Regolamento didattico del Corso di Laurea Magistrale in MATEMATICA a.a. 2019/2020

INDICE

Art. 1 – Oggetto e finalità del Regolamento

1. Il Corso di Laurea Magistrale in Matematica rientra nella Classe delle lauree magistrali in "Matematica" LM-40. La struttura didattica responsabile del corso di studi è il Dipartimento di Matematica e Fisica dell'Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli", di seguito denominato Dipartimento.

2. Le attività didattiche del corso di Laurea Magistrale in Matematica sono organizzate e gestite dal Consiglio dei Corsi di Studio Aggregati in Matematica (CCSA). I compiti del CCSA sono disciplinati nell'Art. 33 dello Statuto d'Ateneo.

3. Il presente Regolamento Didattico del corso di studio specifica gli aspetti organizzativi del Corso di Laurea Magistrale in Matematica in conformità con l'ordinamento didattico, ai sensi di quanto previsto dall'art. 12, comma primo, del D.M. n. 270/2004 e dall'art. 6, comma primo, del D.M. n. 47/2013 e nel rispetto delle prescrizioni contenute nel Regolamento Didattico di Ateneo (RDA). Il Regolamento Didattico è deliberato dal Dipartimento, nel rispetto della libertà di insegnamento, nonché dei diritti e doveri dei docenti e degli studenti.

4. L'ordinamento didattico in vigore del Corso di Laurea Magistrale in Matematica è riportato nell'**Allegato 1** così come risulta dal sito ministeriale della Scheda SUA-CdS nella Sezione F del quadro Amministrazione. Il quadro delle attività formative e la programmazione degli insegnamenti per la coorte di riferimento sono riportate nell'**Allegato 2,** secondo lo schema della banca dati ministeriale della Scheda SUA-CdS nella Sezione *Offerta didattica programmata*. Infine, la programmazione annuale degli insegnamenti, così come risulta dalla banca dati ministeriale della Scheda SUA-CdS nella Sezione *Offerta didattica erogata*, è riportata nell'**Allegato 3**. Le schede insegnamento degli insegnamenti erogati sono riportate nell'**Allegato 4.**

5. Gli allegati indicati formano parte integrante del presente regolamento.

Art. 2 – Obiettivi formativi specifici del corso di laurea Magistrale in Matematica

1. Il Corso di Laurea Magistrale in Matematica dell'Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli" ha lo scopo di formare laureati che abbiano una solida preparazione culturale nei vari settori della Matematica, nonché approfondite competenze nell'ambito degli aspetti applicativi della Matematica, congiuntamente a una duttilità e flessibilità delle conoscenze acquisite. Tali obiettivi formativi mirano a creare figure professionali in grado sia di svolgere attività nel campo della diffusione della cultura scientifica e dell'insegnamento sia di svolgere funzioni di elevata responsabilità nella costruzione e nello sviluppo computazionale di modelli matematici di varia natura, in diversi ambiti applicativi scientifici, economici, ambientali, sanitari, industriali, finanziari.

2. Per fare acquisire al laureato Magistrale in Matematica le suddette conoscenze e competenze, il Corso di Laurea Magistrale in Matematica:

- prevede attività formative finalizzate all'ampliamento della cultura matematica nei settori dell'Algebra, della Geometria, dell'Analisi Matematica, della Statistica Matematica, della Fisica Matematica, dell'Analisi Numerica;
- comprende attività formative mirate all'approfondimento di tematiche avanzate in alcuni settori della Matematica;
- comprende attività formative che privilegiano gli aspetti modellistico-computazionali, con particolare attenzione alle varie applicazioni della Matematica;

- consente di approfondire la conoscenza della lingua inglese, nell'ambito specifico di competenza e per lo scambio di informazioni generali.

3. I risultati di apprendimento attesi, espressi tramite i Descrittori europei del titolo di studio, sono:

a) Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding)

I Dottori Magistrali in Matematica affiancano a una solida e approfondita cultura nelle diverse aree della Matematica una appropriata conoscenza del metodo scientifico di indagine e degli aspetti applicativi della varie discipline della classe. Inoltre, il laureto Magistrale in Matematica ha la capacità di sviluppare e applicare metodi e modelli matematici per la risoluzione di problemi concreti in vari campi applicativi. In particolare, il progetto formativo del Corso di Laurea Magistrale in Matematica prevede che i laureati abbiano:
- conoscenze approfondite e capacità di utilizzo delle varie discipline matematiche di base;
- conoscenze specialistiche in alcuni settori della matematica, che possono essere di supporto in altre discipline scientifiche;
- capacità di elaborare e applicare nuove idee, spesso in un contesto di ricerca;
- conoscenza approfondita e adeguata padronanza del metodo scientifico generale;
- conoscenza relative ai modelli matematici per la descrizione di fenomeni fisici;
- adeguata conoscenza dei metodi e delle tecniche del Calcolo Scientifico;
- competenze computazionali e informatiche;
- capacità di leggere e comprendere testi avanzati e specialistici di Matematica, e di consultare articoli di ricerca.

Le sopraelencate conoscenze e capacità di comprensione sono conseguite dalla studente mediante:
- la partecipazione alle lezioni tenute nell'ambito dei corsi di insegnamento;
- la partecipazione ad attività di laboratorio con l'utilizzo di strumenti avanzati di calcolo scientifico;
- l'attività di studio individuale;
- l'approfondimento di alcuni argomenti trattati nei vari corsi di insegnamento;
- discussioni individuali o collegiali con i docenti;
- la partecipazione a seminari sia organizzati nell'ambito dei corsi sia organizzati nell'ambito delle attività seminariali del Dipartimento;
- la consultazione di testi avanzati di Matematica e la lettura e l'analisi di articoli di rassegna e di ricerca.

La verifica della acquisizione delle conoscenze e delle capacità di comprensione avviene di norma tramite il superamento delle prove di esame dei singoli corsi di insegnamento, effettuate sia durante lo svolgimento del corso sia a sua conclusione. È anche prevista la presentazione, in forma scritta o orale, di argomenti analizzati mediante la consultazione di testi e la lettura di articoli.

b) Capacità di applicare conoscenza e comprensione (applying knowledge and understanding)

Coloro che conseguono la Laurea Magistrale in Matematica sono in grado di:
- produrre dimostrazioni originali e rigorose di risultati matematici;
- analizzare, comprendere e risolvere problemi a tematiche nuove o non familiari, anche inserite in contesti interdisciplinari connessi alla Matematica;
- formulare matematicamente un problema complesso, e utilizzare questa descrizione per analizzarlo e risolverlo;
- applicare le metodologie e le tecniche del problem solving;
- estrarre informazioni qualitative da dati qualitativi;
- progettare e realizzare studi sperimentali e interpretarne i risultati;
- utilizzare in modo efficiente strumenti informatici e computazionali.

Il raggiungimento delle suddette capacità si ottiene mediante:
- lo svolgimento di esercizi relativi sia alla dimostrazione di risultati matematici sia alla risoluzione di problemi con vario grado di difficoltà;
- l'analisi dei modelli matematici più diffusi nelle scienze applicate;

- la presentazione e discussione dei risultati ottenuti da sperimentazioni numeriche;
- le attività e gli studi relativi alla prova finale.

La verifica delle capacità acquisite avviene mediante prove di esame (prova scritta, prova pratica di laboratorio, prova orale) dei singoli corsi di insegnamento, effettuate sia durante lo svolgimento del corso sia a sua conclusione. Le capacità di applicare conoscenza e comprensione possono anche essere dimostrate dagli studenti con lo studio di specifici argomenti e relativa presentazione in forma seminariale, attraverso le eventuali esperienze di tirocinio formativo e durante le attività per la preparazione della tesi.

c) Autonomia di giudizio (making judgements)

La duttilità e flessibilità delle conoscenze e competenze acquisite consente ai laureati Magistrali in Matematica di affrontare problematiche e attività con un elevato grado di autonomia di giudizio. In particolare, il laureato Magistrale in Matematica:

- è in grado di verificare la correttezza di dimostrazioni e di argomentazioni logiche, e di individuare e correggere ragionamenti errati;
- possiede autonomia di giudizio in relazione a metodi e modelli matematici per la descrizione e la risoluzione di problemi che si presentano anche in altre discipline;
- ha la capacità di raccogliere e interpretare dati scientifici ritenuti utili a determinare valutazioni autonome;
- possiede la capacità di identificare, raccogliere e elaborare in modo autonomo le informazioni utili ad affrontare nuove problematiche.

La preparazione della presentazione di argomenti specifici in forma seminariale, l'elaborazione di progetti, le attività di esercitazione e di laboratorio offrono allo studente le occasioni per sviluppare in modo autonomo le proprie capacità decisionali e di giudizio.

La preparazione della tesi di Laurea Magistrale, da svolgersi sotto la guida di un tutore, completa il percorso formativo anche per quanto riguarda la capacità di analizzare e elaborare informazioni limitate o incomplete in modo autonomo e critico. L'esame di Laurea Magistrale permette di valutare l'autonomia di giudizio raggiunta dallo studente.

d) Abilità comunicative (communication skills)

Il laureato Magistrale in Matematica è in grado di comunicare in modo chiaro e privo di ambiguità problemi, idee e conclusioni riguardanti la Matematica a interlocutori specialisti e non. Inoltre, è capace di usare la lingua inglese, in aggiunta all'italiano, nell'ambito delle attività e dei rapporti professionali. Infine, il laureato Magistrale in Matematica è in grado di dialogare con esperti di altre discipline, fornendo un fattivo contributo nella formulazione di descrizioni e modelli matematici di situazioni di interesse applicativo e nella soluzione di problemi complessi.

Le sopraelencate abilità sono conseguite dallo studente di Matematica attraverso una costante interazione con i docenti e con gli altri studenti durante lo svolgimento dei corsi di insegnamento. Lo sviluppo delle capacità comunicative, sia in forma scritta che orale, è stimolato e verificato attraverso il lavoro individuale o di gruppo su semplici progetti proposti durante le esercitazioni, sia in aula sia in laboratorio, e attraverso il coinvolgimento degli studenti in cicli di lezioni e attività seminariali su argomenti legati ai programmi dei singoli corsi. La valutazione della tesi finale contribuisce alla verifica della acquisizione delle abilità comunicative.

e) Capacità di apprendimento (learning skills)

Coloro che conseguono la Laurea Magistrale in Matematica hanno sviluppato quelle capacità di apprendimento che consentono loro di aggiornare continuamente e in modo autonomo le proprie conoscenze e competenze. Ciò permette al laureato Magistrale non solo un immediato e qualificato inserimento nel mondo del lavoro ma anche l'accesso a successivi corsi di studio, sia in Matematica che in settori scientifici affini. Durante l'intero percorso formativo, le ore dedicate allo studio individuale, le prove di verifica previste nei singoli corsi di insegnamento, nonché la preparazione della tesi finale, che di norma richiede allo studente l'approfondimento personale di argomenti non trattati durante i corsi, offrono allo studente la possibilità di verificare e migliorare continuamente la propria capacità di apprendimento.

Art. 3 – Sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati in Matematica

1. I laureati Magistrali in Matematica hanno conoscenze, capacità e competenze adattabili alle varie esigenze di tutti gli ambiti professionali, sia pubblici che privati. La Laurea Magistrale in Matematica permette un accesso privilegiato a professioni che richiedono la conoscenza di strumenti matematici e la capacità di elaborare e utilizzare modelli di situazioni concrete. In particolare, il laureato Magistrale in Matematica può ambire all'inserimento immediato nelle aziende e nell'industria, nei laboratori e centri di ricerca, nei settori produttivi o di servizio della società, nella pubblica amministrazione, assumendo funzioni di elevata responsabilità nello sviluppo e nell'applicazione di modelli matematici per affrontare problematiche di vario tipo anche in contesti non matematici interagendo con esperti di altri settori; assumendo funzioni di elevata responsabilità nell'organizzazione e nell'elaborazione di strategie in contesti lavorativi pubblici o privati; assumendo funzioni di elevata responsabilità nei settori della ricerca, della formazione e della divulgazione scientifica in ambito pubblico o privato.
Nondimeno, il laureato Magistrale può avere come obiettivo finale l'accesso a successivi corsi di studio (ad esempio, il Dottorato di Ricerca), quale presupposto per attività di ricerca e di diffusione della cultura scientifica. Infine, i laureati Magistrali in Matematica, che avranno crediti sufficienti in opportuni gruppi di settore, possono prevedere come occupazione l'insegnamento nella Scuola, una volta completato il processo di ammissione per i percorsi di formazione per l'insegnamento secondario come previsto dalla normativa vigente.
2. Con riferimento agli sbocchi professionali classificati dall'ISTAT, le seguenti professioni possono essere intraprese con successo da un Laureato Magistrale in Matematica:

- Matematici - (2.1.1.3.1)
- Statistici – (2.1.1.3.2)
- Analisti e progettisti di software - (2.1.1.4.1)
- Ricercatori e tecnici laureati nelle scienze matematiche e dell'informazione - (2.6.2.1.1).

Art. 4– Ammissione al Corso di Laurea Magistrale in Matematica

1. Gli studenti che intendono iscriversi al Corso di Laurea Magistrale in Matematica devono essere in possesso di un diploma di Laurea o di altro titolo conseguito all'estero, riconosciuto idoneo in base alla normativa vigente. Sono altresì richiesti un'adeguata preparazione personale e i seguenti requisiti curriculari:
--aver acquisito almeno 15 CFU in uno o più dei seguenti settori scientifico-disciplinari: FIS/01-08, ING-INF/05, INF/01;
--aver acquisito almeno 80 CFU nei seguenti settori scientifico-disciplinari: MAT/01-09.
Per i laureati all'estero, il Consiglio di Corso di Studi effettuerà la verifica dei requisiti curricolari sulla base dell'equivalenza tra le attività formative seguite con profitto e quelle a esse corrispondenti nei settori scientifico-disciplinari della Classe di Laurea L-35.
Infine si richiede per l'accesso alla laurea Magistrale in Matematica una adeguata conoscenza della lingua inglese, equiparabile al livello almeno B1 del quadro comune europeo di riferimento per le lingue.

2. Il CCSA determina le procedure di verifica del possesso dei requisiti curriculari e dei requisiti culturali richiesti per l'ammissione e descritti nel precedente comma. Tale verifica si basa sull'analisi del curriculum pregresso dello studente, integrato con i programmi dei corsi seguiti, e può eventualmente prevedere un colloquio orale. La verifica può avere uno dei seguenti esiti:
- l'ammissione incondizionata dello studente al corso di laurea Magistrale;

- la non ammissione motivata, con l'indicazione di modalità suggerite per l'acquisizione dei requisiti curriculari o culturali mancanti. Le eventuali integrazioni necessarie all'acquisizione dei requisiti mancanti, devono essere acquisite prima dell'iscrizione al corso di laurea Magistrale;
- l'ammissione a percorsi specifici con un piano di studi individuale concordato con la struttura didattica in base alla preparazione iniziale del candidato/a e ai suoi interessi specifici.

3. Per coloro che sono in possesso di un titolo di Laurea conseguito nella Classe delle Lauree in Scienze Matematiche L-35 (ex. DM-270/04) o L-32 (ex. DM 509/99) o del titolo di Laurea in Matematica quadriennale (vecchio ordinamento) non è prevista la verifica dei requisiti curriculari.
Per coloro che sono in possesso di una certificazione di conoscenza della lingua inglese di livello almeno B1 o che abbiano acquisito nella laurea triennale almeno 3 CFU di attività formative relative alla lingua inglese non è prevista la verifica del possesso delle competenze linguistiche.

Art. 5- Crediti Formativi Universitari e durata del CdLM

1. Le attività formative previste nel Corso di Studio prevedono l'acquisizione da parte degli studenti di crediti formativi universitari (CFU), ai sensi della normativa vigente.

2. A ciascun CFU corrispondono 25 ore di impegno complessivo dello studente.

3. La quantità media di impegno complessivo di apprendimento svolto in un anno da uno studente impegnato a tempo pieno negli studi universitari è fissata in 60 crediti.

4. La frazione dell'impegno orario complessivo riservata allo studio personale o ad altre attività formative di tipo individuale non può essere inferiore al 50%, tranne nel caso di attività formative ad elevato contenuto sperimentale o pratico.

5. Per i corsi di insegnamento tradizionali, la ripartizione tra attività didattica assistita (cfr. Art. 6, comma 2) ed attività di studio personale è la seguente:

	Attività assistita	Attività personale
Lezioni	8	17
Esercitazioni	12	13
Laboratorio	12	13

La misura convenzionale in CFU di altre attività è fissata caso per caso dal CCSA. I crediti corrispondenti a ciascuna attività formativa sono acquisiti dallo studente previo superamento dell'esame o attraverso altra forma di verifica della preparazione o delle competenze conseguite.

6. La durata normale del Corso di Laurea Magistrale é di due anni. A coloro che conseguono il titolo di studio compete la qualifica accademica di Dottore Magistrale in Matematica. Per conseguire il titolo di studio lo studente, comunque già in possesso di Laurea, deve aver maturato 120 CFU, indipendentemente dal numero di anni di iscrizione all'Università.

7. Il CCSA può prevedere forme di verifica periodica dei CFU acquisiti, al fine di valutare la non obsolescenza dei relativi contenuti conoscitivi e di assegnare debiti formativi nelle discipline per le quali sia riscontrata obsolescenza della preparazione. Detta verifica può essere prevista solo per gli studenti che non conseguano il titolo di studio in un tempo almeno pari al doppio della durata legale del corso di studio. Della verifica gli studenti interessati devono essere informati con un preavviso di almeno sei

mesi.

Art. 6 – Organizzazione didattica

1. Il Corso di Laurea Magistrale in MATEMATICA prevede un percorso formativo unico. Il quadro delle attività formative e la programmazione degli insegnamenti per la coorte di riferimento è indicata nell'A**llegato 2 (Didattica programmata)** nel rispetto dei vincoli, in termini di CFU, contenuti nell'Ordinamento didattico (**Allegato1**).

2. L'attività didattica assistita è articolata in lezioni, esercitazioni e attività di laboratorio.

3. Le attività formative previste per il Corso di Laurea Magistrale in Matematica, con indicazioni dettagliate su:
(a) insegnamenti attivati, la loro eventuale articolazione in moduli integrati, nonché i relativi obiettivi formativi specifici;
(b) i Crediti Formativi Universitari (CFU) assegnati a ciascuna attività formativa;
(c) le eventuali **propedeuticità**;
(d) l'elenco dei docenti impegnati nel Corso di studio, e gli insegnamenti corrispondenti;
(e) il piano di studi statutario;
sono definite **annualmente** dal Dipartimento su proposta del CCSA nel rispetto dell'Ordinamento didattico (Allegato 1) e del quadro degli insegnamenti e delle attività formative **dell'Allegato 2,** e sono riportate nell'**Allegato 3 e nell'Allegato 4 (**Scheda SUA-CdS-Didattica erogata**).**

4. Lo studente propone al CCSA, in due finestre temporali in corrispondenza dei semestri di ciascun anno, un piano di studio, purché coerente con i contenuti minimi indicati nell'Ordinamento didattico (**Allegato 1**) e con le Regole contenute nell'**Allegato 2.** È consentito altresì proporre un piano che preveda l'acquisizione di CFU aggiuntivi rispetto al numero minimo (120 CFU) indicato nell'Ordinamento Didattico.

