

# Corso di Laurea Magistrale in Matematica

## Manifesto degli Studi

**Anno Accademico 2017-2018**

*Approvato dal CCS in data 29 marzo 2017*

*Approvato dal CdD in data 31 marzo 2017*

<b>Denominazione del Corso di Studio</b>	Matematica
<b>Denominazione in inglese del Corso di Studio</b>	Mathematics
<b>Anno Accademico</b>	2017-2018
<b>Classe di Corso di Studio</b>	LM-40 - Matematica
<b>Dipartimento</b>	Matematica e Informatica
<b>Coordinatore del Corso di Studio</b>	Prof. Francesco Dell'Accio
<b>Sito web</b>	<a href="https://www.mat.unical.it/matematica">https://www.mat.unical.it/matematica</a>

### **Offerta Didattica Programmata - Coorte A.A.2017-2018**

Il Corso di Studio Magistrale in Matematica si propone di formare laureati che abbiano conseguito una solida formazione matematica specialistica - anche nel contesto di altre scienze, dell'ingegneria e di altri campi applicativi – e che abbiano acquisito capacità relazionali e decisionali nonché capacità di lavorare con ampia autonomia, anche assumendo responsabilità scientifiche e organizzative. A tal fine, il Corso di Studio prevede attività formative che si caratterizzano per un particolare rigore logico e per un livello elevato di astrazione, in particolare su temi specialistici della matematica, ma anche attività di laboratorio computazionale e informatico, in particolare dedicate alla conoscenza di applicazioni informatiche, ai linguaggi di programmazione e al calcolo.

## Piano di studio ufficiale per studenti impegnati “a tempo pieno”.

Il piano di studio ufficiale è sinteticamente descritto dalla tabella seguente.

Anno	Seme stre	Insegnamento	Tipologia attività formativa	Ambito	SSD	CFU Lezione	CFU Eser.	CFU Labor.	CFU TOTALI		
1	1	Istituzioni di analisi superiore	Attività caratterizzanti	Formazione teorica avanzata	MAT/05	12			12		
		Matematiche elementari da un punto di vista superiore	Attività caratterizzanti	Formazione teorica avanzata	MAT/04	6			6		
		Analisi numerica 1	Attività caratterizzanti+Altre	Formazione modellistico applicativa+Abilità	MAT/08	6		3	9		
	2	Analisi superiore	Attività caratterizzanti	Formazione teorica avanzata	MAT/05	9			9		
		Istituzioni di geometria superiore	Attività caratterizzanti	Formazione teorica avanzata	MAT/03	12			12		
		Fisica matematica avanzata 1	Attività caratterizzanti	Formazione modellistico applicativa	MAT/07	9			9		
2	1	Probabilità e processi stocastici	Attività caratterizzanti	Formazione modellistico applicativa	MAT/06	3	3		6		
		Insegnamenti a scelta <sup>1</sup>	Altre attività	A scelta dello studente					6		
		<b>Corsi opzionali<sup>2</sup></b>									
		1. Analisi numerica 2	Attività affini	Attività formative affini o integrative	MAT/08	6			6		
		2. Fisica matematica avanzata 2	Attività affini	Attività formative affini o integrative	MAT/07	6			6		
		3. Fisica moderna con laboratorio	Attività affini	Attività formative affini o integrative	FIS/01	3		3	6		
		4. Matematiche complementari	Attività affini	Attività formative affini o integrative	MAT/04	6			6		
	5. Modelli statistici	Attività affini	Attività formative affini o integrative	SECS-S/01	6			6			
	2	1	Algebra superiore	Attività caratterizzanti	Formazione teorica avanzata	MAT/02	6			6	
			Insegnamenti a scelta <sup>1</sup>	Altre attività	A scelta dello studente					6	
		<b>Corsi opzionali<sup>2</sup></b>									
		2	1. Analisi funzionale	Attività affini	Attività formative affini o integrative	MAT/05	6			6	
			2. Complessità computazionale	Attività affini	Attività formative affini o integrative	INF/01	4		2	6	
			3. Equazioni alle derivate parziali	Attività affini	Attività formative affini o integrative	MAT/05	6			6	
			4. Geometria superiore	Attività affini	Attività formative affini o integrative	MAT/03	6			6	
5. Logica e decidibilità			Attività affini	Attività formative affini o integrative	INF/01	4		2	6		
Elaborato finale	Altre attività		Per la prova finale e la lingua straniera					21			

