in color oro gli insegnamenti rimossi dal percorso tradizionale e in verde gli insegnamenti sostitutivi inseriti nel percorso proposto.

Mathematical Data Analysis (doppia laurea)

Questo percorso consente di ottenere una seconda laurea in Data Science and Engineering (LM-33) con soli ulteriori 30 CFU di insegnamenti e 22 CFU di tesi.

(https://didattica.polito.it/lauree_magistrali/2022/it/ing_matematica_data_science)

Tradizionale

Esame	CFU
Modelli statistici + Apprendimento statistico	12
Processi stocastici + Dinamiche su network	10
Numerical optimization for large scale problems / Modelli di trasporto e teorie cinetiche	8
Business analytics	8
Business intelligence	8
Crittografia	6
Metodi quantitativi per il rischio / BioQuants	8
Convex opt. and engineering applications	6
Sistemi non lineari per l'ingegneria	6
Matematica dei sistemi e controlli / Analisi tempo-frequenza e multiscala	6
Modelli e sistemi a eventi discreti	6
Financial engineering	8
Tirocinio o esami a scelta	12
Tesi	16
Totale	120

Mathematical Data Analysis

Esame	CFU
Modelli statistici + Apprendimento statistico	12
Processi stocastici + Dinamiche su network	10
Numerical optimization for large scale problems	8
Modelli di trasporto e teorie cinetiche	10
Business analytics	8
Data science lab: processes & methods	8
Crittografia	6
BioQuants	8
Machine learning and deep learning	10
Sistemi non lineari per l'ingegneria	6
Computational linear algebra for large scale problems	8
Modelli e sistemi a eventi discreti	6
Financial engineering	8
Tesi	16
Totale	124

Al fine di minimizzare il numero di CFU da acquisire per ottenere la seconda laurea in Data Science and Engineering non è stato possibile prevedere esami a scelta o tirocini. Anche eventuali esperienze Erasmus potrebbero impattare sul numero di CFU necessari per la seconda laurea.

Matematica per le decisioni in condizioni di incertezza

Il tema delle decisioni in condizioni di incertezza è onnipresente in una ampia sfera di contesti applicativi:

- scelta di portafogli finanziari;
- gestione dei rischi per assicurazioni;
- progettazione e gestione di una filiera logistica (supply chain management);
- gestione dei fattori di rischio per imprese non finanziarie (gestione di progetti, innovazione di prodotto, copertura del rischio valuta, etc.);
- pricing dinamico di prodotti e servizi;
- definizione di strategie di marketing.

In tutti questi ambiti applicativi la matematica gioca un ruolo fondamentale nella descrizione del contesto incerto, nella previsione dell'evoluzione dei fattori di rischio, e nella definizione di strategie robuste e flessibili. Gli strumenti utilizzati vanno da quelli tradizionali della probabilità e della statistica, attraverso i metodi e modelli di simulazione e ottimizzazione, fino a strumenti avanzati basati su machine learning e reinforcement learning.

Tradizionale

Esame	CFU
Modelli statistici + Apprendimento statistico	12
Processi stocastici + Dinamiche su network	10
Numerical optimization for large scale problems / Modelli di trasporto	8
Business analytics	8
Business intelligence	8
Crittografia	6
Metodi quantitativi per il rischio / BioQuants	8
Convex optimization and engineering applications	6
Sistemi non lineari per l'ingegneria	6
Matematica dei sistemi e controlli / Analisi tempo-frequenza e multiscala	6
Modelli e sistemi a eventi discreti	6
Financial engineering	8
Tirocinio o esami a scelta	12
Tesi	16
Totale	120

Matematica per l'Analisi del Rischio

Esame	CFU
Modelli statistici + Apprendimento statistico	12
Processi stocastici + Dinamiche su network	10
Numerical optimization for large scale problems	8
Business analytics	8
Business intelligence	8
Crittografia	6
Metodi quantitativi per la gestione del rischio	8
Convex optimization and engineering applications	6
Machine learning and deep learning	10
Modelli e sistemi a eventi discreti	6
Financial engineering	8
Tirocinio o esami a scelta	14
Tesi	16
Totale	120

Esami a scelta coerenti

Esame	CFU
Decision making and optimization	8
Mathematics for insurance (catalogo UniTo)	6
Blockchain e Criptoconomia	6
Computational linear algebra for large scale problems	8

Crittografia e sicurezza

Questo percorso si propone di rispondere alla crescente esigenza di formazione di specialisti dotati di elevate competenze nell'ambito della crittografia e della sicurezza informatica. La carenza di esperti in tali competenze rappresenta un grave problema sia per lo sviluppo economico di un paese sia per la sua sicurezza nazionale. La sempre più rapida digitalizzazione dell'economia globale pone una serie di questioni di sicurezza dei sistemi digitali e delle reti informatiche che costituiscono la spina dorsale delle società moderne. Pertanto le competenze crittografiche e sulla sicurezza informatica sono sempre più fondamentali e sempre più richieste dal mercato del lavoro.

Il percorso prevede una formazione di base di crittografia, con approfondimenti nelle applicazioni più innovative e rivoluzionarie come la blockchain, le criptomonete, i token e gli NFT. Prevede inoltre lo studio delle debolezze dei sistemi informativi alle diverse tipologie di attacco, la sicurezza delle reti e dell'hardware, oltre che delle reti peer-to-peer e delle reti intelligenti.

Tradizionale

Esame	CFU
Modelli statistici + Apprendimento statistico	12
Processi stocastici + Dinamiche su network	10
Numerical optimization for large scale problems / Modelli di trasporto e teorie cinetiche	8
Business analytics	8
Business intelligence	8
Crittografia	6
Metodi quantitativi per il rischio / BioQuants	8
Convex optimization and eng. applications	6
Sistemi non lineari per l'ingegneria	6
Matematica dei sistemi e controlli / Analisi tempo-frequenza e multiscala	6
Modelli e sistemi a eventi discreti	6
Financial engineering	8
Tirocinio o esami a scelta	12
Tesi	16
Totale	120

Crypto-matematica e sicurezza

Esame	CFU
Modelli statistici + Apprendimento statistico	12
Processi stocastici + Dinamiche su network	10
Numerical optimization for large scale problems	8
Modelli di trasporto e teorie cinetiche	10
Business intelligence / Convex optimization	8
Crittografia	6
Metodi quantitativi per la gestione del rischio	8
Sicurezza dei sistemi informativi	6
Cybersecurity for Embedded Systems	6
Blockchain e Criptoconomia	6
Management and content delivery for Smart Networks	12
Tirocinio o esami a scelta	12
Tesi	16
Totale	120

Esami a scelta coerenti

Esame	CFU
Reti di calcolatori	8

Agli studenti che non hanno basi riguardo a reti di calcolatori verrà assegnato il vincolo di inserire "Reti di calcolatori" tra gli esami a scelta.

Per soddisfare i requisiti di legge è necessario che lo studente inserisca almeno 8 cfu di discipline ingegneristiche tra gli esami a scelta.