5. Le attività di ricerca a supporto delle attività formative che caratterizzano il profilo del Corso di studio sono consultabili alla pagina http://www.matfis.unicampania.it/ricerca/aree-di-ricerca del sito del Dipartimento.

6. Il Manifesto Annuale degli Studi porta a conoscenza degli studenti le disposizioni contenute nel Regolamento Didattico, specificandole quando necessario. Esso è predisposto annualmente dal CCSA, entro e non oltre il mese di giugno, e approvato dal Dipartimento.

7. Il Manifesto Annuale degli Studi è pubblicato sul sito del Dipartimento nella sezione didattica (http://www.matfis.unicampania.it/didattica/corsi-di-studio/corso-di-laurea-magistrale-in-matematica), unitamente alle altre norme e notizie utili ad illustrare le attività didattiche programmate. Saranno inoltre disponibili, sul sito suddetto, programmi dettagliati degli insegnamenti attivati, gli orari di ricevimento dei docenti, le indicazioni di quanto richiesto ai fini degli esami e delle prove di profitto e per il conseguimento del titolo di studio.

8. Il periodo ordinario per lo svolgimento di lezioni, esercitazioni, seminari, attività di laboratorio e integrative è stabilito, di norma, per ciascun anno accademico, tra il 15 settembre e il 30 giugno successivo. Attività di orientamento, propedeutiche, integrative, di preparazione e sostegno degli insegnamenti ufficiali, nonché corsi intensivi e attività speciali, possono svolgersi anche in altri periodi.

9. L’attività didattica degli insegnamenti è organizzata secondo l’ordinamento semestrale. Per rendere l’attività didattica efficace, coordinata e meglio rispondente alle diverse caratteristiche, ogni insegnamento potrà svolgersi in uno o entrambi i semestri. I semestri sono intervallati da periodi dedicati a studio autonomo ed esami. I periodi di svolgimento degli insegnamenti e delle altre attività didattiche nonché i periodi di svolgimento degli esami sono determinati dal Calendario didattico predisposto annualmente dal CCSA e riportato nel Manifesto Annuale degli Studi. Il numero delle ore settimanali previste per ciascun insegnamento e la loro distribuzione sono determinate in relazione alla programmazione degli insegnamenti e alle esigenze di funzionalità del calendario didattico.

Art. 7 - Verifica dell’apprendimento e acquisizione dei CFU

1. La verifica del profitto degli studenti avviene attraverso un esame finale, che può dare luogo ad una votazione (esami di profitto) o a un semplice giudizio di idoneità. I CFU corrispondenti a ciascuna attività indicata nel piano di studio sono acquisiti dallo studente con il superamento del relativo esame finale.
2. Per tutti gli insegnamenti del Corso di Laurea, gli esami di profitto prevedono una prova orale e/o una prova scritta e/o una prova di laboratorio. Tutti gli insegnamenti possono prevedere prove intermedie di qualunque forma.

3. Per gli insegnamenti articolati in moduli coordinati, i docenti titolari dei moduli partecipano collegialmente alla valutazione complessiva del profitto dello studente che non può, comunque, essere frazionata in valutazioni separate su singoli moduli.

4. Gli esami finali si svolgono sotto la responsabilità di una Commissione, nominata all’inizio di ogni anno accademico, dal Direttore del Dipartimento, su proposta del CCSA con indicazione del Presidente (o dei Co-presidenti) e degli altri membri. Nell’esercizio delle sue funzioni, la Commissione d’esame è costituita da almeno due membri, di cui uno è il Presidente (o uno dei Co-presidenti).

5. La valutazione degli esami di profitto è espressa in trentesimi. Ai fini del superamento dell’esame è necessario conseguire il punteggio minimo di 18 trentesimi. L’eventuale attribuzione della lode, in aggiunta al punteggio massimo di 30 trentesimi, è subordinata alla valutazione unanime della Commissione esaminatrice.

6. La conoscenza della lingua inglese è verificata attraverso un colloquio, che dà luogo a un giudizio di idoneità o di riprovazione.

7. Il calendario degli esami di profitto, contenente le informazioni relative a giorno, e ora delle singole sedute d’esami, è predisposto dal Presidente del CCSA e reso pubblico entro il 30 settembre di ogni anno per gli appelli anticipati ed estivi, ed entro il mese di luglio per gli appelli straordinari. Il calendario è organizzato in modo da evitare la coincidenza nello stesso giorno di esami relativi a corsi tenuti nello stesso anno.

8. Eventuali rinvii delle sedute di esame possono essere disposti, con congruo anticipo e per comprovati motivi, dal Presidente della Commissione d’esame, il quale provvede a informare gli studenti e il Presidente del CCSA. In nessun caso la data di una sessione di esami può essere anticipata.

9. Non è consentita la ripetizione di un esame già superato.

Art. 8 -Attività autonomamente scelte dallo studente

1**.** Lo studente propone liberamente le attività a scelta (TAF D), corrispondenti a 8 CFU (cfr. **Allegato 1**), purché coerenti con il progetto formativo.

2. Tali CFU possono essere acquisiti anche in seguito ad attività riportate nella Tabella AS dell**'Allegato 3**. Ognuna delle attività di cui alla Tabella AS, diversa da un insegnamento attivato nel Corso di Laurea, è realizzata con l'assistenza e sotto la responsabilità di un Tutor, di norma un docente del Dipartimento, secondo modalità stabilite dal CCSA, che certifica alla Presidenza del CCSA l'avvenuta acquisizione dei CFU corrispondenti all'attività svolta.

3. Se lo studente intende acquisire CFU sostenendo un esame relativo ad un insegnamento di un altro Corso di Laurea dell'Ateneo deve presentare richiesta al CCSA. Il Consiglio valuterà la coerenza della scelta con il percorso formativo dello studente.

Art. 9 - Prova finale e conseguimento del titolo di studio

1. Il titolo di studio è conferito previo superamento di una prova finale, detta esame di Laurea. L'esame di Laurea consiste nella preparazione di un elaborato scritto e nella sua presentazione e discussione dinanzi ad una apposita Commissione, nominata dal Direttore del Dipartimento.

2. L'elaborato è compilato sotto la guida di un docente del Dipartimento (relatore). Le Commissioni sono costituite a maggioranza da professori e ricercatori di ruolo dell'Ateneo. Le Commissioni sono composte da almeno 7 membri. Possono inoltre partecipare alla Commissione gli assistenti ordinari, i professori supplenti, i professori a contratto, gli esperti esterni purché relatori o correlatori di tesi di laurea.

3. La prova finale ha l'obiettivo di verificare la capacità del laureando di elaborare e presentare, in forma scritta e orale, un argomento matematico con chiarezza, sintesi e padronanza, nonché l'obiettivo di valutare l'originalità dei risultati ottenuti dal laureando.

4. L'esito positivo della prova finale dà diritto all'acquisizione di n. 24 CFU, come previsto dall'Ordinamento didattico (**Allegato 1**). Per accedere alla prova finale, lo studente deve avere acquisito 96 CFU, pari a 120 CFU meno i 24 previsti per la prova stessa.

5. Il voto finale dell'esame di Laurea, espresso in centodecimi, si ottiene sommando al "voto base" il punteggio attribuito alla prova finale, il quale è compreso tra 0 e 11; nel caso tale somma superi 110 il voto finale è stabilito in 110/110. Il "voto base" è definito dall'espressione in centodecimi della media ponderata (in relazione ai crediti) delle votazioni riportate dallo studente nei singoli esami di profitto. Agli studenti che ottengano una votazione di 110/110, a giudizio unanime della Commissione, potrà essere attribuita la lode.

Art. 10- Valutazione dell'attività didattica

1. Il CCSA attua forme di valutazione dell'attività didattica, attraverso il gruppo di gestione AQ (Attivazione Qualità) coordinato dal Referente per la Qualità, ai sensi dell'articolo 21 del Regolamento Didattico di Ateneo al fine di evidenziare eventuali problemi e/o inadeguatezze che ne rendano difficile o compromettano l'efficienza e l'efficacia e per poterne individuare i possibili rimedi. In particolare attua iniziative per la valutazione della coerenza tra i crediti formativi assegnati alle attività formative e gli specifici obiettivi formativi programmati.

Art. 11 -Tutorato

1. Il tutorato è una forma di ausilio per gli studenti inteso soprattutto a fornire consigli ed indicazioni relativi all'organizzazione dello studio, all'impostazione del curriculum didattico, alla successione degli esami, alla scelta degli argomenti per l'elaborato della prova finale.
2. All’atto dell’iscrizione, a ciascuno studente è assegnato un tutore. I tutori sono, di norma, docenti operanti nel corso di studio e sono assegnati secondo la Tabella T dell’**Allegato 3**.

Art. 12 - Riconoscimento crediti
1. I trasferimenti ed i passaggi da altri corsi di studio sono regolamentati dall'art. 26 del RDA.

2. Le richieste di trasferimento presso il Corso di Laurea Magistrale in Matematica di studenti provenienti da altra Università, italiana o straniera, e le richieste di passaggio al Corso di Laurea in Matematica di studenti provenienti da corsi di studio dell’Ateneo sono subordinate ad approvazione da parte del Consiglio di Dipartimento, sentito il parere del CCSA. Quest’ultimo valuta l’eventuale riconoscimento totale o parziale della carriera di studio fino a quel momento seguita, con la convalida di esami sostenuti e crediti acquisiti, e indica l’anno di corso al quale lo studente viene iscritto e l’eventuale debito formativo da assolvere. Nelle operazioni di riconoscimento di precedenti attività formative il CCSA fa riferimento ai contenuti minimi per ambito disciplinare indicati nell’Ordinamento didattico (**Allegato 1**).

3. Per il riconoscimento della carriera percorsa da studenti che abbiano già conseguito una Laurea Magistrale presso l’Ateneo o in altra Università italiana e che chiedano, contestualmente all’iscrizione, l’abbreviazione degli studi, il CCSA prende in considerazione soltanto le attività formative ritenute attuali e congrue con gli obiettivi formativi del Corso di Laurea.

4. Il CCSA, relativamente ai trasferimenti, ai passaggi e al riconoscimento di carriere pregresse, può convalidare, attribuendo i relativi CFU, esami di insegnamenti e moduli didattici non previsti dall’Ordinamento Didattico, anche attraverso l’adozione di un piano di studi individuale, a condizione che detti insegnamenti e moduli siano ritenuti congrui con gli obiettivi formativi del Corso di Laurea Magistrale.

Art. 13 - Mobilità studentesca e riconoscimento di studi compiuti all'estero
1. Il CCSA, allo scopo di migliorare il livello di internazionalizzazione del percorso formativo, incoraggia gli studenti a svolgere periodi di studio all’estero, sulla base di rapporti convenzionali di scambio con Università presso le quali esista un sistema di crediti facilmente riconducibile al sistema ECTS.

2. I periodi di studio all’estero hanno di norma una durata compresa tra 3 e 10 mesi, prolungabile, laddove necessario, fino a un massimo di 12 mesi. Il piano di studi da svolgere presso l’Università di accoglienza, valido ai fini della carriera universitaria, e il numero di crediti acquisibili devono essere congrui alla durata. Il CCSA può raccomandare durate ottimali in relazione all’organizzazione del corso stesso.

3. Le opportunità di studio all’estero sono rese note agli studenti attraverso appositi bandi recanti, tra l’altro, i requisiti di partecipazione e i criteri di selezione. Agli studenti prescelti potranno essere concessi contributi finanziari o altre agevolazioni previste dagli accordi di scambio. Una borsa di mobilità è in genere assegnata nel caso di scambi realizzati nel quadro degli Accordi Erasmus. Inoltre, nell’ambito del Lifelong Learning Programme è prevista l’Azione Erasmus Placement che fornisce la possibilità per gli studenti di svolgere un periodo di tirocinio

presso imprese, centri di formazione, centri di ricerca o altre organizzazioni partecipanti al Programma.

4. Il CCSA provvede a verificare la coerenza dell'intero piano di studio da seguire all'estero con gli obiettivi formativi del Corso di Laurea Magistrale, piuttosto che la corrispondenza univoca in crediti tra singole attività da effettuare all'estero e quelle del corso di studio interessato. Nel caso in cui sussista un accordo istituzionale preventivamente stipulato secondo le modalità previste dalla Unione Europea oppure nel caso in cui il CCSA abbia approvato nell'ambito di altri programmi di scambio tabelle di equivalenza con insegnamenti e seminari tenuti presso l'Università partner o istituti di istruzione universitaria equiparati, il riconoscimento dei piani di studio, che rientrano nel suddetto accordo o coerenti con le suddette tabelle di equivalenza, è dato per acquisito, fatti salvi gli opportuni accertamenti in sede amministrativa.

5. Lo studente che intenda svolgere parte dei propri studi all'estero deve presentare apposita domanda nella quale dovrà indicare gli insegnamenti che si propone di seguire all'estero e presso quali Università. La domanda è sottoposta all'autorizzazione del Consiglio di Dipartimento, che delibera in merito sulla base di criteri generali precedentemente definiti e del parere espresso dal CCSA

Art. 14 - Studenti fuori corso e ripetenti, interruzione degli studi e studenti impegnati a tempo pieno e a tempo parziale

1. Ai sensi dell'Art 32 del RDA, il CCSA può proporre al Consiglio di Dipartimento, per l'approvazione in Senato Accademico, l'adozione di particolari modalità organizzative per gli studenti "a tempo parziale", consentendo loro di fare fronte agli obblighi dovuti per il conseguimento del titolo di studio in tempi più lunghi di quelli legali senza cadere nelle condizioni di fuori corso e potendo usufruire di una riduzione dell'importo dei contributi annuali dovuti.

2. Possono usufruire di tale opportunità gli studenti che dichiarano motivatamente di non essere in grado di frequentare con continuità gli insegnamenti che fanno capo al Corso di Laurea Magistrale e di non poter sostenere nei tempi legali le relative prove di valutazione.

3. Salvo diversa opzione all'atto dell'immatricolazione, lo studente è considerato come impegnato a tempo pieno.

4. L'iscrizione al successivo anno di corso è consentita agli studenti indipendentemente dal tipo di esami sostenuti e dal numero di crediti acquisiti, ferma restando la possibilità per lo studente di iscriversi come studente ripetente.

5. Lo studente che non abbia acquisito un numero significativo di crediti nel corso dell'anno accademico, può chiedere l'iscrizione come ripetente.

6. Lo studente che nel corso della durata del percorso formativo prescelto (normale o rallentato) non abbia compiuto gli studi potrà ottenere l'iscrizione come studente "fuori corso".

Art. 15 – Docenti di Riferimento

1. I docenti di riferimento del Corso di Laurea Magistrale sono indicati nell'**Allegato 3** che viene aggiornato annualmente.

Art. 16 - Rinvii

1. Per tutto quanto non previsto nel presente regolamento, si rinvia al Regolamento Didattico di Ateneo e alla normativa vigente

All. 1.

Ordinamento Didattico CdLM in Matematica LM-40 a.a. 2019/2020					
TIPOLOGIA ATTIVITA' FORMATIVE (TAF)	**AMBITO DISCIPLINARE (AD)**	**SSD** **(Settori Scientifico Disciplinari)**	**CFU** **min**	 **max**	**CFU**
Caratterizzanti (B) Minimo DM 35	Formazione Teorica Avanzata	MAT/01– Logica matematica MAT/02–Algebra MAT/03– Geometria MAT/05 –Analisi matematica	**28 Min DM 15**	**36**	**44-68**
	Formazione Modellistico-Applicativa	MAT/06 –Probabilità e statistica matematica MAT/07 –Fisica matematica MAT/08 –Analisi numerica MAT/09– Ricerca operativa	**16 Min DM 5**	**32**	
Affini ed Integrative (C) Minimo DM 12	**A11**	FIS/01 – Fisica sperimentale FIS/02 - Fisica teorica, modelli e metodi matematici FIS/03 - Fisica della materia FIS/04 - Fisica nucleare e subnucleare FIS/05 - Astronomia e astrofisica FIS/06 - Fisica per il sistema terra e per il mezzo circumterrestre FIS/07 - Fisica applicata (a beni culturali, ambientali, biologia e medicina) FIS/08 - Didattica e storia della fisica INF/01 - Informatica ING-INF/05 - Sistemi di elaborazione delle informazioni BIO/01- Botanica BIO/05-Zoologia BIO/06-Anatomia Comparata e Citologia CHIM/03- Chimica Generale e Inorganica CHIM/06- Chimica Organica GEO/10-Geofisica della terra solida SECS-S/01- Statistica SECS-S/06 - Metodi matematici dell'economia e delle scienze attuariali e finanziarie	**16**	**32**	**16-32**
	A12**	MAT/01 - Logica MAT/02 - Algebra MAT/03 - Geometria MAT/04 - Matematiche complementari MAT/05 - Analisi matematica MAT/06 - Probabilità e statistica matematica MAT/07 - Fisica matematica MAT/08 - Analisi numerica MAT/09 - Ricerca operativa	**0**	**8**	
A scelta autonoma dello studente (D)			**8**		**8**
Prova finale (E)	Prova Finale		**24**		**24**
Ulteriori Attività Formative (F)	Ulteriori conoscenze linguistiche		**2**		**2**
	Abilità informatiche e telematiche		**2**		**2**
		CFU totali per il conseguimento del titolo	**120**		**96-144**

Allegato 2

Didattica Programmata del Corso di Laurea Magistrale in Matematica
Coorte 2019/2020

TIPOLOGIA ATTIVITÀ FORMATIVA (TAF)	AMBITO DISCIPLINARE (AD)	Corsi di Insegnamento	CFU	Anno
CARATTERIZZANTI (B)	Formazione Teorica Avanzata	Uno a scelta tra: MAT/02- **Algebra Commutativa** MAT/02- **Teoria dei Gruppi**	**8**	**I**
		MAT/03- **Geometria Differenziale**	**8**	**I**
		MAT/05- **Analisi Superiore**	**12**	**I**
		Insegnamento opzionale Un insegnamento della **Tabella 1** (FTA)	**8**	**II/I**
	Formazione Modellistico-Applicativa	MAT/07 – **Fisica Matematica Superiore**	**8**	**I**
		MAT/08 - **Calcolo Scientifico**	**8**	**I**
		Insegnamento opzionale Un insegnamento della **Tabella 2** (FMA)	**8**	**I**
AFFINI ED INTEGRATIVE (C)	Corsi opzionali delle **Tabelle 3 e 4** di cui almeno 2 tra quelli indicati nella **Tabella 3**	Insegnamento opzionale **Tabella 3- TAF C A11**	**8**	**I**
		Insegnamento opzionale	**8**	**II**
		Insegnamento opzionale	**8**	**II**
A SCELTA AUTONOMA DELLO STUDENTE (D)			**8**	**II**
PROVA FINALE E LINGUA STRANIERA (E)	Prova Finale		**24**	**II**
ULTERIORI ATTIVITÀ FORMATIVE (F)	Ulteriori conoscenze linguistiche		**2**	**II**
	Abilità informatiche e telematiche		**2**	**II**
		TOTALE CFU	**120**	

Nota: nella formulazione del piano di studi al primo anno dovranno essere collocati almeno 60 e al più 68 CFU