<sup>1</sup> E' possibile scegliere tra tutti gli insegnamenti attivati dall'Ateneo per CdS magistrale, compresi i corsi opzionali attivati dal CdS magistrale in Matematica ed enumerati in tabella corsi opzionali, purché la scelta sia coerente con il progetto formativo del CdS. Tale coerenza viene valutata dal CCS tenendo conto anche dell'adeguatezza delle motivazioni eventualmente adottate.

<sup>2</sup> E' possibile scegliere tra tutti i corsi opzionali enumerati per un totale di 18 CFU. La scelta dell'insegnamento “Matematiche Complementari” tra i corsi opzionali o a scelta implica l'inserimento nel Piano degli Studi dell'insegnamento “Fisica moderna con Laboratorio” tra i corsi opzionali.

La presentazione del piano di studio è obbligatoria e sarà possibile all'inizio del secondo anno di corso, secondo le modalità e i termini indicati nel Regolamento Didattico, e deve essere approvato dal Consiglio. Agli studenti che non presentino il piano di studio o il cui piano di studio non sia stato approvato, il Consiglio può assegnare un piano di studio in modo istituzionale.

## Piano di studio ufficiale per studenti impegnati “non a tempo pieno”.

Il piano di studio ufficiale per gli studenti impegnati “non a tempo pieno” è sinteticamente descritto dalla tabella seguente. Le informazioni di dettaglio sui singoli insegnamenti sono quelle indicate nel piano di studio per gli studenti impegnati a tempo pieno.

Anno	Seme stre	Insegnamento	Tipologia attività formativa	Ambito	SSD	CFU Lezione	CFU Eser.	CFU Labor.	CFU TOTALI
1	1	Istituzioni di analisi superiore	Attività caratterizzanti	Formazione teorica avanzata	MAT/05	12			12
		Matematiche elementari da un punto di vista superiore	Attività caratterizzanti	Formazione teorica avanzata	MAT/04	6			6
	2	Istituzioni di geometria superiore	Attività caratterizzanti	Formazione teorica avanzata	MAT/03	12			12
2	1	Analisi numerica 1	Attività caratterizzanti+Altre	Formazione modellistico applicativa+Abilità	MAT/08	6		3	9
	2	Analisi superiore	Attività caratterizzanti	Formazione teorica avanzata	MAT/05	9			9
		Fisica matematica avanzata 1	Attività caratterizzanti	Formazione modellistico applicativa	MAT/07	9			9
3	1	Probabilità e processi stocastici	Attività caratterizzanti	Formazione modellistico applicativa	MAT/06	3	3		6
		Insegnamenti a scelta <sup>1</sup>	Altre attività	A scelta dello studente					6
		<b>Corsi opzionali<sup>2</sup></b>							
		1. Analisi numerica 2	Attività affini	Attività formative affini o integrative	MAT/08	6			6
		2. Fisica matematica avanzata 2	Attività affini	Attività formative affini o integrative	MAT/07	6			6
		3. Fisica moderna con laboratorio	Attività affini	Attività formative affini o integrative	FIS/01	3		3	6
		4. Matematiche complementari	Attività affini	Attività formative affini o integrative	MAT/04	6			6
5. Modelli statistici	Attività affini	Attività formative affini o integrative	SECS-S/01	6			6		
4	2	Algebra superiore	Attività caratterizzanti	Formazione teorica avanzata	MAT/02	6			6
		Insegnamenti a scelta <sup>1</sup>	Altre attività	A scelta dello studente					6
		<b>Corsi opzionali<sup>2</sup></b>							
		1. Analisi funzionale	Attività affini	Attività formative affini o integrative	MAT/05	6			6
		2. Complessità computazionale	Attività affini	Attività formative affini o integrative	INF/01	4		2	6
		3. Equazioni alle derivate parziali	Attività affini	Attività formative affini o integrative	MAT/05	6			6
		4. Geometria superiore	Attività affini	Attività formative affini o integrative	MAT/03	6			6
		5. Logica e decidibilità	Attività affini	Attività formative affini o integrative	INF/01	4		2	6
Elaborato finale	Altre attività	Per la prova finale e la lingua straniera					21		

<sup>1</sup> E' possibile scegliere tra tutti gli insegnamenti attivati dall'Ateneo per CdS magistrale, compresi i corsi opzionali attivati dal CdS magistrale in Matematica ed enumerati in tabella corsi opzionali, purché la scelta sia coerente con il progetto formativo del CdS. Tale coerenza viene valutata dal CCS tenendo conto anche dell'adeguatezza delle motivazioni eventualmente adottate.

<sup>2</sup> E' possibile scegliere tra tutti i corsi opzionali enumerati per un totale di 18 CFU. La scelta dell'insegnamento “Matematiche Complementari” tra i corsi opzionali o a scelta implica l'inserimento nel Piano degli Studi dell'insegnamento “Fisica moderna con Laboratorio” tra i corsi opzionali.

I termini di scadenza e le modalità per la presentazione del piano di studio sono identici a quelli indicati per gli studenti a tempo pieno.

## Declaratorie delle singole attività formative

### **Algebra superiore**

<b>Obiettivi formativi</b> (in termini di risultati di apprendimento attesi)	<p>Il corso mira a fornire solide basi in merito alle conoscenze delle strutture d'ordine fondanti della matematica avanzata e dell'informatica teorica.</p> <p><b>Competenze specifiche:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- comprensione dei fondamenti della teoria dell'ordine;</li><li>- comprensione delle nozioni di base della teoria algebrica dei reticoli;</li><li>- comprensione delle nozioni di base della teoria combinatorica dell'ordine;</li><li>- abilità a realizzare dimostrazioni formali su argomenti trattati;</li><li>- abilità a gestire esempi di strutture d'ordine di base a supporto di questioni teoriche e applicative.</li></ul> <p><b>Competenze Trasversali:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- abilità nella risoluzione di problemi algebrici e combinatorici legati alla teoria dell'ordine;</li><li>-abilità al collegamento di nozioni tratte dalla teoria dell'ordine con altri settori della matematica e dell'informatica teorica.</li></ul>
<b>Propedeuticità/prerequisiti</b>	Nessuna propedeuticità. Nessun prerequisito.
<b>Analisi funzionale</b>	
<b>Obiettivi formativi</b> (in termini di risultati di apprendimento attesi)	Lo studente potrà acquisire ulteriori conoscenze di metodi e tecniche specifiche dell'Analisi Funzionale.
<b>Propedeuticità/prerequisiti</b>	Nessuna propedeuticità. Nessun prerequisito.
<b>Analisi numerica 1</b>	
<b>Obiettivi formativi</b> (in termini di risultati di apprendimento attesi)	<p>Al termine del corso lo studente avrà acquisito conoscenza e consapevolezza degli aspetti numerico-matematici e delle principali moderne metodologie algoritmiche che gli permettono di risolvere al calcolatore problemi classici di Teoria dell'approssimazione e di Algebra lineare numerica. Lo studente sarà in grado di implementare ed applicare correttamente i principali metodi numerici per:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- approssimare funzioni continue in norma infinito o in norma quadratica;</li><li>-risolvere problemi ai minimi quadrati;</li><li>- fattorizzare matrici nel prodotto di matrici più semplici;</li><li>- calcolare gli autovalori e gli autovettori di una matrice;</li><li>- calcolare la SVD di una matrice.</li></ul> <p>Saranno anche indicate alcune importanti applicazioni degli strumenti introdotti.</p>
<b>Propedeuticità/prerequisiti</b>	Nessuna propedeuticità. Prerequisiti: Elementi di Analisi matematica. Elementi di Analisi complessa. Elementi di Algebra lineare. Elementi di Calcolo numerico. Elementi di Programmazione in Matlab. Nessun prerequisito.