Tabella 1- Insegnamenti opzionali Laurea Magistrale* (TAF B) Formazione Teorica Avanzata ***Gli insegnamenti opzionali dello stesso ambito disciplinare possono essere attivati in alternativa tra loro. (cfr. Art. 6 comma 3 DM n. 47, 30 gennaio 2013)**		
Insegnamento	**SSD**	**CFU**
Teoria dei Modelli	MAT/01	8
Teoria di Galois	MAT/02	8
Algebra Commutativa *Se non scelto già come obbligatorio*	MAT/02	8
Teoria dei Gruppi *Se non scelto già come obbligatorio*	MAT/02	8
Geometria Algebrica	MAT/03	8
Geometria Combinatoria	MAT/03	8
Analisi non lineare	MAT/05	8
Complementi di Analisi Matematica	MAT/05	8
Analisi Matematica Avanzata	MAT/05	8

Tabella 2- Insegnamenti opzionali Laurea Magistrale* (TAF B) Formazione Modellistico Applicativa		
Insegnamento	**SSD**	**CFU**
Calcolo delle Probabilità	MAT/06	8
Equazioni di Navier-Stokes	MAT/07	8
Meccanica Superiore	MAT/07	8
Metodi Numerici per le Applicazioni	MAT/08	8
Metodi numerici per l’elaborazione di Immagini	MAT/08	8
***Gli insegnamenti opzionali dello stesso ambito disciplinare possono essere attivati in alternativa tra loro. (cfr. Art. 6 comma 3 DM n. 47, 30 gennaio 2013)**		

Tabella 3*- Insegnamenti opzionali Laurea Magistrale* (TAF C-Gruppo A11)		
Insegnamento	**SSD**	**CFU**
Erogati nel CdLM		
Laboratorio di Fisica Moderna	FIS/01	8
Elementi di Fisica Moderna	FIS/01	8
Analisi dei dati per l’economia	SECS-S/01	8
Programmazione concorrente e distribuita	ING-INF/05	8
Mutuati da altri corsi di laurea *Gli insegnamenti riportati di seguito non possono essere inseriti nel piano di studi se già sostenuti nel Corso di Laurea Triennale*		
Chimica Generale e Inorganica *Mutuato dal CdL in Fisica*	CHIM/03	8
Geofisica *Mutuato dal CdL in Fisica*	GEO/10	8**
Basi di Dati e Sistemi Informativi *Mutuato dal CdL in Matematica*	ING-INF/05	8

Meccanica Quantistica *Mutuato dal CdL in Fisica*	FIS/02	8*
Elettronica Quantistica *Mutuato dal CdL in Fisica*	FIS/03	8**
Meccanica Statistica *Mutuato dal CdL in Fisica*	FIS/03	8**
*Per il corso di Laurea di provenienza l'insegnamento è da 10 CFU, gli ulteriori 2 CFU possono essere utilizzati come crediti liberi nell'ambito delle attività a scelta autonoma dello studente (TAF D) **Per il corso di Laurea di provenienza l'insegnamento è da 6 CFU, gli ulteriori 2 CFU saranno acquisibili mediante attività integrative concordate con il docente del corso.		

Tabella 4- Insegnamenti opzionali CdLM in Matematica (TAF C- Gruppo A12)**

Insegnamento	SSD	CFU
Erogato nel CdLM		
Tutti gli insegnamenti della Tabella 1 e della Tabella 2 (opzionali di TAF B) non già inseriti nel piano di studi)		
Didattica della Matematica	MAT/04	**8**
Applicazioni della Meccanica dei Fluidi	MAT/07	**8**
Mutuati da altri corsi di laurea *Gli insegnamenti riportati di seguito non possono essere inseriti nel piano di studi se già sostenuti nel Corso di Laurea Triennale*		
Insegnamento	**SSD**	**CFU**
Algebra 2 *Mutuato dal CdL in Matematica*	MAT/02	8
Calcolo Numerico 2 *Mutuato dal CdL in Matematica*	MAT/08	8
Fisica Matematica *Mutuato dal CdL in Matematica*	MAT/07	8
Geometria 3 *Mutuato dal CdL in Matematica*	MAT/03	8
Logica Matematica *Mutuato dal CdL in Matematica*	MAT/01	8

Allegato 3

Corso di Laurea Magistrale in Matematica LM-40 Didattica Erogata a.a. 2019/2020								
INSEGNAMENTO		**TAF**	**AMBITO DISCIPLINARE**	**SSD**	**CFU**	**Ore**	**Docente**	**Sem.**
Primo anno (Coorte 2019-2020)								
Analisi Superiore		B	Form. Teorica Avanzata	MAT/05	12	96	G. Pisante 2° 6 CFU =48 ore B. Pellacci 1° 6 CFU =48 ore	A
Uno a scelta tra	Algebra Commutativa	B	Form. Teorica Avanzata	MAT/02	8	64	P. D'Aquino	1°
	Teoria dei Gruppi						A. Russo	2°
Geometria Differenziale		B	Form. Teorica Avanzata	MAT/03	8	64	V. Napolitano	1°
Fisica Matematica Superiore		B	Form. Modellistico - Applicativa	MAT/07	8	64	R. Russo	2°
Calcolo Scientifico		B	Form. Modellistico - Applicativa	MAT/08	8=6L+2La	72=48+24	D. di Serafino	1°
Insegnamento opzionale* Tabella 1.1 ***Può essere anticipato dal secondo anno al primo (*Regola d'anticipo*)**		B	Form. Teorica Avanzata		8			
Insegnamento opzionale Tabella 1.2		B	Form. Modellistico - Applicativa		8			
Insegnamento opzionale Tabella 1.3		C	Affini Integrativi		8			
				Totale	**60/68**			

Allegato 3 -Regolamento didattico del Corso di Laurea Magistrale in MATEMATICA a.a. 2019/2020

Tabella 1- Insegnamenti opzionali TAF B e TAF C
I Anno Laurea Magistrale Coorte 2019/2020
II Anno Laurea Magistrale Coorte 2018/2019

Regole di inserimento Insegnamenti Opzionali nel piano di studi Coorte 2019/2020:
1 Insegnamento di TAF B Formazione Teorica Avanzata--Tabella 1 Elenco 1.1.- II ANNO-con possibilità di Anticipo al I Anno
1 Insegnamento di TAF B Formazione Modellistico Applicativa--Tabella 1 Elenco 1.2- I ANNO
Almeno 2 Insegnamenti di TAF C Gruppo A11 (Settori non MAT)-- Tabella 1 Elenco 1.3- di cui uno collocato al I Anno
Al più uno di TAF C Gruppo A12 (Settori MAT)-- Tabella 1 Elenco 1.4- II Anno di Corso

Nota: nella formulazione del piano di studi al primo anno dovranno essere collocati almeno 60 e al più 68 CFU utilizzando la regola d'anticipo.

1.1 (TAF B) Formazione Teorica Avanzata

Insegnamento	SSD	CFU	Ore	Docente	Sem.
Teoria dei Modelli Coorti 2019-2020, 2018-2019	MAT/01	8	64	P. D'Aquino	1°
Algebra Commutativa *Se non scelto già come obbligatorio* Coorti 2019-2020, 2018-2019	MAT/02	8	64	P. D'Aquino	1°
Teoria dei Gruppi *Se non scelto già come obbligatorio* Coorti 2019-2020, 2018-2019	MAT/02	8	64	A. Russo	2°
Analisi non Lineare Coorti 2019-2020, 2018-2019	MAT/05	8	64	G. Vaira 4 CFU=32 ore I. Ianni 4 CFU=32 ore	2°
Geometria Algebrica Coorti 2019--2020, 2018-2019	MAT/03	8	64	O. Polverino	2°
Complementi di Analisi Coorte 2018-2019	MAT/05	8	64	Mutuato da Complementi di Analisi Matematica	
Complementi di Analisi Matematica Coorte 2019-2020	MAT/05	8	64	G. Di Blasio 4 CFU=32 ore	1°

				I. Ianni 4 CFU=32 ore	
1.2 (TAF B) Formazione Modellistico Applicativa					
Calcolo delle Probabilità Coorti 2019-2020, 2018-2019	MAT/06	8	64	B. Carbonaro	2°
Equazioni di Navier-Stokes Coorti 2019-2020, 2018-2019	MAT/07	8	64	P. Maremonti 6 CFU= 48 ore F. Crispo 2 CFU= 16 ore	1°
Meccanica Superiore Coorti 2019-2020 e 2018-2019	MAT/07	8	64	R. Russo	2°
Metodi Numerici per l'elaborazione di immagini Coorte 2019-2020	MAT/08	8=6L+2La	72	D. di Serafino 8=6L+2La CFU	2°
Metodi Numerici per le Applicazioni Coorte 2018-2019	MAT/08	8=6L+2La	72	Mutuato da Metodi Numerici per l'elaborazione di immagini	2°
1.3 Insegnamenti di TAF C Gruppo A11* *Gli insegnamenti del Gruppo A11 mutuati da altri corsi di laurea non potranno essere inseriti nel piano di studi se già sostenuti nel corso di Laurea Triennale					
Laboratorio di Fisica Moderna Coorti 2019-2020, 2018/2019	FIS/01	8=4L+4La	80=32+48	C. Sabbarese	2°
Elementi di Fisica Moderna	FIS/01	8	64	P. Silvestrini 3CFU = 24 ore Contratto 5CFU=40 ore	2°
Analisi dei dati per l'economia Coorti 2019-2020, 2018/2019	SECS-S/01	8=6L+2La	72=48+24	E. Romano	2°
Programmazione concorrente e distribuita Coorti 2019-2020, 2018/2019	ING-INF/05	8=6L+2La	72=48+24	Contratto/Supplenza o altra risorsa interna	2°
Chimica Generale e Inorganica *Mutuato dal CdL in Fisica* Coorti 2019-2020, 2018/2019	CHIM/03	8			
Geofisica	GEO/10	8**			

Mutuato dal CdL in Fisica Coorti 2019-2020, 2018/2019					
Basi di Dati e Sistemi Informativi *Mutuato dal CdL in Matematica* Coorti 2019-2020, 2018/2019	ING-INF/05	8			
Elettronica Statistica *Mutuato dal CdL in Fisica* Coorti 2019-2020, 2018/2019	FIS/03	8**			
Meccanica Statistica *Mutuato dal CdL in Fisica* Coorti 2019-2020	FIS/03	8**			
Meccanica Quantistica *Mutuato dal CdL in Fisica* Coorti 2019-2020, 2018/2019	FIS/02	8*			
1.4 Insegnamenti di TAF C Gruppo A12* *Gli insegnamenti del Gruppo A12 mutuati da altri corsi di laurea non potranno essere inseriti nel piano di studi se già sostenuti nel corso di Laurea Triennale					
Tutti quelli degli elenchi 1.1 e 1.2 non inseriti già nel piano di studi come TAF B					
Didattica della Matematica Coorte 2018-2019	MAT/04	8	64	Umberto Dello Iacono	1°
Applicazioni della Meccanica dei Fluidi Coorte 2018-2019	MAT/07	8=6L+2E	72=48L+24E	Giorgio Riccardi	2°
Logica Matematica *Mutuato dal CdL in Matematica* Coorti 2019-2020, 2018-2019	MAT/01	8			
Algebra 2 *Mutuato dal CdL in Matematica* Coorti 2019-2020, 2018-2019	MAT/02	8			
Geometria 3 *Mutuato dal CdL in Matematica* Coorti 2019-2020, 2018-2019	MAT/03	8			
Fisica Matematica *Mutuato dal CdL in Matematica* Coorti 2019-2020, 2018-2019	MAT/07	8			

Calcolo Numerico 2 *Mutuato dal CdL in Matematica* Coorti 2019-2020, 2018-2019	MAT/08	8			
*Per il corso di Laurea di provenienza l'insegnamento è da 10 CFU, gli ulteriori 2 CFU possono essere utilizzati come crediti liberi nell'ambito delle attività a scelta autonoma dello studente (TAF D) **Per il corso di Laurea di provenienza l'insegnamento è da 6 CFU, gli ulteriori 2 CFU saranno acquisibili mediante attività integrative concordate con il docente del corso.					

Tabella AS- Attività a Scelta Autonoma dello Studente (TAF D)

Lo studente propone liberamente tali attività, corrispondenti a 8 CFU, purché coerenti con il progetto formativo (cfr. Art. 8 del Regolamento Didattico). Tali CFU possono essere acquisiti **anche** mediante le attività riportate di seguito.

Tutti gli esami sostenuti come tipologia D prevedono una verifica con voto finale e saranno regolarmente inseriti in carriera

Attività	Impegno e CFU acquisibili
Tirocini presso scuole convenzionate con l'Ateneo *(Attività Professionalizzanti)*	Per ogni tirocinio presso istituzioni scolastiche è previsto un progetto formativo predisposto dal tutor didattico (membro del dipartimento) e dal tutor scolastico (docente della struttura scolastica). 1 CFU prevede 12 ore di attività di tirocinio presso la struttura scolastica e 13 ore di studio/attività individuale di preparazione alle attività di tirocinio in campo Per ulteriori informazioni riguardo alle attività di tirocinio nelle scuole rivolgersi al dott. Umberto Dello Iacono.
Tirocini presso aziende/enti/laboratori convenzionati con l'Ateneo *(Attività Professionalizzanti)*	Per ogni tirocinio presso aziende/enti/laboratori è previsto un progetto formativo predisposto dal tutor didattico-organizzativo (membro del dipartimento) e dal tutor aziendale (membro della struttura ospitante). Il tutor didattico-organizzativo ha il compito di assicurare la valenza formativa del tirocinio, fornire assistenza al tirocinante sia prima dell'avvio che durante lo svolgimento del tirocinio, monitorare le attività svolte secondo quanto previsto dal progetto formativo. L'impegno in termini di ore e di CFU acquisibili è definito in maniera puntuale all'interno del progetto formativo. I CFU acquisibili di Tipologia D sono al più pari a 8. I progetti formativi possono prevedere anche ulteriori attività di tirocinio finalizzate all'elaborazione della tesi di laurea magistrale. Per ulteriori informazioni riguardo alle attività di tirocinio presso aziende, enti ecc., rivolgersi al dott. Stefano Marrone.
Convegni e Scuole	Il numero di CFU acquisibili è stabilito caso per caso su indicazione del Tutor.
Insegnamenti opzionali attivati nel Corso di Laurea (TAF B o TAF C) non già inseriti nel piano di studi o un insegnamento del corso di laurea di TAF D	Il superamento dell'esame finale dà diritto all'acquisizione del numero di CFU previsti per il corso di insegnamento e l'insegnamento verrà regolarmente inserito in carriera con la relativa votazione. Gli insegnamenti opzionali sono elencati nelle Tabelle 1 delle relative Coorti. Corsi di TAF D del corso di

	Laurea: --*Botanica**, BIO/01, 8 CFU --*Citologia e Istologia**, BIO/06, 8 CFU *Insegnamenti consigliati ai fini dell'accesso alla classe di concorso A-28, Matematica e Scienze, per i laureati a partire dall'a.a. 2019/2020**. *Per ulteriori dettagli si veda il Regolamento pubblicato il 22/02/2016 nel *Supplemento ordinario n. 5/L* alla GAZZETTA UFFICIALE *Serie generale* - n. **43,** recante disposizioni per la razionalizzazione ed accorpamento delle classi di concorso a cattedre e a posti di insegnamento, a norma dell'articolo 64, comma 4, lettera a), del decreto-legge 25 giugno 2008, n. 112, convertito, con modificazioni, dalla legge 6 agosto 2008, n. 133 e del DM 259 del 9 maggio 2017 (TabellaA).
Insegnamenti attivati presso altri corsi di laurea dell'Ateneo	Il superamento dell'esame finale dà diritto all'acquisizione del numero di CFU previsti per il corso di insegnamento e l'insegnamento verrà regolarmente inserito in carriera con la relativa votazione. <u>*In questo caso è però necessario presentare richiesta al CCSA.*</u>
Seminari didattici coordinati per settori disciplinari (http://www.matfis.unicampania.it/ricerca/aree-di-ricerca)	La frequenza di n. 5 conferenze, con la stesura di una breve relazione sugli argomenti seguiti, dà diritto all'acquisizione di n. 2 CFU. La frequenza di n. 4 conferenze, di cui una tenuta dallo studente, dà diritto all'acquisizione di n. 3 CFU.
Cicli di seminari tematici	La frequenza e il superamento di una prova finale di un ciclo di seminari tematici dà diritto all'acquisizione di un numero di CFU concordati con la struttura didattica in base alle attività proposte. I cicli di seminari tematici proposti per l'anno accademico 2019-2020 sono i seguenti: *Intelligenza Artificiale e Reti Neurali* SSD: INF/01 semestre: II CFU: 3 ore: 24 docente: Anna Esposito *Python Programming Basics* SSD: ING-INF/05 semestre: II CFU: 3 (2 Teoria + 1 Lab) ore: 28 docente: Stefano Marrone (teledidattica, in lingua inglese)

Attività di tutorato *(Attività Professionalizzanti)*	Ogni anno accademico gli studenti possono partecipare alle attività di tutorato rivolte agli studenti del corso di laurea triennale in Matematica, sotto la supervisione di un docente del CdL triennale in Matematica (tutor). Il tutorato comprende alcune delle seguenti attività: • preparazione di materiale didattico (quali ad esempio soluzioni di esercizi d'esame, ecc.); • spiegazioni a studenti in debito d'esame; • assistenza durante le ore in laboratorio. Il numero di CFU acquisibili è pari a 3 e indicativamente l'impegno sarà così distribuito: • 25 ore di spiegazioni/soluzione di esercizi e 50 ore di preparazione di materiale didattico e studio individuale; oppure • 25 ore di assistenza in laboratorio e 50 ore di preparazione di materiale didattico e studio individuale. Gli studenti interessati a tali attività dovranno presentare domanda al CCSA entro il 20 settembre di ogni anno per gli insegnamenti del primo semestre e entro il15 febbraio per gli insegnamenti del secondo semestre. Le richieste saranno vagliate da una commissione che valuterà le domande.
Lettura di testi e/o articoli scientifici	Il numero di CFU acquisibili è stabilito caso per caso su indicazione del tutor.

Tutorato

All’atto dell’iscrizione, a ciascuno studente è assegnato un tutore. I tutori sono, di norma, docenti operanti nel corso di studio (cfr. Art. 11 del Regolamento Didattico).

Per l’a.a. 2019/2020 ad ogni studente è assegnato un tutore, secondo la seguente tabella.