---

## **Analisi numerica 2**

---

**Obiettivi formativi**  
(in termini di risultati di apprendimento attesi)

Le conoscenze che il corso intende fornire riguardano i metodi per la risoluzione di equazioni e di sistemi di equazioni differenziali con condizioni iniziali e condizioni ai limiti.

Il corso inoltre intende sviluppare negli studenti la capacità di affrontare e risolvere i problemi di calcolo scientifico riconducibili alle tematiche oggetto di studio. Il corso include anche alcune esperienze di laboratorio nelle quali lo studente sarà tenuto a risolvere esercizi e tratterà dei casi di studio in MATLAB. Lo studente dovrà essere in grado di implementare alcuni algoritmi in MATLAB, definire l'esperimento ed analizzare criticamente i risultati ottenuti.

**Propedeuticità/prerequisiti**

Nessuna propedeuticità.

Prerequisiti: Elementi di algebra lineare, in particolare metodi numerici per la soluzione di sistemi non lineari Tecniche di interpolazione polinomiale Elementi di programmazione in Matlab Inoltre lo studente deve avere le conoscenze fornite dai corsi di Analisi Matematica (successioni, serie, integrali, sistemi di equazioni differenziali ordinarie).

---

## **Analisi superiore**

---

**Obiettivi formativi**  
(in termini di risultati di apprendimento attesi)

Il corso fornisce un'introduzione ai metodi dell'analisi funzionale e alla teoria delle equazioni alle derivate parziali.

**Propedeuticità/prerequisiti**

Nessuna propedeuticità.

Prerequisiti: Calcolo differenziale, Calcolo Integrale, Successioni e serie di funzioni.

---

## **Complessità computazionale**

---

**Obiettivi formativi**  
(in termini di risultati di apprendimento attesi)

Il corso prende in esame la classe dei problemi decidibili al fine di classificare tali problemi in base alla loro intrinseca difficoltà. In particolare, gli studenti confronteranno problemi che sono "praticamente risolvibili" - nel senso che i programmi per risolverli richiedono risorse (in termini di tempo o di spazio) che possono in genere essere soddisfatte - e problemi che sono "praticamente irrisolvibile" - quantomeno per input molto grandi, in quanto le risorse necessarie crescono così rapidamente che non possono in genere essere soddisfatte. Più precisamente, gli studenti saranno in grado di distinguere tra problemi trattabili, intrattabili e presumibilmente intrattabili. Saranno inoltre in grado di determinare formalmente la complessità computazionale di svariati problemi noti in letteratura.

**Competenze specifiche:**

- comprensione dei principali problemi noti in informatica;
- comprensione della nozione di complessità computazionale;
- comprensione delle principali classi di complessità;
- abilità nell'individuare l'esatta complessità di un problema;
- abilità nell'individuare algoritmi ottimali per problemi appartenenti a differenti classi di complessità;

**Competenze trasversali:**

- abilità nella risoluzione di problemi.

**Propedeuticità/prerequisiti**

Nessuna propedeuticità. Nessun prerequisito.