Tabella T- ElencoTutor	
F.Crispo	
V. Napolitano	
G. Pisante	
A.Russo	
D.di Serafino	

Docenti di Riferimento

Docenti di Riferimento Laurea Magistrale in Matematica			
Peso	**Docente**	**SSD**	**INSEGNAMENTO**
1	Crispo Francesca	MAT/07 (B)	Equazioni di Navier-Stokes (B) MAT/07
1	Napolitano Vito	MAT/03 (B)	Geometria Differenziale (B) MAT/03
1	Russo Remigio	MAT/07 (B)	Fisica Matematica Superiore (B) MAT/07
1	Riccardi Giorgio	MAT/07 (B)	Applicazioni della Meccanica dei Fluidi (C) MAT/07
1	Russo Alessio	MAT/02 (B)	Teoria dei Gruppi (B) MAT/02
1	Umberto Dello Iacono	MAT/04 (C)	Didattica della Matematica (C) MAT/04
1	Pisante Giovanni	MAT/05 (B)	Analisi Superiore (B) MAT/05

Regolamento didattico del Corso di Laurea Magistrale in Matematica

All. 4 SCHEDE INSEGNAMENTO

Corso di laurea Magistrale in Matematica

Insegnamento di **Abilità Informatiche e Telematiche**

Corso di laurea in Matematica Magistrale

SSD: ING-INF/05

CFU: 2

ORE PER UNITÀ DIDATTICA: -

Lingua d'insegnamento	Italiano
Contenuti	Il programma si articola nello studio di alcuni aspetti specifici dell'informatica e delle sue applicazioni nel mondo reale attraverso lo l'approfondimento di articoli monografici proposti dal docente o dallo studente stesso.
Testi di riferimento	Non applicabile
Obiettivi formativi	*Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding):* Il corso mira allo stimolo dell'autonomia e dell'autoformazione in ambito informatico. Il metodo utilizzato è quello di assegnare allo studente un tema (scelto dallo studente stesso all'interno di una rosa) lasciando allo studente di approfondire tale tema fino ad un livello tale da sostenere una discussione. *Al termine dell'insegnamento lo studente dovrà dimostrare:* • *autonomia di giudizio:* nella valutazione del grado di preparazione raggiunto; • *capacità di apprendere:* cercando materiale integrativo in biblioteche o in rete; *abilità comunicative:* nell'argomentare il proprio punto di vista su questioni specifiche sollevate dal docente.
Prerequisiti	-
Metodologie didattiche	Studio del materiale concordato con il docente ed approfondimento individuale.
Altre informazioni	E' previsto il caricamento on-line di materiale didattico.
Modalità di verifica dell'apprendimento	L'esame si compone in una discussione orale legata al tema scelto dallo studente. Durante la discussione, il docente approfondirà uno o più aspetto nell'ottica della valutare il grado di autonomia maturato dallo studente. Il voto finale sarà espresso in termini di idoneità (idoneo/non idoneo). Gli studenti dovranno presentarsi alla prova muniti di documento di riconoscimento. Non sarà consentita la consultazione di materiale didattico e/o elettronico personale (smartphone, tablet, etc..) Per la partecipazione alle prove scritte e all'orale è necessario esibire un

	documento di riconoscimento in corso di validità
Programma per esteso	-

SCHEDA INSEGNAMENTO

Corso di laurea Magistrale in Matematica

Insegnamento di **ALGEBRA COMMUTATIVA**

Corso di laurea in Magistrale in MATEMATICA

SSD: MAT/02

CFU: 8

ORE PER UNITÀ DIDATTICA: 64

Periodo di Erogazione: 1° semestre

Lingua d'insegnamento	Italiano
Contenuti	Programma sintetico Anelli commutativi unitari 1. Spettro di un anello e topologia di Zariski 2. Anelli locali e localizzazioni 3. Anelli noetheriani ed artiniani 4. Estensioni intere Moduli 1. Moduli liberi 2. Moduli finitamente generati 3. Moduli noetheriani ed artiniani
Testi di riferimento	Atiyah M e Macdonald I.G., Introduction to Commutative algebra, Addison-Wesley Publishing co., 1969 Sharp R.Y, Steps in commutative algebra, Cambridge University Press, 2000
Obiettivi formativi	Lo studente dovrà conoscere ed essere in grado di applicare i principali risultati dell'algebra commutativa.
Prerequisiti	Nozioni di base di algebra come gruppi anelli e campi.
Metodologie didattiche	Lezioni frontali. Saranno inoltre assegnati esercizi che lo studente dovrà risolvere e verranno discussi in aula.
Altre informazioni	
Modalità di verifica dell'apprendimento	Esame orale.
Programma per esteso	Richiami di base di teoria degli anelli - Prodotti diretti di anelli. Ideali massimali, primi, irriducibili e primari. Operazioni su ideali (somma, intersezione, prodotto). Il teorema cinese dei resti per anelli. Radicale di un ideale, nilradicale, radicale di Jacobson e ideali quozienti. Estensione e contrazione di ideali. Anelli locali, anelli di frazioni e localizzazioni. La topologia di Zariski sullo spettro primo Spec(R). Condizione della catena ascendente e proprietà equivalenti. Condizione della catena discendente e proprietà equivalente. Anelli noetheriani e artiniani. Il Teorema della Base di Hilbert. Decomposizione primaria in anelli noetheriani. Il Teorema degli zeri (NullstellenSatz) di Hilbert. Anelli di valutazioni e anelli di Dedekind.. Moduli, sottomoduli e loro operazioni (somma, intersezione). Annullatore di un modulo. Moduli fedeli. Somme dirette e prodotti diretti di moduli. Moduli e algebre su anelli noetheriani.. Moduli finitamente

	generati, moduli liberi. Moduli noetheriani e artiniani. Nakayama lemma. Estensioni intere.

SCHEDA INSEGNAMENTO

Corso di laurea Magistrale in Matematica

Insegnamento di Analisi non lineare

Corso di laurea Magistrale in Matematica

SSD: MAT/05

CFU: 8

ORE PER UNITÀ DIDATTICA: 64

Periodo di Erogazione: 2° semestre

Lingua d'insegnamento	Italiano
Contenuti	Programma sintetico: • Calcolo differenziale in spazi di Banach. • Operatori di Nemitski. • Punti critici di funzionali in spazi di Banach. • Minimizzazione e metodo diretto. • Minimizzazione vincolata (e varietà di Nehari) • Principio variazionale di Ekeland. • Lemma di deformazione di sottolivelli. • Condizione di Palais-Smale. • Punti di tipo sella e Teorema di Passo Montano. • Teoremi di linking. • Identità di Pohozaev e non esistenza di soluzioni • Perdita di compattezza • Concentrazione-Compattezza. • Principio di Criticalità Simmetrica e recupero di compattezza in spazi di funzioni simmetriche (il caso radiale in R^N e esistenza in anello).

Testi di riferimento	**Ambrosetti, A. Malchiodi**, Nonlinear analysis and semilinear elliptic problems, Cambridge press **M. Struwe**, Variational methods, Springer- Berlin **M. Willem**, Minimax theorems, Birkauser
Obiettivi formativi	Il corso si propone di presentare agli studenti alcuni metodi variazionali e alcuni risultati utili nello studio delle equazioni differenziali non lineari. Tali metodi sono illustrati con numerosi esempi. I principali obiettivi del corso sono: • Acquisizione di conoscenze di metodi variazionali nello studio di problemi non lineari. • Applicazioni allo studio di alcuni problemi ellittici semilineari. Al termine del corso lo studente dovrà essere in grado di: • Applicare gli strumenti matematici a disposizione per studiare problemi non lineari provenienti anche dalle scienze applicate. • Aver acquisito il linguaggio e formalismo matematico avanzato, necessario per accedere alla letteratura scientifica corrente sulla materia.
Prerequisiti	**Propedeuticità:** Analisi Superiore. **Prerequisiti**: Conoscenza di elementi di topologia di base, argomenti dei programmi dei corsi di Analisi Matematica 1, Analisi Matematica 2, Analisi Matematica 3, corso di Analisi Superiore.
Metodologie didattiche	Il corso è articolato in 64 ore di lezioni frontali, principalmente alla lavagna, il tutto svolto in aula. La frequenza non è obbligatoria, ma fortemente suggerita.
Altre informazioni	
Modalità di verifica dell'apprendimento	L'esame consta di una prova orale durante la quale si potrà chiedere la risoluzione di un esercizio e in una discussione relativa agli argomenti del programma del corso. Per la partecipazione alle prove scritte e all'orale è necessario esibire un documento di riconoscimento in corso di validità.
Programma per esteso	**Spazi funzionali (Richiami)** Richiami sugli spazi C^k e L^p . Elementi di teoria delle distribuzioni. Spazi di Sobolev e loro proprietà: teoremi di densità, di immersione, disuguaglianza di

	Poincaré. **Problemi lineari (Richiami)** Elementi di teoria spettrale: spettro di operatori compatti e di operatori a risolvente compatto. Operatori simmetrici ed operatori autoaggiunti. Realizzazione autoaggiunta di Friedrichs. Realizzazioni autoaggiunte e studio delle relative proprietà spettrali per l'operatore di Laplace con dati al bordo omogenei di Dirichlet o di Neumann. Soluzioni deboli di problemi al contorno per equazioni ellittiche. Teoremi di regolarizzazione. **Calcolo differenziale su spazi di Banach** Differenziale di Fréchet, di Gâteaux, teorema del differenziale totale. Proprietà ed esempi di funzionali differenziabili. Differenziali di ordine superiore. Punti critici e punti di massimo o minimo locale. Convergenza debole e teorema di Weierstrass in spazi di Banach. **Problemi differenziali non lineari** Studio e proprietà dell'operatore di Nemytskii tra spazi di Sobolev. Soluzioni deboli e formulazione variazionale di alcuni problemi differenziali non lineari: funzionale dell'energia relativo ad alcuni problemi al contorno per equazioni ellittiche non lineari e funzionale dell'azione connesso allo studio di alcuni sistemi dinamici lagrangiani. Il principio di minima azione di Hamilton. Esistenza di soluzioni deboli mediante il teorema di Weierstrass. Punti critici su varietà. Varietà di Nehari. Minimizzazione vincolata. Principio variazionale di Ekeland. **Funzionali non limitati: equazioni differenziali connesse a funzionali non limitati.** La condizione di Palais- Smale: esempi. Curve di massima pendenza e teorema di deformazione. Il Teorema del passo montano e applicazioni allo studio di funzionali non limitati. Teorema di linking ed applicazioni allo studio di alcuni problemi ellittici a crescita sia sottolineare che sopralineare. Cenni su problemi ellittici a crescita critica. Identità di Pohozaev. Teorema di linking per funzionali fortemente indefiniti **Perdita di compattezza** Invarianza per traslazione (Benci-Cerami, concentrazione compattezza di Lions). Invarianza per dilatazione (esponente critico, costante ottimale e funzioni estremali dell'immersione di Sobolev, il problema di Struwe, il problema di Brezis-Nirenberg). Teoremi di molteplicità di punti critici per funzionali pari limitati inferiormente ed applicazioni allo studio di equazioni ellittiche in presenza di simmetria. Teorema del passo montano simmetrico e del passo montano multidimensionale simmetrico

SCHEDA INSEGNAMENTO

Corso di laurea Magistrale in Matematica

Insegnamento di **ANALISI SUPERIORE**

Corso di laurea in MAGISTRALE MATEMATICA

SSD: MAT 05

CFU: 12=12L

ORE PER UNITÀ DIDATTICA: 96=96L

Periodo di Erogazione: ANNUALE

Lingua d'insegnamento	Italiano
Contenuti	**Modulo A** Gli argomenti trattati saranno: Il teorema di Hahn-Banach: forme analitiche e geometriche e applicazioni. Il teorema di Banach-Steinhaus e conseguenze, topologie deboli. Spazi riflessivi, separabili ed uniformemente convessi, spazi L^p, spazi di Hilbert. **Modulo B** Gli argomenti trattati saranno: teoria delle Distribuzioni di Schwarz, funzioni e misure come distribuzioni, convoluzione e derivazione di distribuzioni, derivate deboli, disuguaglianze di Sobolev, applicazioni alle equazioni differenziali ed al calcolo delle variazioni. Principio del massimo. Trasformata di Fourier e applicazioni.
Testi di riferimento	1. Brezis, Haim Functional analysis, Sobolev spaces and partial differential equations. Universitext. Springer, New York, 2011. xiv+599 pp. ISBN: 978-0-387-70913-0 2. Lieb, Elliot H., Loss Michael. Analysis. Sec. Edition. Graduate Studies in Mathematics Vol. 14 American Mathematical Society, Providence Rhode Island. 2001. ISBN 0-8218-2783-9.
Obiettivi formativi	*Capacità di applicare conoscenza e comprensione (applying knowledge and understanding):* Il corso ha come obiettivo quello di rendere lo studente capace di assimilare le conoscenze acquisite e di saperle applicare in diversi ambiti dell'Analisi Matematica tra cui esempio le Equazioni Differenziali alle Derivate Parziali e il Calcolo delle Variazioni. *Abilità comunicative (communication skills):* Preferendo una trattazione rigorosa, che di norma segue una presentazione intuitiva e descrittiva degli argomenti ed è seguita da diverse applicazioni ed esempi, il corso intende altresì favorire la capacità dello studente di esporre tematiche complesse e articolate in modo chiaro e rigoroso.

	Capacità di apprendere (learnings skills) La scelta degli argomenti e le modalità di presentazione degli stessi mirano a sviluppare nello studente le modalità autonome critiche di apprendimento necessarie per intraprendere gli avanzati studi successivi. *"Al termine dell'insegnamento lo studente dovrà dimostrare di" - conoscere le nozioni di base dell'analisi funzionale - conoscere le nozioni di base e i principali risultati della teoria delle distribuzioni di Schwarz - conoscere i principali risultati sugli spazi di Sobolev - saper interpretare in senso debole e distribuzionale problemi differenziali - riconoscere il ruolo delle proprietà funzionali nello studio degli spazi di funzioni più frequentemente utilizzati - aver la capacità di argomentare sulle connessioni tra le diverse teorie presentate al corso e sulle varie applicazioni.
Prerequisiti	Si richiede la conoscenza degli argomenti di base di Analisi Matematica, tra cui in particolare: calcolo differenziale, successioni di funzioni, teoria della misura e spazi di Lebesgue.
Metodologie didattiche	Lezioni ed esercitazioni in aula. La didattica frontale sarà articolata in 96 ore di lezione: 48 ore per semestre.
Altre informazioni	I docenti renderanno disponibili alcuni materiali di supporto alla didattica come dispense di alcune lezioni ed esercizi svolti sulla piattaforma di e-learning del corso.
Modalità di verifica dell'apprendimento	La verifica e la valutazione del livello di conoscenza da parte dello studente avviene attraverso una prova orale con la possibile aggiunta di verifiche scritte o esoneri. La prova consisterà in una serie di domande sugli argomenti trattati al corso con il duplice scopo di verificare il livello di apprendimento degli argomenti presentati al corso e la capacità di applicare le nozioni e le tecniche apprese. L'unità di misura utilizzata sarà il voto in trentesimi. Lo studente verrà ammesso alla prova di esame solo se provvisto di valido documento di riconoscimento.
Programma per esteso	**Modulo A (48 ore di didattica frontale)** Gli argomenti trattati saranno: Il teorema di Hahn-Banach: forme analitiche e geometriche e applicazioni (circa 6 ore). Il teorema di Banach-Steinhaus e conseguenze: Teorema della mappa aperta e dell'inverso continuo (circa 8 ore). Topologie deboli. Spazi riflessivi, separabili ed uniformemente convessi (circa 8 ore) con esempi. Spazi L^p (circa 14 ore): principali proprietà, separabilità, spazi duali, convoluzione e regolarizzazione. spazi di Hilbert (circa 12 ore): principali proprietà, Teoremi di Stampacchia e Lax-Milgram, basi ortonormali. Le lezioni saranno corredata dalla discussioni di esercizi. **Modulo B (48 ore di didattica frontale)** Gli argomenti trattati saranno: teoria delle Distribuzioni di Schwarz, funzioni e misure come distribuzioni, convoluzione e derivazione di distribuzioni (circa 12 ore). Derivate deboli e disuguaglianze di Sobolev (circa 16 ore). Applicazioni alle equazioni differenziali ed al calcolo delle variazioni. Principio del massimo (circa 10 ore). Trasformata di Fourier e applicazioni (circa 10 ore).

SCHEDA INSEGNAMENTO

Corso di laurea Magistrale in Matematica

Insegnamento di **Analisi dei dati per l'economia**

Corso di laurea Magistrale in **Matematica**

SSD: SECS/01

CFU: **8=6L+2La**

Legenda: L=Lezioni, E=Esercitazioni, La=Attività di Laboratorio

ORE PER UNITÀ DIDATTICA: 72

Periodo di Erogazione: Secondo semestre

Lingua d'insegnamento	Italiano
Contenuti	Programma sintetico 1. Richiami di Statistica descrittiva 2. Analisi multidimensionale dei dati: Analisi in Componenti Principali; Analisi delle Corrispondenze semplici, Cenni di Analisi delle corrispondenze multiple ;Classificazione automatica 3. Analisi statistica dei dati con R
Testi di riferimento	1. *Carlo Lauro, Gherghi Marco. Analisi Multidimensionale dei Dati. RCE Edizioni* 2. *Sergio Bolasco. Analisi multidimensionale dei dati. Carocci Editore*.
Obiettivi formativi	Il corso è finalizzato a fornire le basi metodologiche ed applicative per la comprensione dei concetti comunemente utilizzati nell'Analisi dei dati, cioè di quei metodi il cui obiettivo consiste nel produrre delle dimensioni (fattori) attraverso le quali semplificare, sintetizzare e rappresentare un fenomeno oggetto di studio. Le tecniche presentate nell'ambito del corso saranno pertanto trattate da un punto di vista applicativo attraverso il meta-linguaggio di programmazione cran-R. L'obiettivo consisterà nel fornire agli studenti gli strumenti necessari per sviluppare la capacità di applicare i concetti appresi attraverso lo svolgimento di analisi (in laboratorio informatico) da condursi su banche dati che permettono di coprire un'ampia gamma di problemi nel contesto economico e finanziario. Al termine dell'insegnamento lo studente dovrà dimostrare di essere in grado di: selezionare in maniera critica il metodo di analisi maggiormente rispondente alle esigenze del fenomeno oggetto di studio;di interpretare e presentare i risultati ottenuti.
Prerequisiti	L'approccio al programma formativo richiede conoscenze di Statistica di base ed Algebra lineare, pertanto sono propedeutici a tale corso l'esame di Probabilità e Statistica e l'esame di Algebra lineare.
Metodologie didattiche	Il corso è articolato 72 ore di lezioni frontali (di cui 15 per richiami sulle nozioni di base di Statistica descrittiva, 33 per Analisi dei dati) e 24 ore di esercitazione, il tutto svolto in laboratorio di calcolo. La frequenza non è obbligatoria, ma fortemente suggerita.

Altre informazioni	
Modalità di verifica dell'apprendimento	Per la verifica dell'apprendimento è prevista una prova orale con discussione di un elaborato scritto relativo ad un caso studio risolto utilizzando il software R.
Programma per esteso	***Richiami di statistica descrittiva: concetti di base.*** *Analisi congiunta di due variabili: la dipendenza e la correlazione .Introduzione all'analisi congiunta di più variabili* ***Metodi di analisi multidimensionale dei dati: obiettivi e tecniche e strutture di dati*** *Sintesi dell'informazione- proiezione ortogonale; ricerca del sottospazio di proiezione ottimale;- formalizzazione e soluzione del problema;- autovalori e autovettori;- capacità informativa della sintesi.* ***Analisi in componenti principali****- Definizione del metodo;* *- trasformazione della matrici di partenza;- formalizzazione del metodo nello spazio delle variabili;- scelta del numero di dimensioni- contributi agli assi e qualità della rappresentazione;- formalizzazione del metodo nello spazio degli individui;- rappresentazione congiunta unità/variabili.* ***Analisi delle corrispondenze****- Definizione e matrice dei dati di partenza;- misure di connessione;- trasformazioni su tabella a doppia entrata: profili riga e colonna;- interpretazione geometrica;- Formalizzazione del problema;- Esempi di applicazione.* ***Analisi corrispondenze multiple*** *- codifica dell'informazione;- collegamento con il caso bivariato;* ***Classificazione automatica****- misure di dissimilarità e distanze;- metriche ed ultrametriche;- classificazione gerarchica;- criteri di aggregazione;- procedura agglomerativa;- qualità della soluzione;- classificazione non gerarchica;- procedure (centri mobili, nubi dinamiche, K-medie);- Approcci ibridi: analisi fattoriale e classificazione automatica;- Approcci ibridi: combinazione di metodi gerarchici e non gerarchici.* ***Analisi statistica dei dati con R****Introduzione all'ambiente R: nozioni di sintassi ;Vettori, Matrici, Array e Liste in ROrganizzazione ed elaborazione dei dati in R; Il dataframe: importazione dei dati; Introduzione all'analisi dei dati in R: analisi in componenti principali, analisi delle corrispondenze e cluster analysis; l'ambiente grafico in R.*

SCHEDA INSEGNAMENTO

Corso di laurea Magistrale in Matematica

Insegnamento di **Applicazioni della Meccanica dei Fluidi**

Corso di laurea Magistrale in Matematica

SSD: MAT/07

CFU: 8=5L+3E

ORE PER UNITÀ DIDATTICA: 8

Periodo di Erogazione: II semestre

Lingua d'insegnamento	Italiano
Contenuti	Elementi di base della Fluidodinamica Incomprimibile, con particolare riferimento alla dinamica della vorticità. Breve introduzione alla Fluidodinamica Comprimibile
Testi di riferimento	*Parte generale introduttiva:* RE Meyer: *Introduction to Mathematical Fluid Dynamics*, Dover Publications (1971) GK Batchelor: *An Introduction to Fluid Dynamics*, Cambridge University Press (2000) G Riccardi, D Durante: *Elementi di Fluidodinamica*, La Matematica per il 3+2, Springer (2006) *Applicazioni a flussi rotazionali:* PG Saffman: *Vortex Dynamics*, Cambridge University Press (1992) LM Milne-Thomson: *Theoretical Aerodynamics*, Dover Publications (1958) AJ Majda, AL Bertozzi: *Vorticity and Incompressible Flow*, Cambridge texts in Applied Mathematics (2002) *Strato limite:* RE Meyer: *Introduction to Mathematical Fluid Dynamics*, Dover Publications (1971) H Schlichting, *Boundary-Layer Theory*, seventh edition, Mc Graw Hill (1979)
Obiettivi formativi	Al termine del corso, lo studente è in grado di studiare autonomamente un qualunque testo di Meccanica dei Fluidi, avendo una solida conoscenza delle basi fisico/matematiche e degli strumenti essenziali per lo studio di tale materia. Viene inoltre curato l'aspetto applicativo computazionale in modo da mettere in grado lo studente di costruire autonomamente algoritmi e codici di calcolo per simulare alcune tipologie semplici di flussi. Anche se il corso non affronta lo studio della Turbolenza, lo studente è in grado di intraprenderlo autonomamente.
Prerequisiti	Conoscenze di base della fisica classica e degli strumenti dell'analisi matematica, con particolare riferimento alle equazioni differenziali ordinarie ed alle derivate parziali.

Metodologie didattiche	40 ore di lezioni frontali, in cui viene curata la comprensione di ciascun argomento attraverso esercizi collettivi, e 24 ore di esercitazioni al calcolatore.
Altre informazioni	Non sono previste slides.
Modalità di verifica dell'apprendimento	La verifica del livello di apprendimento dello studente avviene tramite l'assegnazione di una esercitazione e la successiva discussione del lavoro svolto e dei risultati ottenuti. Il periodo di tempo necessario per produrre il lavoro ed i risultati viene concordato con lo studente. Entro limiti ragionevoli (qualche settimana), il tempo impiegato non incide sulla valutazione del profitto. Per poter sostenere la discussione del proprio lavoro è obbligatorio esibire un documento di riconoscimento valido.
Programma per esteso	**Richiami di cinematica (0.5 cfu):** il flusso e le sue rappresentazioni; il campo di velocità:traiettorie, linee di corrente e linee di fumo; evoluzione dell'elemento di volume; decomposizione del gradiente di velocità; il potenziale di velocità; il campo delle accelerazioni **Equazioni di bilancio (0.5 cfu):** teorema del trasporto; equazione di continuità; la funzione di corrente; equazione della quantità di moto; equazione del momento della quantità di moto; equazione costitutiva: fluidi Newtoniani; equazione di Bernoullli; equazione dell'energia: equazione di bilancio per l'entropia, equazione per la temperatura **Le proprietà rotazionali del flusso (1 cfu):** equazione di Helmholtz; il tubo vorticoso; la legge di Biot-Savart; l'approssimazione di vortice pountiforme: potenziale complesso, conservazione del momento del primo ordine, dinamica dei vortici puntiformi, integrali primi del moto; l'approssimazione di curva vorticosa in un flusso piano: definizione di curva vorticosa, dinamica di una curva vorticosa; vortici piani uniformi, contour dynamics e configurazioni stazionarie **Esercitazioni al calcolatore (1 cfu)** **Considerazioni introduttive sui flussi bidimensionali attorno a corpi limitati (1 cfu):** la portanza; il paradosso di d'Alembert; analisi del flusso piano con formulazioni integrali; analisi del flusso piano col potenziale complesso: flusso nel semispazio, flusso all'esterno di un cerchio, trasformazioni conformi; il teorema di Blasius e le sue generalizzazioni; la forza su un corpo immerso in un flusso piano; genesi della portanza e della resistenza **Esercitazioni al calcolatore (1 cfu)** **L'approssimazione di strato limite (1 cfu):** un esempio di perturbazione singolare 1D; strato limite su lastra piana semiinfinita in una corrente uniforme; strato limite su una lastra piana semiinfinita in una corrente non uniforme; descrizione integrale dello strato limite su lastra piana; strato limite termico: strato limite termico su una lastra piana semiinfinita in una corrente uniforme, flusso a densità costante, lastra piana con numero di Prandtl unitario **Flussi di fluidi comprimibili (1 cfu):** la propagazione di piccoli disturbi; flusso monodimensionale omoentropico; flussi stazionari; relazioni di salto e struttura dell'urto: relazioni di salto, soluzione di Becker, calcolo numerico della soluzione di Becker; flussi quasi-monodimensionali (ugelli propulsivi) **Esercitazioni al calcolatore (1 cfu)**

SCHEDA INSEGNAMENTO

Corso di laurea Magistrale in Matematica

Insegnamento di **CALCOLO DELLE PROBABILITA'**

Corso di laurea Magistrale in Matematica

SSD: MAT/06

CFU: 8

ORE PER UNITÀ DIDATTICA: 64

Periodo di Erogazione: 2° semestre

Lingua d'insegnamento	Italiano
Contenuti	- Strumenti matematici per il calcolo con le variabili casuali - Proprietà delle variabili casuali - Processi stocastici
Testi di riferimento	1) Fondamenti di Probabilità e Statistica; B. Carbonaro e F. Vitale; CEA 2) Introduction to Stochastic Processes; G. Lawler; Chapman & Hall/CRC 3) Appunti distribuiti dal docente
Obiettivi formativi	Il corso intende dare agli studenti una buona familiarità con l'uso della Probabilità in riferimento alle problematiche scientifiche, ed è a questo scopo che si è dato particolare rilievo al linguaggio dell'Analisi Matematica e dell'Analisi Funzionale. Ci si attende che al termine del processo formativo lo studente sia anzitutto in grado di consultare utilmente qualsiasi buon testo avanzato di Probabilità (learning skill) sia per aggiornarsi che per eventuali applicazioni a problemi nuovi che gli si dovessero porre (applying knowledge and understanding), ma che comunque abbia delle buone conoscenze, sufficientemente avanzate, della struttura teorica della probabilità (knoledge and understanding).
Prerequisiti	Sono richieste essenzialmente buone conoscenze di Analisi Matematica al livello della Laurea triennale, e corrispondenti conoscenze di Geometria e Algebra Lineare. Non ci sono propedeuticità. Il corso è per il resto essenzialmente autosufficiente.
Metodologie didattiche	Il corso è articolato in 64 ore di lezione frontali, di cui 24 per gli strumenti matematici (Teorie della Misura e delle Distribuzioni), 16 per lo studio delle proprietà avanzate delle variabili aleatorie e 24 per quello di alcuni processi stocastici di rilievo, il tutto svolto in aula. Lo studio è essenzialmente teorico, e non sono previste ore di esercitazioni. Applicazioni

	interessanti e problemi istruttivi sono affrontati allorquando si presentano spontaneamente, nel corso delle lezioni. La frequenza non è obbligatoria, ma fortemente raccomandata.
Altre informazioni	
Modalità di verifica dell'apprendimento	L'esame prevede solo una prova orale, che consiste nella trattazione e discussione di argomenti del programma svolto a lezione ed ha una durata di circa 60/75 minuti. Oltre a verificare il livello di conoscenza raggiunto dallo studente, la prova orale mira ad accertare la comprensione delle proprietà studiate e delle procedure di soluzione di problemi applicativi cui tali proprietà hanno dato origine, nonché la capacità di descrivere sia le une che le altre. La prova si articola in tre o quattro domande, e per superare l'esame occorre rispondere, almeno a livello di competente argomentazione, rispettivamente a due o a tre delle domande. **Per la partecipazione alle prove scritte e all'orale è necessario esibire un documento di riconoscimento in corso di validità**
Programma per esteso	1. Strumenti matematici per il calcolo con le variabili casuali (3 CFU) a. Topologia di R. b. Struttura di Borel di R. c. Misura di Lebesgue e integrazione d. Teoremi di convergenza e teorema di Radon-Nykodim. e. Distribuzioni f. Funzione di Heaviside g. Delta di Dirac h. Equazioni alle differenze finite 2. Proprietà delle variabili casuali (2 CFU) a. Valori attesi condizionati b. Funzione generatrice dei momenti c. Funzione generatrice delle probabilità d. Funzione caratteristica di una v. a. e. Dimostrazione del Teorema Centrale del Limite f. Statistiche d'ordine 3. Processi stocastici (3 CFU) a. Processo uniforme b. Marcia a caso c. Rovina del giocatore d. Catene di Markov e. Martingale

SCHEDA INSEGNAMENTO

Corso di laurea Magistrale in Matematica

Insegnamento di **Calcolo Scientifico**

Corso di Laurea Magistrale in Matematica

SSD: MAT/08 (Analisi Numerica)

CFU: 8

ORE PER UNITÀ DIDATTICA: 72

Periodo di Erogazione: 1° semestre

Lingua d'insegnamento	Italiano
Contenuti	Programma sintetico - Risoluzione numerica del problema dei minimi quadrati lineare. - Metodi di Krylov per la risoluzione di sistemi lineari. - Metodi numerici per il calcolo di autovalori e autovettori di matrici. - Risoluzione numerica di equazioni differenziali ordinarie.
Testi di riferimento	1. Å. Björck, *Numerical Methods for Least Squares Problems*, SIAM, 1996. 2. Y. Saad, *Iterative Methods for Sparse Linear Systems*, 2nd edition, SIAM, 2003. 3. A. Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri, P. Gervasio, *Matematica Numerica*, 4^{a} edizione, Springer, 2014.
Obiettivi formativi	*Conoscenze e capacità di comprensione:* al termine del corso lo studente dovrà aver acquisito una solida conoscenza di metodologie e strumenti per lo sviluppo e l'analisi di metodi, algoritmi e software numerici per la risoluzione di problemi matematici che sono alla base della modellazione e simulazione numerica di applicazioni scientifiche. *Applicazione delle conoscenze e della capacità di comprensione:* al termine del corso lo studente dovrà essere in grado di scegliere ed applicare, tra le metodologie e gli strumenti acquisiti, quelli più adatti a una (semplice) applicazione scientifica. *Abilità comunicative:* al termine del corso lo studente dovrà essere in grado di comunicare idee e strumenti per la risoluzione numerica di problemi del calcolo scientifico, e di esporre in maniera chiara eventuali risultati ottenuti con tali strumenti.

Prerequisiti	L'insegnamento non prevede propedeuticità, ma presuppone la conoscenza degli argomenti generalmente trattati in un corso di laurea triennale in matematica, tra i quali gli argomenti di un corso di base di analisi numerica.
Metodologie didattiche	Il corso si articola in 48 ore di lezioni frontali, corrispondenti a 6 CFU, e 24 ore di attività in laboratorio, corrispondenti a 2 CFU. La frequenza non è obbligatoria, ma è fortemente consigliata.
Altre informazioni	Le tracce di prove di laboratorio già assegnate sono reperibili nella sezione "Materiale didattico" della pagina del docente sul sito web del Dipartimento di Matematica e Fisica (nella pagina web http://www.matfis.unicampania.it/dipartimento/docenti, "cliccare" sul nome del docente e poi su "Materiale didattico", che conduce al portale SharePoint dell'Ateneo).
Modalità di verifica dell'apprendimento	La verifica dell'apprendimento consiste di norma in una prova di laboratorio, della durata di due ore, e in una prova orale. Durante la prova di laboratorio può essere richiesto l'uso di programmi MATLAB sviluppati durante il corso. La prova di laboratorio e la prova orale sono valutate in trentesimi. Per accedere alla prova orale bisogna aver ottenuto una valutazione di almeno 18/30 nella prova di laboratorio. Il voto finale si ottiene facendo la media pesata delle valutazioni conseguite nella prova di laboratorio e nella prova orale e considerando il primo numero intero non inferiore al risultato; le due prove hanno rispettivamente un peso del 40% e del 60%. Ad esempio, il voto risultante da una valutazione della prova di laboratorio pari a 28/30 e da una valutazione della prova orale pari a 30/30 è 30≈29.2=28*0.4+30*0.6. Lo studente che ha una valutazione pari a 30/30 può conseguire anche la lode. La prova di laboratorio ha validità per una intera sessione d'esame. Lo studente può ripetere la prova di laboratorio nella medesima sessione; in tal caso, si assume come valutazione quella corrispondente alla prova più recente. La prova di laboratorio può essere sostituita da due prove di laboratorio parziali, eseguite durante lo svolgimento del corso. Una valutazione non inferiore a 18/30 in entrambe le prove parziali dà diritto all'esonero dalla prova di laboratorio per l'intera durata dell'anno accademico. Ciascuna prova parziale ha un peso del 20% nel calcolo del voto finale. Il voto finale si ottiene facendo la media pesata delle valutazioni conseguite nelle prove di laboratorio parziali e nella prova orale e considerando il primo numero intero non inferiore al risultato. Per partecipare a qualsiasi prova è necessario esibire un documento di riconoscimento in corso di validità.
Programma per esteso	ARGOMENTI 1. Risoluzione numerica del problema dei minimi quadrati lineare. Il problema dei minimi quadrati lineare: formulazione, interpretazione geometrica, equazioni normali e loro risoluzione mediante fattorizzazione di Cholesky e fattorizzazione QR (nel caso di matrici con rango massimo). Esistenza della fattorizzazione QR. Relazione tra fattorizzazione QR e fattorizzazione di Cholesky. Trasformazioni ortogonali di Givens e di

Householder, calcolo della fattorizzazione QR mediante tali trasformazioni. Calcolo della fattorizzazione QR mediante ortogonalizzazione di Gram-Schmidt. Confronto tra i metodi suddetti per la risoluzione del problema dei minimi quadrati, in termini di accuratezza e costo computazionale.

2. Metodi di Krylov per la risoluzione di sistemi lineari: il metodo del Gradiente Coniugato e il metodo GMRES.

Equivalenza tra la risoluzione di sistemi lineari con matrice simmetrica definita positiva e la minimizzazione di funzioni quadratiche strettamente convesse. Metodo del gradiente: formulazione, proprietà, convergenza, complessità computazionale. Metodi delle direzioni coniugate. Metodo del Gradiente Coniugato: formulazione, proprietà, relazioni tra spettro della matrice ed errore, complessità computazionale. Il metodo del Gradiente Coniugato precondizionato. Precondizionatore diagonale, precondizionatori basati sulla fattorizzazione incompleta di Cholesky. Metodi di proiezione ortogonale e obliqua: formulazione, interpretazione geometrica, proprietà di ottimo (minimizzazione dell'errore e del residuo). Metodi di proiezione su sottospazi di Krylov. Il metodo del Gradiente Coniugato come metodo di proiezione ortogonale su sottospazi di Krylov. Il metodo GMRES: formulazione, breakdown, convergenza, complessità computazionale. Versioni "restarted" e "truncated" del metodo GMRES. Cenni sul precondizionamento del metodo GMRES e sui precondizionatori basati sulla fattorizzazione LU incompleta.

3. Metodi numerici per il calcolo di autovalori e autovettori di matrici.

Richiami su autovalori e autovettori di matrici. Un'applicazione di un problema agli autovalori: l'algoritmo PageRank di Google. Decomposizioni di Schur e di Jordan. Quoziente di Rayleigh e teorema di Courant-Fischer (min-max) per gli autovalori di matrici hermitiane. Localizzazione degli autovalori mediante i teoremi di Gershgorin. Condizionamento del problema agli autovalori nel caso di matrici diagonalizzabili, condizionamento rispetto a un autovalore semplice e a un autovettore corrispondente. Metodo delle potenze, delle potenze inverse e delle potenze con shift. Metodo QR per il calcolo degli autovalori: formulazione di base, algoritmo per matrici in forma di Hessenberg, trasformazioni per similitudine in forma di Hessenberg superiore, algoritmo QR con shift, convergenza.