<b>Equazioni alle derivate parziali</b>	
<b>Obiettivi formativi</b> (in termini di risultati di apprendimento attesi)	Nozioni di Equazioni alle derivate parziali. Esistenza regolarità e proprietà qualitative delle soluzioni.
<b>Propedeuticità/prerequisiti</b>	Nessuna propedeuticità. Prerequisiti: Calcolo differenziale, fondamenti di analisi funzionale, Spazi di Sobolev.
<b>Fisica matematica avanzata 1</b>	
<b>Obiettivi formativi</b> (in termini di risultati di apprendimento attesi)	<b>Competenze specifiche:</b> Sviluppo della formulazione della Teoria Quantistica generale in spazi di Hilbert. Derivazione della Teoria Quantistica di un sistema isolato basato su principi di simmetria. Deduzione della Teoria Quantistica di una particella libera. Determinazione delle equazioni d'onda quantistiche per una particella interagente corrispondenti a invarianze dell'interazione rispetto a specifici sottogruppi di trasformazioni spazio-temporali. Applicazioni ai fini degli obiettivi formativi. <b>Competenze trasversali:</b> Teoria degli operatori in spazi di Hilbert, teoria spettrale, calcolo funzionale; Teoria dei gruppi; gruppi di Lie. Applicazioni ai fini degli obiettivi formativi.
<b>Propedeuticità/prerequisiti</b>	Nessuna propedeuticità. Prerequisiti: Laurea di primo livello in Matematica o Fisica
<b>Fisica matematica avanzata 2</b>	
<b>Obiettivi formativi</b> (in termini di risultati di apprendimento attesi)	<b>Competenze specifiche:</b> le competenze specifiche in termini di conoscenze e abilità da conseguire: saper costruire alcuni modelli di dinamica delle popolazioni di specie biologiche basandosi sulla conoscenza dei principali elementi che controllano la crescita e la dispersione delle popolazioni. Saper utilizzare le principali tecniche standard per l'analisi di modelli con dispersione diffusiva. <b>Competenze trasversali:</b> le competenze trasversali in termini di conoscenze e abilità da conseguire: saper usare i procedimenti logico-deduttivi tipici delle discipline matematiche per costruire ed analizzare modelli di dinamica delle popolazioni di specie biologiche. Saper cogliere le affinità di questi modelli con le equazioni differenziali della fisica-matematica.
<b>Propedeuticità/prerequisiti</b>	Nessuna propedeuticità. Prerequisiti: Equazioni differenziali ordinarie ed alle derivate parziali, elementi di analisi funzionale.
<b>Fisica moderna con laboratorio</b>	
<b>Obiettivi formativi</b> (in termini di risultati di apprendimento attesi)	Illustrare gli esperimenti e le idee alla base della fisica moderna. Fornire allo studente una descrizione dettagliata della fenomenologia che ha segnato la crisi della fisica classica ed il passaggio alla fisica quantistica all'inizio del XX secolo. Ciascuno dei fenomeni trattati viene verificato sperimentalmente in laboratorio.
<b>Propedeuticità/prerequisiti</b>	Nessuna propedeuticità. Prerequisiti: meccanica classica, elettromagnetismo, principi di relatività, principi di meccanica statistica.

<b>Geometria superiore</b>	
<b>Obiettivi formativi</b> (in termini di risultati di apprendimento attesi)	Acquisire nozioni base su varietà differenziali e algebriche e fibrati vettoriali.
<b>Propedeuticità/prerequisiti</b>	Nessuna propedeuticità. Nessun prerequisito.
<b>Istituzioni di analisi superiore</b>	
<b>Obiettivi formativi</b> (in termini di risultati di apprendimento attesi)	Acquisire conoscenze della teoria della misura. Sviluppare la capacità di applicazione di tali conoscenze e la capacità di comprensione delle stesse sia per sostenere argomentazioni che per risolvere problemi tipici dell'Analisi Matematica. Sviluppare capacità di comunicazione di problemi e soluzioni dell'Analisi Matematica ad interlocutori specialisti. Sviluppare capacità di apprendimento necessarie per intraprendere studi successivi con un buon grado di autonomia.  Imparare a vedere le funzioni integrabili dal punto di vista funzionale, ossia non più come una singola funzione ma come una totalità di funzioni formanti uno spazio di Banach. Impadronirsi del concetto di prodotto scalare e delle sue principali proprietà per capire come a dimensione infinita lo spazio che meglio interpreta la dimensione finita è lo spazio di Hilbert, in cui vale il Teorema di Pitagora.
<b>Propedeuticità/prerequisiti</b>	Nessuna propedeuticità. Prerequisiti: Conoscenza del calcolo differenziale ed integrale per funzioni di più variabili -Teoria della misura di Lebesgue.
<b>Istituzioni di geometria superiore</b>	
<b>Obiettivi formativi</b> (in termini di risultati di apprendimento attesi)	Il corso ha l'obiettivo di introdurre gli studenti alla geometria differenziale moderna.
<b>Propedeuticità/prerequisiti</b>	Nessuna propedeuticità. Prerequisiti: Algebra lineare. Topologia. Analisi reale in una variabile. Analisi reale in più variabili.
<b>Logica e decidibilità</b>	
<b>Obiettivi formativi</b> (in termini di risultati di apprendimento attesi)	Il corso si propone di fornire le conoscenze di base dell'Informatica Teorica, con particolare attenzione ai linguaggi formali, alle Macchine di Turing, alla teoria della calcolabilità, all'indcidibilità e incompletezza nella logica del primo ordine. Al termine, gli studenti saranno in grado di distinguere tra problemi decidibili ed indecidibili, e dimostrarne tali proprietà mediante l'applicazione di teoremi studiati durante il corso o mediante l'uso di tecniche di riduzione tra problemi. <b>Competenze Specifiche:</b> - comprensione dei linguaggi formali; - comprensione della Macchina di Turing e delle sue varianti; - comprensione della nozione di calcolabilità secondo Turing; - comprensione dei concetti di decidibilità e indecidibilità; - comprensione dei concetti di indecidibilità e incompletezza nella logica del