4. Risoluzione numerica di equazioni differenziali ordinarie.

Richiami sui problemi di Cauchy per le equazioni differenziali ordinarie. Introduzione ai metodi a un passo per la risoluzione di problemi di Cauchy per le equazioni differenziali ordinarie: metodo di Eulero in avanti e metodo di Eulero all'indietro; consistenza, convergenza, zero-stabilità, stabilità assoluta ed errore di roundoff di tali metodi. Teorema di equivalenza di Dahlquist. Metodi di Runge-Kutta espliciti. Relazione tra stadi e ordine di un metodo di Runge-Kutta. Adattatività del passo nei metodi di Runge-Kutta, metodo di Runge-Kutta-Fehlberg. Metodi multistep lineari di Adams-Bashforth e Adams-Moulton. Consistenza, zero-stabilità, convergenza, assoluta stabilità dei metodi di Runge-

	Kutta e dei metodi di Adams. Risoluzione col metodo di Newton delle equazioni non lineari che si presentano nei metodi impliciti. Cenni ai problemi stiff. ATTIVITA' DI LABORATORIO Costituiscono parte integrante del programma del corso le attività di laboratorio di seguito elencate, svolte in ambiente MATLAB. - Sviluppo di funzioni per la risoluzione del problema dei minimi quadrati lineare mediante fattorizzazione QR, basata su trasformazioni di Householder, su trasformazioni di Givens e sull'ortogonalizzazione di Gram-Schmidt. Applicazione di tali funzioni a un insieme di problemi test che mettano in luce le principali caratteristiche dei metodi implementati. Confronto dei risultati ottenuti risolvendo problemi ai minimi quadrati lineari, con matrici aventi differenti indici di condizionamento, mediante gli algoritmi di fattorizzazione QR suddetti e la fattorizzazione di Cholesky (funzione MATLAB chol) applicata alle equazioni normali. - Sviluppo di funzioni che implementano il metodo del gradiente e il metodo del gradiente coniugato precondizionato, per la risoluzione di sistemi lineari con matrice simmetrica definita positiva. Costruzione di problemi test con matrice simmetrica definita positiva avente indice di condizionamento o autovalori assegnati, utilizzando la funzione MATLAB sprandsym. Testing delle implementazioni suddette su un insieme di sistemi lineari che metta in luce le proprietà dei metodi considerati, con particolare attenzione alle relazioni tra l'errore nel metodo del gradiente coniugato e le proprietà spettrali della matrice del sistema. Confronto dei risultati ottenuti con quelli forniti dalla funzione pcg di MATLAB. Il metodo del gradiente coniugato deve essere applicato senza precondizionatore, con il precondizionatore diagonale e con un precondizionatore di tipo fattorizzazione di Cholesky incompleta, calcolato con la funzione ichol. - Sviluppo di una funzione che implementa il metodo GMRES restarted per la risoluzione di sistemi lineari. Costruzione di problemi test che mettano in luce qualche proprietà del metodo, applicazione ad essi della funzione suddetta, analisi dei risultati e confronto con quelli ottenuti con la funzione gmres di MATLAB. Applicazione della funzione gmres di MATLAB con il precondizionatore diagonale e con un precondizionatore di tipo fattorizzazione LU incompleta, calcolato con la funzione ilu di MATLAB. - Sviluppo di funzioni che implementano il metodo di Eulero in avanti e il metodo di Runge-Kutta-Fehlberg e applicazione a problemi di Cauchy per equazioni e sistemi di equazioni differenziali ordinarie che mettano in luce le differenti caratteristiche dei metodi. Confronto dei risultati ottenuti con quelli forniti da altre funzioni della ode suite di MATLAB, tra le quali ode45. - Sviluppo di una funzione che implementa il metodo delle potenze per il calcolo dell'autovalore dominante di una matrice e di un autovettore corrispondente. Applicazione di tale funzione a problemi test che mettano in luce alcune proprietà del metodo implementato e analisi dei risultati. Applicazione delle funzioni condeig ed eig di MATLAB ad alcuni problemi test e analisi dei risultati.

SCHEDA INSEGNAMENTO

Corso di laurea Magistrale in Matematica

Insegnamento di **COMPLEMENTI DI ANALISI MATEMATICA**

Corso di laurea MAGISTRALE IN MATEMATICA

SSD: MAT/05

CFU: 8

ORE PER UNITÀ DIDATTICA: 64

Periodo di Erogazione: 1°semestre

Lingua d'insegnamento	Italiano
Contenuti	Le tematiche principali del corso sono due: lo studio delle funzioni di una variabile complessa e lo studio delle equazioni differenziali ordinarie. *FUNZIONI DI VARIABILE COMPLESSA* • Funzioni complesse di variabile complessa e continuità • Funzioni olomorfe • Integrale curvilineo di una funzione complessa (e continua) lungo una curva regolare a tratti • Primitive di funzioni complesse • Formule integrali di Cauchy • Successioni e serie di funzioni complesse • Serie di potenze e funzioni analitiche • Serie di Laurent e singolarità isolate • Residui • Trasformata di Fourier • Trasformata di Laplace *EQUAZIONI DIFFERENZIALI ORDINARIE* • Esistenza e unicità per il problema di Cauchy. • Prolungamento e intervalli massimali. • Lemma di Gronwall.

	• Dipendenza dai dati iniziali. • Risoluzione di equazioni lineari (e sistemi) • Equazioni lineari con condizioni al bordo • Equazioni autonome nonlineari (analisi locale, stabilità dei punti di equilibrio, analisi globale) • Qualche modello dalla biologia
Testi di riferimento	F.J. Flanigan, *Complex Variables*, Dover C. Mascia, *EDO equazioni differenziali ordinarie*, Pitagora L. Piccinini, G. Stampacchia, G. Vidossich, *Equazioni differenziali ordinarie in R^n*, Liguori
Obiettivi formativi	Relativamente alla prima tematica, il corso intende introdurre lo studente allo studio delle funzioni complesse di una variabile complessa, portandolo ad un livello adeguato di conoscenza e comprensione di: • principali funzioni elementari di variabile complessa; • concetto di funzione olomorfa e le sue principali proprietà; • vari tipi di singolarità di funzioni di variabile complessa; • metodi di integrazione di funzioni di variabile complessa; • proprietà di base della trasformata di Fourier e di Laplace. Al termine del percorso formativo lo studente dovrà essere in grado di utilizzare le conoscenze acquisite per risolvere problemi di analisi complessa, in particolare dovrà essere in grado di: • riconoscere i punti in cui una funzione di variabile complessa è olomorfa e/o analitica; • saper spiegare accuratamente il legame tra il concetto di derivabilità e di analiticità di una funzione; • studiare la convergenza di serie di potenze e serie di Laurent; • integrare esplicitamente esempi basilari di funzioni olomorfe; • integrare funzioni di variabile complessa mediante i teoremi di Cauchy e dei residui; • classificare le singolarità isolate; • applicare la trasformata di Fourier e di Laplace; Per la seconda tematica gli obbiettivi formativi sono invece: • introdurre lo studente ai concetti e alle problematiche principali legate alle equazioni differenziali ordinarie; • fornire metodi per la risoluzione di sistemi di equazioni differenziali lineari e non lineari;

	• fornire strumenti per lo studio qualitativo delle soluzioni di un'equazione differenziale. Relativamente alla seconda tematica lo studente dovrà inoltre: • conoscere esempi concreti di modelli di equazioni differenziali ordinarie e saper impostare un sistema di equazioni differenziali a partire dalla descrizione del modello fisico del problema; • saper risolvere equazioni e sistemi differenziali lineari a coefficienti costanti; • saper calcolare l'esponenziale di una matrice; • conoscere ed utilizzare la teoria generale di base: teoremi di esistenza e unicità per soluzioni locali del problema di Cauchy; prolungamento di soluzioni e comportamento delle soluzioni massimali; disequazioni differenziali, lemma di Gronwall e teoremi dl confronto; • saper fare un'analisi qualitativa delle soluzioni di un'equazione scalare e disegnarne il grafico qualitativo senza risolvere esplicitamente l'equazione; • saper studiare la stabilità dei punti di equilibrio. Il corso si propone anche l'obbiettivo di sviluppare le capacità espositive dello studente, sia scritte che orali.
Prerequisiti	**Propedeuticità:** Analisi Matematica 2 **Prerequisiti:** conoscenza dei numeri complessi, conoscenza di elementi di topologia di base
Metodologie didattiche	*64h di lezioni frontali, principalmente alla lavagna, con il possibile utilizzo di strumenti audiovisivi.*
Altre informazioni	
Modalità di verifica dell'apprendimento	L'esame consta di una prova scritta e di una orale, tutte e due le prove sono obbligatorie. La prova scritta è propedeutica alla prova orale. Durante il corso può inoltre essere previsto lo svolgimento di una o più prove scritte parziali in sostituzione di una parte o di tutta la prova scritta. Lo scritto dure 2 ore e consiste nello svolgimento di alcuni esercizi sia teorici sia di calcolo. Durante la prova scritta non si possono utilizzare calcolatrici, computer, etc. e non si possono consultare libri, quaderni, appunti o formulari. La prova scritta viene valutata in trentesimi. Il punteggio minimo per superare lo scritto è di 18/30. La prova orale consiste in una discussione relativa agli argomenti del programma del corso. Il voto finale tiene conto del voto dello scritto e della prova orale. **Per la partecipazione alle prove scritte e all'orale è necessario esibire un documento di riconoscimento in corso di validità.**
Programma per esteso	PARTE DI ANALISI COMPLESSA *Numeri complessi.* Numeri complessi: definizione, piano complesso, rappresentazione in forma polare, somma

	e differenza, prodotto, coniugato, modulo, divisione, potenza n-esima, radice n-esima. Richiami di topologia in C e convergenza di successioni in C. *Funzioni complesse di variabile complessa.* Limiti e continuità. Derivabilità nel campo complesso. Condizioni di Cauchy-Riemann (anche in coordinate polari) e condizioni necessarie e sufficienti per la derivabilità. Definizione di funzione olomorfa. Funzioni elementari: esponenziale complesso, seno e coseno complessi e altre funzioni trigonometriche complesse (definizioni, olomorfia, calcolo della derivata, periodicità, esempi). Determinazioni dell'argomento. Logaritmo complesso (definizione, proprietà, esempi, continuità ed olomorfia dei rami del logaritmo complesso, calcolo della derivata). Potenza complessa di numero complesso (definizione ed esempi). Prime proprietà delle funzioni olomorfe (combinazione lineare, prodotto e composizione di funzioni olomorfe), teorema di invertibilità locale, ortogonalità di curve di livello di parte reale e parte immaginaria. Definizioni di Laplaciano e di funzioni armoniche in domini del piano. Esempi di funzioni armoniche. Relazione tra funzioni olomorfe e funzioni armoniche. *Integrale curvilineo di una funzione complessa (e continua) lungo una curva regolare a tratti.* Definizione. Principali proprietà dell'integrale curvilineo (deducibili dall'integrale delle forme differenziali associate). L'integrale curvilineo di una funzione olomorfa in un dominio regolare con k buchi calcolato sul bordo orientato del dominio è nullo. *Primitive di funzioni complesse.* Definizione di primitiva di una funzione continua. f continua ammette primitiva in E se e solo se le due forme associate sono esatte in E e in tal caso la primitiva di f ha come parte reale e parte immaginaria rispettivamente le primitive delle due forme. Altre condizioni necessarie e sufficienti per l'esistenza di primitive in termini di integrali curvilinei di f. Una funzione olomorfa in un dominio semplicemente connesso ammette primitiva (e una funzione olomorfa ammette quindi primitiva locale). Teorema fondamentale del calcolo per funzioni complesse. *Formule integrali di Cauchy.* La prima formula integrale di Cauchy. Principio di massimo modulo. Continuità e derivabilità di integrali dipendenti da parametro. Una funzione olomorfa è C^{infinito} e seconda formula integrale di Cauchy per la derivata. Teorema di Morera. Teorema di Liouville. Alcune applicazioni del teorema di Liouville: le uniche funzioni intere a crescita polinomiale sono i polinomi, le uniche funzioni intere a crescita esponenziale sono le esponenziali, teorema fondamentale dell'algebra. *Successioni e serie di funzioni complesse.* Convergenza puntuale e uniforme di successioni di funzioni. Il limite uniforme di successioni di funzioni continue è una funzione continua, teorema di passaggio al limite sotto il segno di integrale curvilineo per successioni uniformemente convergenti. Convergenza uniforme di funzioni olomorfe (teorema di Weierstrass). Convergenza puntuale, assoluta, uniforme, totale di serie di funzioni.

	Serie di potenze e funzioni analitiche. Definizione di serie di potenze e studio della loro convergenza (teorema del raggio di convergenza). La somma della serie è una funzione olomorfa nella palla di convergenza in cui `è definita. La serie di potenze delle derivate n-esime ha lo stesso raggio di convergenza della serie di potenze e la sua somma è la derivata n-esima della somma della serie. Funzioni analitiche: definizione, serie di Taylor. Le funzioni olomorfe sono analitiche. Zero di una funzione olomorfa e ordine di uno zero. Studio degli zeri delle funzioni olomorfe, grazie alla proprietà di analiticità (funzione olomorfa nulla su una successione di punti convergente è identicamente nulla su tutto il dominio). *Serie di Laurent.* Definizione e loro convergenza. Una funzione olomorfa in una corona circolare ammette un unico sviluppo in serie di Laurent. Classificazione dei punti di singolarità isolata. Teorema di caratterizzazione della singolarità eliminabile. Teorema di caratterizzazione della singolarità di tipo polo. Condizione necessaria per singolarità essenziale. *Residui.* Definizione. Calcolo del residuo in un polo (di ordine 1 e di ordine m, m> 1). Teorema dei residui per il calcolo dell'integrale curvilineo di una funzione con singolarità isolate. Applicazione del teorema dei residui al calcolo dell'integrale di alcuni tipi di funzioni di variabile reale. PARTE DI EQUAZIONI DIFFERENZIALI ORDINARIE: *Definizioni di base.* Definizione di equazione differenziale ordinaria e di una sua soluzione. Forma normale. Riduzione di una equazione differenziale di ordine k in una equazione differenziale di ordine 1 in forma normale. Equazione autonoma. Problema di Cauchy. Modello di crescita Malthusiano e di Verhulst di una popolazione. *Esistenza e unicità locale per il problema di Cauchy.* Richiami: funzione lipschitziana, spazio metrico completo, insiemi aperti e chiusi, successioni di Cauchy. Definizione di contrazione. Definizione di punto fisso. Teorema delle contrazioni. Teorema di esistenza e unicità locale per il problema di Cauchy. *Alcune classi di equazioni integrabili del primo ordine.* Equazioni a variabili separabili. Equazioni lineari a coefficienti continui. Equazione di Bernoulli. Equazioni omogenee. Equazioni riconducibili a equazioni omogenee. *Unicità e Prolungabilità.*

	Unicità locale e globale. Conseguenza dell'unicità sulle traiettorie e sulle orbite. Il fenomeno di Peano. Prolungamento di una soluzione di un'equazione differenziale. Soluzione massimale e intervallo massimale. Teorema di esistenza e unicità del prolungamento massimale. Teorema della fuga dai compatti. Esempi. *Alcuni criteri di esistenza globale.* Criteri di compatezza e limitatezza. Criterio delle direttrici di Liapunov. Teoremi di esistenza globale. *Dipendenza dai dati inziali.* Disequazioni differenziali. Lemma di Gronwall. Continuità e derivabilità rispetto ai dati iniziali. *Sistemi lineari.* Sistemi lineari omogenei del primo ordine. Sistemi lineari omogenei a coefficienti costanti. Sistemi lineari non omogenei a coefficienti costanti. Matrice fondamentale. Wronskiano. Esponenziale di una matrice e sue proprietà. Equazioni differenziali di ordine n a coefficienti costanti omogenee. Teorema di variazione delle costanti. Equazioni differenziali non omogenee: il metodo di somiglianza. *Cenni di analisi asintotica* Criterio del confronto e criterio dell'asintoto. *Sistemi non lineari autonomi* Sistemi planari. Analisi locale nei punti regolari. Analisi locale nei punti singolari. Stabilità dei punti di equilibrio.

SCHEDA di INSEGNAMENTO DI DIDATTICA DELLA MATEMATICA

Corso di laurea in MATEMATICA

SSD: MAT/04

CFU: 8

ORE PER UNITÀ DIDATTICA: 64

Periodo di Erogazione: Primo semestre

Lingua d'insegnamento	Italiano
Contenuti	Modelli classici dell'apprendimento della matematica. Teorie e ricerche in didattica della matematica. La competenza matematica. Ambienti digitali per l'apprendimento della matematica.
Testi di riferimento	- Anna Baccaglini Frank, Pietro Di Martino, Roberto Natalini, Giuseppe Rosolini, 2017. Didattica della matematica. Mondadori Università. - Rosetta Zan, 2007. Difficoltà in matematica. osservare, interpretare, intervenire. Springer. Oltre ai testi di riferimento il docente indicherà in aula materiali utili (testi e dispense).
Obiettivi formativi	*Conoscenza e capacità di comprensione*: Il corso ha lo scopo di fornire conoscenze dei principali quadri teorici sviluppati in didattica della matematica e delle principali metodologie, inquadrando il tutto nel contesto storico e nel panorama generale della ricerca nazionale e internazionale e trattando i principali nodi concettuali dal punto di vista epistemologico. *Capacità di applicare conoscenza e comprensione:* Il corso ha lo scopo di stimolare l'analisi critica delle principali metodologie per l'insegnamento sviluppate nella ricerca in didattica della matematica, anche in riferimento allo specifico ruolo dell'insegnante, ai nodi concettuali, epistemologici, linguistici e didattici dell'insegnamento e apprendimento della matematica. *Autonomia di giudizio:* Attraverso il corso si intende rendere gli studenti autonomi nella riflessione, a partire dall'analisi dei principali quadri teorici utilizzati in didattica della matematica, sulla costruzione di attività e di un curriculum di matematica coerente con gli obiettivi fissati dalle indicazioni nazionali per il primo ciclo, dalle indicazioni nazionali per i licei e dalle linee guida per gli istituti tecnici e professionali. *Abilità comunicative*: Il corso ha lo scopo di rafforzare gli strumenti matematici e linguistici utili a renderli in grado di comunicare problemi, idee e soluzioni riguardanti la matematica e l'educazione matematica e di esporre in modo chiaro e rigoroso le conoscenze acquisite.

	Capacità di apprendimento: Attraverso il corso si cerca di favorire lo sviluppo di una mentalità flessibile ed analitica che permetta agli studenti di individuare in modo autonomo quali conoscenze approfondire per l'analisi delle pratiche didattiche per l'apprendimento della matematica e, più in generale, per la gestione di un problema sia in campo matematico sia in ambiti diversi come quello lavorativo.
Prerequisiti	Le conoscenze di matematica della laurea triennale.
Metodologie didattiche	Attività laboratoriali singole e di gruppo, lettura e discussione di articoli scientifici: 24 ore Discussione guidata, lezioni frontali con supporti multimediali: 40 ore
Altre informazioni	Il corso verrà supportato dalla piattaforma online di ateneo, attraverso la quale verranno: - condivisi i materiali didattici; - avviate attività individuali, di gruppo e di revisione tra pari; - gestite discussioni.
Modalità di verifica dell'apprendimento	La prova di esame è finalizzata a valutare nel complesso le conoscenze e le capacità di comprensione dei concetti presentati durante il corso nonché le competenze acquisite. La verifica e la valutazione avverranno tramite una prova orale articolata in una parte seminariale, di approfondimento, ed un colloquio. Nella parte seminariale verrà valutata la capacità di approfondire un argomento e di presentarlo, verificando l'autonomia raggiunta. Nel colloquio verranno valutati la conoscenza dei contenuti degli argomenti esposti, la capacità di esporli in maniera critica e di contestualizzarli nell'ambito dell'educazione matematica. In entrambe le parti verranno valutate le competenze trasversali acquisite. La valutazione finale sarà espressa in trentesimi. La lode potrà essere attribuita agli studenti che dimostrino di essere in grado di applicare autonomamente conoscenze e competenze acquisite anche in contesti diversi da quelli proposti a lezione. Si prega gli studenti di presentare un valido documento di riconoscimento in fase di esame.
Programma per esteso	Introduzione alla Didattica della Matematica. Modelli classici dell'apprendimento della matematica: dal comportamentismo al socio-costruttivismo. Studi specifici sul pensiero matematico. Il sistema didattico. Teorie e ricerche in didattica della matematica (teoria delle situazioni, il contratto didattico, teoria della mediazione semiotica, teoria della commognizione, teoria dei concetti figurali, rappresentazioni semiotiche, il ruolo e la gestione dell'errore, gli aspetti linguistici, le convinzioni e gli atteggiamenti, i problemi-storia e modello C&D) e loro implicazioni per l'insegnamento. BES e DSA. La competenza matematica (problem solving, argomentare e dimostrare in matematica). Ambienti digitali per l'apprendimento della matematica (piattaforme di e-learning e social learning, software di matematica dinamica). Il corso prevede attività seminariali svolte dagli studenti a partire da articoli scientifici indicati dal docente. Prevede, anche, attività individuali e di gruppo, implementate su piattaforma e-learning di ateneo, svolte in aula dagli studenti con l'uso di smartphone e tablet.

SCHEDA INSEGNAMENTO

Corso di laurea Magistrale in Matematica

Insegnamento di **Equazioni di Navier-Stokes**

Corso di laurea Magistrale in Matematica

SSD: MAT/07

CFU: 8

ORE PER UNITÀ DIDATTICA: 8

Periodo di Erogazione: 2° semestre

Lingua d'insegnamento	Italiano
Contenuti	Il modello matematico della dinamica dei fluidi Gli spazi dell'idrodinamica Il metodo di Galerkin per soluzioni deboli e per soluzioni regolari La teoria Lq Soluzioni regolari globali nel tempo Studio della regolarità delle soluzioni deboli
Testi di riferimento	R. Temam, *Navier-Stokes equations*, North-Holland Pub. Co.. P. Constantin and C. Foias, *Navier-Stokes equations*, Chicago Lectures in Mathematics. G.P. Galdi, *An introduction to the mathematical theory of the Navier-Stokes equations*, Springer tracts in Natural Philosophy.
Obiettivi formativi	Il corso è un'introduzione allo studio della teoria matematica delle equazioni di Navier-Stokes fornendo l'interpretazione fisico matematica di alcuni risultati analitici. Il corso ha come obiettivo di mostrare lo stato dell'arte sui risultati noti e di illustrare alcune questioni aperte. Al termine del corso, lo studente conoscerà i principali risultati classici relativi alla teoria analitica delle equazioni di Navier-Stokes e avrà acquisito la capacità di interpretarli da un punto di vista fisico matematico. In relazione alle abilità comunicative lo studente avrà acquisito un linguaggio e un formalismo atti a descrivere i problemi analitici relativi alle equazioni di Navier-Stokes e i corrispondenti risultati. In maniera guidata, allo studente è fornita la letteratura sul topic in guisa che sia capace di orientarsi per un arricchimento della propria preparazione e sia in grado di svolgere attività di seminari divulgativi.

Prerequisiti	Sono richieste conoscenze di base di meccanica dei fluidi e la conoscenza degli argomenti di Analisi Matematica e Geometria del corso di laurea triennale in Matematica.
Metodologie didattiche	Il corso è articolato in lezioni frontali (di cui 16 ore tenute dalla Prof.ssa Crispo e 48 ore dal Prof. Maremonti). La frequenza non è obbligatoria ma consigliata.
Altre informazioni	Agli studenti verranno forniti gli appunti del corso.
Modalità di verifica dell'apprendimento	La prova orale consiste nella discussione di argomenti del programma svolto e alcune dissertazioni sulle principali nozioni acquisite. Oltre a verificare il livello di conoscenza raggiunto dallo studente, la prova orale mira ad accertare la comprensione degli argomenti e la capacità di saperli esporre. **Per la partecipazione alle prove scritte e all'orale è necessario esibire un documento di riconoscimento in corso di validità**
Programma per esteso	Il modello matematico della dinamica dei fluidi – Richiami sulle derivate distribuzionali e spazi di Sobolev - Gli spazi dell'idrodinamica, la decomposizione di Helmholtz e l'operatore di Stokes- Nozione di soluzione regolare - Il metodo di Galerkin per soluzioni regolari - La teoria Lq - Soluzioni regolari definite per ogni istante di tempo: il caso bidimensionale e quello n-dimensionale per piccoli dati – Soluzioni deboli di Hopf, di Leray e di Caffarelli, Kohn e Nirenberg. Il metodo di Galerkin per soluzioni deboli di Hopf- Criteri di regolarità per le soluzioni deboli - Teorema di struttura nello spazio tempo di una soluzione debole, dimensione di Hausdorff dell'insieme dei punti di singolarità nello spazio tempo.

SCHEDA INSEGNAMENTO

Corso di laurea Magistrale in Matematica

Insegnamento di **FISICA MATEMATICA SUPERIORE**

Corso di laurea in MAGISTRALE IN MATEMATICA

SSD: MAT/07

CFU: 8

ORE PER UNITÀ DIDATTICA: 64

Periodo di Erogazione: 2° semestre

Lingua d'insegnamento	Italiano
Contenuti	Programma sintetico: Connessione delle teorie della gravitazione, dell'elettrostatica, magnetismo e della diffusione del calore con le equazioni di Laplace e di Poisson. Proprietà essenziali delle funzion armoniche: teoremi della media di Gauss, principio del massimo, teoremi tipo Harnack, teorema di Liouville, formule di Stokes. Integrale di Poisson. Teoremi di Newton—Ferrers relativi all'ellissoide, caratterizzazione di ellissoidi. Problemi di Dirichlet e di Neumann per l'equazione di Laplace in domini limitati ed esterni. Teoremi di esistenza e di unicità.
Testi di riferimento	Appunti distribuiti dal docente. C. Miranda – Istituzioni di Analisi funzionale lineare, UMI (1976) (per le nozioni essenziali di analisi funzionale) E. Giusti – Metodi diretti nel calcolo delle variazioni, UMI (1994) (per la parte concernente gli spazi di Sobolev)
Obiettivi formativi	Il corso intende fornire una conoscenza essenziale della teoria delle funzioni armoniche e della sua applicazioni a classiche teorie della Fisica. Al termine del percorso formativo, lo studente sarà in grado di utilizzare le conoscenze acquisite ai fini della descrizione di fenomeni gravitazionali, elettrostatici e magnetici
Prerequisiti	L'approccio al programma formativo richiede la conoscenza delle nozioni dell'Analisi

	Matematica 1 e 2 e della geometria (ovvero, limiti, derivate, integrali, geometria delle curve e superficie). Per sostenere le prove d'esame, lo studente deve aver superato gli esami di Analisi Matematica 1, 2 e Geometria 1.
Metodologie didattiche	Il corso è articolato in 64 ore di lezione frontali . La frequenza non è obbligatoria, ma fortemente suggerita.
Altre informazioni	
Modalità di verifica dell'apprendimento	L'esame prevede una prova orale
Programma per esteso	Nozioni fondamentali sugli spazi di Sobolev, teoremi di traccia e di immersione. Alternativa di Fredholm. Relazione della teoria della gravitazione newtoniana con l'equazione di Laplace, Teoremi della media di Gauss. Principio del massimo. I potenziali armonici di strato e di volume, Formula di Stokes in domini limitati ed esterni. Disuguaglianze di Caccioppoli, di Campanato e di Rellich. Problemi al contorno di Dirichlet, Neumann e Robin, Capacità elettrostatica. Proprietà di traccia e regolarità dei potenziali di strato e di volume. Teoremi di esistenza e di unicità. L'integrale di Poisson per la sfera e per il semi-spazio, Il principio di Dirichlet. Il Teorema di Newton-Ferrers. Il teorema di Dive-Niclibork. Caratterizzazione degli ellissoidi. Superficie equipotenziali. Teorema di J. Ivory. Il teorema di C. McLaurin sugli ellisooidi. Forma dei pianeti. Il problemi di Dirichlet e di Neumann per gli ellissoidi. Teoremi di esistenza e di unicità. Il paradosso di Stokes. Domini di quadratura nulla.

SCHEDA INSEGNAMENTO

Corso di laurea Magistrale in Matematica

Insegnamento di **GEOMETRIA DIFFERENZIALE**

Corso di laurea in MATEMATICA

SSD: MAT/03

CFU: 8

ORE PER UNITÀ DIDATTICA: 64,00

Periodo di Erogazione: 1° semestre

Lingua d'insegnamento	Italiano
Contenuti	Programma sintetico -Geometria differenziale delle curve. 1. Curvatura di una curva piana regolare. Teorema fondamentale delle curve piane. 2. Curvatura e torsione di una curva regolare nello spazio. Triedro di Frenet. Teorema fondamentale delle curve nello spazio. -Geometria differenziale delle superfici. 3. Superfici regolari. Superfici orientabili. Prima forma fondamentale. 4. Operatore forma. Curvature. 5. Superfici a punti ombelicali. Superfici rigate. Superfici di rotazione. - Varietà differenziabili 6. Varietà immerse. Varietà astratte. Spazi tangenti. Sottovarietà.
Testi di riferimento	1) E. Abbena**,** A. Gray, . Salamon.: Modern differential geometry of curves and surfaces with Mathematica CRC Press, Third Edition (2006) 2) A. Pressley, Elementary Differential Geometry, Springer (2012) 3) Henrik Schlichtkrull, Differentiable manifolds Lecture Notes for Geometry 2, Department of Mathematics University of Copenhagen
Obiettivi formativi	Il corso intende fornire una buona conoscenza delle nozioni della geometria differenziale delle curve e superfici in spazi euclidei e la conoscenza di nozioni di teoria delle varietà differenziabili che permetteranno di proseguire lo studio intrinseco di superfici iniziato nella parte del corso relativa alle superfici di uno spazio euclideo.

	Il corso ha come obiettivo quello di rendere lo studente capace di acquisire una buona conoscenza e padronanza dei metodi geometrici, algebrici e differenziali per lo studio di curve superfici e varietà differenziabili e del ruolo della geometria differenziale in matematica e in altre discipline (ad esempio in computer grafica). Al termine dell'insegnamento lo studente dovrà dimostrare di aver familiarità con gli argomenti trattati, di esporli in maniera chiara e rigorosa e di essere in grado di applicare i risultati studiati ad esempi specifici.
Prerequisiti	Conoscenze di base di analisi matematica, geometria e algebra
Metodologie didattiche	Il corso è articolato in 64 ore di didattica frontale. Con cadenza settimanale sono proposti online (sul sito del docente) degli homework che sono poi discussi in aula insieme con gli studenti per commentare e analizzare i risultati teorici esposti a lezione . La frequenza non è obbligatoria, ma fortemente suggerita.
Altre informazioni	Le tracce degli homework e delle prove scritte d'esame sono reperibili sul sito del Dipartimento (http://www.matfis.unicampania.it/dipartimento/docenti?MATRICOLA=059207) alla voce "Materiale Didattico" che conduce allo SharePoint dell'Ateneo).
Modalità di verifica dell'apprendimento	L'esame prevede una prova scritta e una prova orale, entrambe obbligatorie, che contribuiscono al voto finale con un peso di 30% e 70% rispettivamente. Per partecipare sia alla prova scritta che a quella orale è necessario esibire un documento di riconoscimento in corso di validità. La prova scritta della durata di circa 2 ore si svolge in aula e consiste di quattro esercizi: uno riguardante le curve, due le superfici ed uno le varietà differenziabili. È consentito l'uso della calcolatrice e a parte l'uso di un formulario per le superfici non è possibile consultare testi e/o altri materiali didattici. La prova è valutata in trentesimi ed è propedeutica alla prova orale. Per essere ammessi alla prova orale occorre raggiungere il voto di 18/30. La prova orale verifica la conoscenza , il livello di comprensione degli argomenti trattati a lezione, la capacità di esporli in maniera chiara e rigorosa. Essa consiste in domande relative alla teoria e alle dimostrazioni presentate nel corso e in un'eventuale discussione della prova scritta se in essa sono presenti degli errori. La prova orale ha una durata di circa 50 minuti, è valutata in trentesimi e fornisce il voto finale dell'esame. E' previsto l'esonero dalla prova scritta per gli studenti in corso che abbiano frequentato regolarmente le lezioni e che abbiano conseguito una valutazione complessiva superiore alla sufficienza sui 2 elaborati prodotti in sede delle prove intercorso. Queste ultime consistono nella risoluzione di problemi ed esercizi: la prima su argomenti riguardanti le curve. La seconda su argomenti riguardanti le superfici e le varietà differenziabili.

Programma per esteso	- Geometria differenziale delle curve. (16 ore di lezioni frontali, per un totale di 2 CFU) Definizione ed esempi di curve differenziabili e regolari. Riparametrizzazioni di una curva differenziabile. Lunghezza di una curva. Lunghezza d'arco e esistenza di una riparametrizzazione a velocità unitaria di una curva regolare. Curve differenziabili nel piano euclideo: Curvatura di una curva regolare. Angolo ruotante. Prima formula di Frenet. Teorema fondamentale delle curve piane. Equazione intrinseca di una curva. Coordinate polari. Evolute, evolventi e cerchio osculatore ad una curva piana. Curve piane equiangolari. Curve sghembe:Curvatura e torsione di una curva regolare. Equazioni di Frenet-Serret. Piani osculatore, normale e rettificante. Rappresentazione canonica di una curva. Il teorema fondamentale per le curve nello spazio. Curve circolari e curve sferiche. Eliche. Cenni sulle curve B-spline (NURBS). - Geometria differenziale delle superfici. (32 ore di lezioni frontali, per un totale di 4 CFU) Vettori tangenti dello spazio euclideo n-dimensionale e derivate direzionali. Funzioni tangenti. Campi vettoriali e loro derivate. Porzioni di superfici nello spazio euclideo reale di dimensione n. Superfici regolari. Vettori tangenti a una superficie regolare. Diffeomorfismi. Superfici di livello. Metriche su una superficie. Isometrie tra superfici. Area su una superficie. Superfici nello spazio 3-dimensionale: Operatore forma. Curvatura normale. Equazioni di Weingarten. Autovalori dell'operatore forma. Curvatura Gaussiana e curvatura media. Le tre forme fondamentali. Funzioni equiaree: un teorema di Archimede. Curve asintotiche e curve principali su una superficie. Geodetiche. Caratterizzazione delle superfici regolari connesse a punti ombelicali. Una proprietà globale di curvatura (per superfici compatte). Superfici di rotazione e superfici rigate. Orientabilità di una superficie. Superfici non orientabili. Geometria intrinseca: il teorema Egregium di Gauss. - Varietà differenziabili. (16 ore di lezioni frontali, per un totale di 2 CFU) Varietà nello spazio euclideo. Definizione di varietà differenziabile. Gruppi di Lie. Teorema di Whitney. Funzioni differenziabili su una varietà differenziabile e tra varietà differenziabili. Spazio tangente. Sottovarietà. Proprietà topologiche di varietà differenziabili.

SCHEDA INSEGNAMENTO

Corso di laurea Magistrale in Matematica

Insegnamento: Geometria Algebrica

SSD: MAT/03

CFU: 8, 8 CFU di lezioni

ORE PER UNITÀ DIDATTICA: 64 ore

Periodo di Erogazione: secondo semestre

Lingua d'insegnamento	Italiano
Contenuti	Sarà fornita una prima introduzione alla teoria delle varietà algebriche affini su campo algebricamente chiuso, focalizzando poi l'attenzione sulle varietà 1-dimensionali piane (curve), nel caso affine e nel caso proiettivo.
Testi di riferimento	**Testi Consigliati** W. Fulton: *Algebraic Curves, an introduction to Algebraic Geometry*, disponibile in http://www.math.lsa.umich.edu/~wfulton/. R.J. Walker: *Algebraic Curves,* Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 1950. A. Seidenberg: *Elements of the theory of algebraic curves,* Addison-Wesley Series Mathematics, (1968). **ALTRI TESTI** D. Cox, J. Little, D. O'Shea: *Ideals, Varieties, and Algorithms*, Springer-Verlag, New-York, 1996. M. Curzio, P. Longobardi, M. Maj: *Lezioni di Algebra,* Liguori Editore , 1994. J. Hirschfeld, G. Korchmaros e F. Torres: *Algebraic Curves over a Finite Field*, Princeton University Press, Priceton e Oxford, 2008
Obiettivi formativi	*Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding):* L'insegnamento ha l'obiettivo introdurre lo studente al linguaggio, ai risultati fondamentali e ai metodi della teoria delle varietà e delle curve algebriche piane. *Capacità di applicare conoscenza e comprensione (applying knowledge and understanding):* Al termine dell'insegnamento lo studente dovrà - dimostrare di avere familiarità con esempi classici di varietà e curve algebriche, riconoscendo esempi notevoli e ricavando in maniera indipendente proprietà generali.

	Abilità comunicative (communication skills): Al termine dell'insegnamento lo studente dovrà -- essere in grado di enunciare e dimostrare in maniera rigorosa risultati di base nell'ambito della teoria delle varietà algebriche affini e nell'ambito della teoria delle curve algebriche piane. *Autonomia di giudizio (making judgements)* Lo studente è stimolato ad apprendere in maniera critica ed autonoma attraverso gli approfondimenti seminariali proposti.
Prerequisiti	Elementi di teoria degli anelli e di teoria dei campi, nozioni fondamentali di geometria affine e proiettiva. È consigliabile aver sostenuto o almeno seguito l'insegnamento della laurea Magistrale *Algebra Commutativa*.
Metodologie didattiche	L'insegnamento si articola in 64 ore (8 CFU) di didattica frontale. Nell'ultima parte del corso verranno proposti agli studenti degli approfondimenti che saranno discussi in aula in forma seminariale.
Altre informazioni	Per l'orario di ricevimento, si rinvia alla sezione didattica del sito web del docente. Per il materiale didattico distribuito durante il corso e il programma d'esame dettagliato si rinvia al sito e-learning di Ateneo, dove sarà attivato il corso "Geometria Algebrica" a cui gli studenti iscritti avranno accesso con le credenziali di Ateneo. Sito e-learning unicampania: https://elearning.unicampania.it/ Sito docente: http://www.matfis.unicampania.it/dipartimento/docenti/69-polverino-olga Gli orari delle lezioni sono reperibili nel quadro orario delle lezioni alla pagina dedicata: http://www.matfis.unina2.it/didattica/orari-lezioni#matematica
Modalità di verifica dell'apprendimento	La prova orale consiste in: -domande relative alla teoria presentata in aula; - attività seminariali tenute dallo studente su argomenti di approfondimento presentati durante il corso. Il voto finale risulterà pari alla media ponderata delle due votazioni conseguite e il voto sarà espresso in trentesimi.
Programma per esteso	**PROGRAMMA*** **Premesse e richiami di teoria degli anelli:** anelli noetheriani e teorema della base di Hilbert, estensioni trascendenti e grado di trascendenza. **Elementi di teoria delle Varietà Algebriche Affini:** topologia di Zariski, teorema degli zeri di Hilbert, irriducibilità e decomposizione in componenti irriducibili, dimensione di una varietà. Varietà algebriche affini irriducibili del piano. ***Curve algebriche piane***

	Curve algebriche piane, affini e proiettive. Singolarità. Intersezione di curve e Teoremi di Bezout. Serie lineari su una curva. Curva razionali. Flessi e formule di Plücker. Teoremi di classificazione di cubiche. **Approfondimenti e attività seminariali:** nelle ultime lezioni del corso saranno presentati agli studenti argomenti di approfondimento che saranno oggetto di attività seminariali. *Il programma d'esame dettagliato sarà disponibile a fine corso sul sito e-learning.