<p><b>Propedeuticità/prerequisiti</b></p> <p><b>Matematiche complementari</b></p>	<p>primo ordine (Teoremi di Gödel);  - abilità nel risolvere problemi mediante Macchina di Turing;  - abilità nel distinguere formalmente tra problemi decidibili e indecidibili;  <b>Competenze Trasversali:</b>  - abilità nella risoluzione di problemi.</p> <p>Nessuna propedeuticità. Nessun prerequisito.</p>
<p><b>Obiettivi formativi</b>  (in termini di risultati di apprendimento attesi)</p> <p><b>Propedeuticità/prerequisiti</b></p> <p><b>Matematiche elementari da un punto di vista superiore</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conoscere come la struttura algebrica di un insieme astratto di "coordinate" sia determinata dalla struttura geometrica che i postulati impongono su un insieme astratto di "punti" e come questo processo si possa invertire.</li> <li>- Comprendere come nasce e si stabilizza una struttura geometrica.</li> <li>- Saper costruire semplici sistemi di assiomi.</li> <li>- Conoscere come avviene un processo di assiomatizzazione, approfondendone aspetti tecnici, epistemologici e didattici.</li> <li>- Sapere come approcciarsi a teorie in fase di elaborazione e costruzione.</li> <li>- Saper elaborare un approccio critico a un sistema assiomatico, anche attraverso la soluzione di problemi.</li> </ul> <p>Nessuna propedeuticità. Nessun prerequisito.</p>
<p><b>Obiettivi formativi</b>  (in termini di risultati di apprendimento attesi)</p> <p><b>Propedeuticità/prerequisiti</b></p> <p><b>Modelli statistici</b></p>	<p>Il corso si propone di fornire elementi di carattere tecnico, concettuale relativi alla teoria delle equazioni algebriche, vista da un punto di vista superiore.</p> <p>Nessuna propedeuticità.  Prerequisiti: Algebra.</p>
<p><b>Obiettivi formativi</b>  (in termini di risultati di apprendimento attesi)</p> <p><b>Propedeuticità/prerequisiti</b></p> <p><b>Probabilità e processi stocastici</b></p>	<p>Il corso si propone di fornire agli studenti gli strumenti necessari per la costruzione, la stima e la valutazione di modelli statistici per l'analisi di dati quantitativi, usualmente utilizzati nelle scienze economiche e sociali.</p> <p>Nessuna propedeuticità. Nessun prerequisito</p>
<p><b>Obiettivi formativi</b>  (in termini di risultati di apprendimento attesi)</p> <p><b>Propedeuticità/prerequisiti</b></p>	<p>Familiarizzare con la modellizzazione stocastica e le sue applicazioni.</p> <p>Nessuna propedeuticità.  Prerequisiti: nozioni di base di analisi funzionale (spazi metrici, rappresentazione di Riesz Markov Kakutani, serie e trasformata di Fourier, trasformata di Laplace), teoria della misura e teoria delle funzioni di una variabile complessa.</p>