SCHEDA INSEGNAMENTO

Corso di laurea Magistrale in Matematica

Insegnamento di **Laboratorio di Fisica Moderna**

Corso di laurea Magistrale in Matematica

SSD: FIS/07

CFU: 8 (4L+4La)
ORE PER UNITÀ DIDATTICA: 80 (32L+48La)

Periodo di Erogazione: Secondo semestre

Lingua d'insegnamento	Italiano
Contenuti	I principali argomenti trattati riguardano i fenomeni che hanno determinato la crisi della fisica classica, gli elementi essenziali della fisica quantistica, della fisica atomica e nucleare, l'analisi dei dati e delle incertezze di misure applicati ad attività di laboratorio di fisica moderna.
Testi di riferimento	Filatrella G., Romano P., Elaborazione statistica dei dati sperimentali con elementi di laboratorio, EdiSES Jewett e Serway, Principi di Fisica, Vol II, Quarta Edizione, EdiSES.
Obiettivi formativi	Acquisire una conoscenza basilare della teoria della crisi della fisica classica e della nascita e dei principi della fisica quantistica nonché approfondire la conoscenza sull'analisi dei dati sperimentali ottenuti da sistemi più complessi che applicano i principi di fisica moderna. Con questo corso lo studente viene introdotto all'apprendimento dei metodi ed apparati sperimentali più moderni e complessi di quelli utilizzati nei laboratori della Fisica generale, all'approfondimento della conoscenza sull'analisi dei dati sperimentali, ed alla applicazione sperimentale di principi di fisica moderna. Lo studente, acquisendo una più completa visione della fisica e delle sue applicazioni, potrà comunicare, ed eventualmente insegnare la disciplina, con un più ampio inquadramento generale.
Prerequisiti	Fisica generale 1 e Fisica generale 2 che sono previsti obbligatori nel corso di laurea triennale in Matematica.
Metodologie didattiche	Lezioni frontali con alcune esercitazioni numeriche. Attività di laboratorio su diversi argomenti trattati nel corso che hanno sia lo scopo di sperimentare che di migliorare le capacità nell'analisi dei dati e nel trattamento delle incertezze di misura.
Altre informazioni	Appunti e diapositive del docente sono disponibili per molti argomenti.

Modalità di verifica dell'apprendimento	La modalità di verifica sarà basata sulle relazioni relative alle attività di laboratorio svolte durante il corso, su un test a risposta chiusa eseguito a fine corso e su un colloquio orale di verifica dell'acquisizione dei contenuti del corso. La valutazione di ogni prova sarà espressa con voti in trentesimi ed il voto finale sarà ottenuto dalla media pesata dei voti nelle tre prove; il peso sarà 0.30 per le relazioni, 0.30 per il test e 0,40 per il colloquio. Il test consta di 30 domande. Durante il test è consentito l'uso della calcolatrice, ma non è possibile consultare testi e/o materiali didattici. Non è prevista una votazione minima del test e delle relazioni per accedere alla prova orale. La prova orale consiste nella trattazione e discussione di argomenti del programma svolto a lezione ed ha una durata di circa 30 minuti. Oltre a verificare il livello di conoscenza raggiunto dallo studente, la prova orale mira ad accertare la comprensione degli argomenti e la capacità di saperli descrivere.
Programma per esteso	1. Analisi statistica dei dati sperimentali. Misure e incertezze. Distribuzione dei dati e rappresentazione con errori. Fit dei dati. Stima dei parametri di una distribuzione. Test delle ipotesi statistiche. 2. Introduzione alla fisica quantistica. Radiazioni del corpo nero e la teoria di Planck. Effetto fotoelettrico. Effetto Compton. Fotoni e onde elettromagnetiche. Proprietà delle onde delle particelle. La particella quantistica. Il principio di indeterminazione. La particella quantistica soggetta a condizioni al contorno. L'equazione di Schrodinger. Effetto tunnel. 3. Fisica atomica. Il primo modello strutturale dell'atomo. L'atomo di idrogeno e le funzioni d'onda. L'interpretazione fisica dei numeri quantici. Il principio di esclusione e la tavola periodica. Spettri atomici. Radiazioni visibili e raggi X 4. Fisica nucleare. Proprietà dei nuclei. Energia di legame. Stabilità nucleare. Radioattività. I processi di decadimento radioattivo (alfa, beta). Emissioni gamma. Datazione con il carbonio. Reazioni nucleari. Forze fondamentali nella natura. Introduzione alla fisica delle particelle. 5. L'utilizzo di diodi semiconduttori come rivelatore di radiazioni. Fotodiodi. Cella fotovoltaica. 6. Radiazione ionizzante e non ionizzante e caratteristiche generali dei sistemi di rilevazione. Decadimento radioattivo. Interazione di raggi gamma e particelle alfa con materia. Sezione d'urto. Potere d'arresto. Attività, attività specifica e dose da radiazioni. Rivelatori a film, scintillazione, ionizzazione del gas, semiconduttore. Efficienza intrinseca e geometrica di un rivelatore. Sistemi e metodi di spettrometria gamma e di spettrometria alfa. 7. Radon: origine, effetti sulla salute, uso in geofisica e la sua misurazione con vari metodi. Rivelatori che utilizzano il campo elettrostatico e il rilevatore alfa al silicio, i carboni attivi, le tracce nucleari, gli elettreti. Attività di laboratorio 1. Caratterizzazione di una cella fotovoltaica e di un diodo. 2. Determinazione elementale qualitativa e quantitativa della composizione di monete o pigmenti con la tecnica di fluorescenza a raggi X. 2. Misurazione dell'efficienza geometrica ed intrinseca di un rivelatore di germanio ad alta purezza per la rilevazione dei raggi gamma. Calibrazione energia-canale. 3. Determinazione del coefficiente di assorbimento dei raggi gamma di vari

	materiali a diverse energie con l'uso di un rivelatore di germanio. 4. Misurazione dell'efficienza geometrica ed intrinseca di un rivelatore alfa al silicio. Calibrazione energia-canale e valutazione del potere di arresto delle particelle alfa in aria.

SCHEDA INSEGNAMENTO

Corso di laurea Magistrale in Matematica

Insegnamento di **MECCANICA SUPERIORE**

Corso di laurea in MAGISTRALE IN MATEMATICA

SSD: MAT/07

CFU: 8

ORE PER UNITÀ DIDATTICA: 64

Periodo di Erogazione: 2° semestre

Lingua d'insegnamento	Italiano
Contenuti	Programma sintetico: Le nozioni fondamentali della meccanica dei sistemi continui. Leggi di Bilancio e Lemma di Cauchy. Equazioni indefinite dell'elasticità lineare. Potenziali di strato e di volume. Loro proprietà Problemi al contorno (di posto e di trazione in domini limitati ed esterni. Teoremi di esistenza e di unicità mediante la teoria del potenziale.
Testi di riferimento	Appunti distribuiti dal docente. M-E. Gurtin: The linear theory of elasticità, Handbuch der Phisik, vol. Via/2 Springer. 1972, 1-295. G, Fichera: Problemi analitici nuovi nella fisica matematica classica, Quaderni GNFM (1985). V.D. Kupradze: Three-dimensional problems of the matematica theory of elasticità and thermoelasticity, North-Holland (1979).
Obiettivi formativi	Il corso intende fornire una conoscenza essenziale della teoria matematica dell'elasticità e della sue applicazioni ad alcuni classici problemi della scienza delle costruzioni.

Prerequisiti	L’approccio al programma formativo richiede la conoscenza delle nozioni dell’Analisi Matematica 1 e 2 e della geometria (ovvero, limiti, derivate, integrali, geometria delle curve e superficie). Per sostenere le prove d'esame, lo studente deve aver superato gli esami di Analisi Matematica 1, 2 e Geometria 1.
Metodologie didattiche	Il corso è articolato in 64 ore di lezione frontali . La frequenza non è obbligatoria, ma fortemente suggerita.
Altre informazioni	
Modalità di verifica dell’apprendimento	L'esame prevede una prova orale
Programma per esteso	Nozioni fondamentali sugli spazi di funzioni regolari e sugli spazi di Sobolev. Teoremi di traccia e di immersione. Le nozioni fondamentali della meccanica dei sistemi continui. Leggi di Bilancio. Ipotesi e Lemma di Cauchy. Equazioni indefinite dell’elasticità lineare. Potenziali di strato e di volume. Loro proprietà di traccia e di regolarità Problemi al contorno (di posto, di trazione e di Robin) in domini limitati ed esterni. Teoremi di esistenza e di unicità mediante la teoria del potenziale. Soluzioni esplicite nel caso di domini particolari (sfera, ellissoide). Problema di Saint-Venant. Calcolo delle soluzioni esplicite. Congettura e principio di Saint-Venant.

SCHEDA INSEGNAMENTO

Corso di laurea Magistrale in Matematica

Insegnamento di **Metodi Numerici per l'Elaborazione di Immagini**

Corso di Laurea Magistrale in Matematica

SSD: MAT/08 (Analisi Numerica)

CFU: 8

ORE PER UNITÀ DIDATTICA: 72

Periodo di Erogazione: 2° semestre

Lingua d'insegnamento	Italiano
Contenuti	Programma sintetico - Processo di formazione delle immagini; rumore e "blurring". Modelli matematici di immagini degradate. Prodotti di convoluzione discreti, matrici strutturate associate, trasformata discreta di Fourier, algoritmi FFT, filtraggio di immagini nel dominio delle frequenze. - Mal posizione del problema del restauro di immagini. Soluzioni ai minimi quadrati e decomposizione ai valori singolari (SVD). Tecniche di regolarizzazione. - Il restauro di immagini digitali come problema di ottimizzazione. Metodi numerici di ottimizzazione per la risoluzione di tale problema.
Testi di riferimento	4. P.C. Hansen, J.G. Nagy, D.P. O'Leary, *Deblurring Images: Matrices, Spectra, and Filtering*, SIAM, 2006. 5. M. Bertero, P. Boccacci, *Introduction to inverse problems*, IOP, 1998. 6. J. Nocedal, S. Wright, *Numerical Optimization*, Second Edition, Springer, 2006. 7. A. Beck, M. Teboulle, *Gradient-Based Algorithms with Applications to Signal Recovery Problems*, in D. Palomar, Y. Eldar (Eds.), Convex optimization in signal processing and communications, Cambridge University Press, 2010, pp. 42-88 (https://pdfs.semanticscholar.org/e7a7/5a379a515197e058102d985cd80f4f047c04.pdf, utilizzato in relazione ai metodi proximal gradient).
Obiettivi formativi	*Conoscenze e capacità di comprensione:* al termine del corso lo studente dovrà aver acquisito la conoscenza di metodi numerici e strumenti software di base per il restauro di immagini digitali affette da rumore e blurring. *Applicazione delle conoscenze e della capacità di comprensione:* al termine del corso lo studente dovrà essere in grado di utilizzare i metodi e gli strumenti acquisiti per restaurare immagini digitali.

	Abilità comunicative: al termine del corso lo studente dovrà essere in grado di illustrare le metodologie e gli strumenti acquisiti e di esporre i risultati con essi ottenuti, utilizzando un linguaggio tecnico-scientifico appropriato.
Prerequisiti	L'insegnamento non prevede propedeuticità, ma presuppone la conoscenza degli argomenti generalmente trattati in un corso di laurea triennale in matematica, tra i quali gli argomenti di un corso di base di analisi numerica.
Metodologie didattiche	Il corso si articola in 48 ore di lezioni frontali, corrispondenti a 6 CFU, e 24 ore di attività in laboratorio, corrispondenti a 2 CFU. La frequenza non è obbligatoria, ma è fortemente consigliata.
Altre informazioni	
Modalità di verifica dell'apprendimento	La verifica dell'apprendimento consiste in una discussione orale sugli argomenti del programma. Durante tale discussione allo studente sarà richiesto di utilizzare il calcolatore per illustrare e applicare metodi e strumenti acquisiti durante il corso. La discussione suddetta è valutata in trentesimi. Per la partecipazione alla prova d'esame è necessario esibire un documento di riconoscimento in corso di validità.
Programma per esteso	ARGOMENTI Processo di formazione delle immagini; rumore e blurring. Modelli matematici di immagini degradate, Point Spread Function, sistemi di formazione dell'immagine spazio-invarianti e prodotti di convoluzione. Discretizzazione del prodotto di convoluzione e matrici strutturate (di Toeplitz, circolanti, di Hankel e loro versioni a blocchi). Trasformata Discreta di Fourier (DFT) monodimensionale: definizione e proprietà. DFT bidimensionale. Uso della DFT per il calcolo di prodotti di convoluzione discreti con condizioni al contorno periodiche. Algoritmi di Fast Fourier Transform (FFT), formulazione ricorsiva degli algoritmi FFT radix-2. Filtraggio di immagini nel dominio delle frequenze. Modelli matematici lineari del problema della ricostruzione di immagini. Mal posizione dei modelli e regolarizzazione. Soluzioni ai minimi quadrati e decomposizione ai valori singolari (SVD). Regolarizzazione mediante filtraggio spettrale. Regolarizzazione di Tikhonov, regolarizzazione L_1, cenni sulla regolarizzazione mediante il funzionale di Variazione Totale. Cenni sulla scelta del parametro di regolarizzazione. Interpretazione statistica del problema della ricostruzione di immagini: approccio di massima verosimiglianza e approccio Bayesiano, con particolare riferimento al rumore di Gauss e al rumore di Poisson (modello basato sulla divergenza di Kullback-Leibler). La ricostruzione di immagini come problema di ottimizzazione. - Generalità sui metodi per l'ottimizzazione non vincolata: strategie line search e trust region, convergenza locale e globale, velocità di convergenza, criteri di arresto. Metodi line search: direzioni di ricerca, determinazione del passo mediante ricerca esatta e inesatta, condizioni di Armijo e di curvatura, algoritmi di backtracking e di interpolazione quadratica e cubica per la determinazione del passo, risultati generali di

	convergenza. Metodi del gradiente: formulazione, convergenza, regole di selezione del passo e relazioni con le proprietà spettrali della matrice Hessiana della funzione obiettivo. Analisi delle proprietà di regolarizzazione di alcuni metodi del gradiente applicati a problemi ai minimi quadrati lineari che modellano problemi di restauro di immagini. Metodi di Newton: metodo di Newton "classico", metodi di Newton con modifica della matrice Hessiana, metodi di Newton inesatti, metodi quasi-Newton; convergenza e velocità di convergenza di tali metodi. - Introduzione all'ottimizzazione vincolata: funzione Lagrangiana, condizioni di ottimo del primo ordine (KKT) e del secondo ordine. Problemi convessi di ottimizzazione vincolata. Specializzazione delle condizioni di ottimo del primo ordine nel caso di vincoli di tipo box. Gradiente proiettato e condizioni di ottimo. Metodi di proiezione del gradiente: schema generale, proprietà e convergenza. Metodo di proiezione del gradiente scalato per la ricostruzione di immagini corrotte da blur e rumore di Poisson. - Introduzione ai metodi proximal gradient per la risoluzione di problemi di ottimizzazione con funzione obiettivo che è somma di due funzioni convesse, una differenziabile e l'altra non differenziabile. Applicazione a problemi di ricostruzione di immagini con regolarizzazione L_1. ATTIVITA' DI LABORATORIO Costituiscono parte integrante del programma del corso le attività di laboratorio di seguito elencate, svolte in ambiente MATLAB. - Introduzione all'Image Processing Toolbox di MATLAB. Lettura, visualizzazione, conversione di formato e scrittura su file di immagini digitali, in bianco e nero e a colori. Costruzione di immagini test affette da rumore gaussiano e da differenti tipi di blur (generando la PSF con la funzione fspecial dell'Image Processing Toolbox e con le funzioni psfDefocus e psfGauss incluse nelle HNO functions disponibili sul sito http://www2.imm.dtu.dk/~pcha/HNO/). - Calcolo della DFT e della DFT inversa di vettori complessi utilizzando le funzioni fft e ifft di MATLAB. Illustrazione, tramite esempi, di proprietà della DFT (linearità, simmetria della DFT di un vettore reale e antisimmetria della DFT di un vettore immaginario, DFT di una sequenza p-traslata, etc.). Calcolo di prodotti di convoluzione 2D utilizzando le funzioni fft2, ifft2 e fftshift; costruzione di immagini con blur mediante prodotto di convoluzione 2D. - Compressione di immagini mediante SVD. Denoising e deblurring di immagini mediant SVD troncata. - Sviluppo di una funzione che implementa un metodo del gradiente per la minimizzazione di generiche funzioni non lineari, con line search monotona basata su backtracking o su interpolazione quadratica e cubica. Analisi del comportamento della funzione su differenti problemi test, al variare del punto iniziale, della tolleranza e di altri parametri algoritmici. Confronto tra i risultati ottenuti con il metodo del gradiente e quelli ottenuti applicando il metodo BFGS implementato nella funzione Matlab fminunc dell'Optimization Toolbox di MATLAB. - Applicazione del metodo di proiezione del gradiente scalato implementato nel package spg-dec (http://www.unife.it/prin/software) a problemi di ricostruzione di immagini corrotte da blur e rumore di Poisson. Analisi dei risultati al variare del problema test e

	dei parametri del metodo. - Applicazione di metodi proximal gradient implementati nel package FOM (https://sites.google.com/site/fomsolver/) a problemi di ricostruzione di immagini con regolarizzazione L_1. Analisi dei risultati al variare del problema test e di parametri algoritmici.

SCHEDA INSEGNAMENTO

Corso di laurea Magistrale in Matematica

Insegnamento di **Programmazione Concorrente e Distribuita**

Corso di laurea in Matematica Magistrale

SSD: ING-INF/05

CFU: 8

ORE PER UNITÀ DIDATTICA: 72

Periodo di Erogazione: I anno, II semestre

Lingua d’insegnamento	Italiano
Contenuti	Richiami di architettura dei calcolatori. Principi di programmazione a oggetti. Il linguaggio Java. Modello comunicazione client-server.
Testi di riferimento	Horstmann Cay. Concetti di informatica e fondamenti di Java. Collana Apogeo Education, 2016. — 846 p. — ISBN 8891617377, 13 9788891617378.
Obiettivi formativi	*Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding):* Conoscenza dei principi di programmazione ad oggetti e loro applicazione al linguaggio Java. *Capacità di applicare conoscenza e comprensione (applying knowledge and understanding):* Capacità di analizzare semplici problemi e di progettare strutture di classi ed algoritmi per la loro risoluzione automatica. Capacità di implementare tali algoritmi in programmi e di usare gli strumenti software adeguati (editor, compilatori, linker, etc.) *Abilità comunicative (communication skills):* Capacità di motivare le scelte progettuali ed implementative effettuate in modo logico ed argomentato. Capacità di usare la terminologia propria della programmazione a oggetti. ***Al termine dell'insegnamento lo studente dovrà dimostrare:*** **- di saper far uso degli strumenti di sviluppo in ambiente Java;** **- di avere compreso i meccanismi di base della programmazione a oggetti.** *Capacità di apprendere (learnings skills):* Capacità di integrare lo studio dei linguaggi proposti con riferimenti esterni in grado di dettagliare quanto presentato a corso nonché di fornire supporto alla fase di

	debugging.
Prerequisiti	Fondamenti di Informatica
Metodologie didattiche	48 ore di lezione, 24 ore di attività di laboratorio. Data la presenza di una prova d'esame pratica è consigliata la frequenza alle lezioni di laboratorio.
Altre informazioni	E' previsto il caricamento on-line di materiale didattico, esercitazioni e programmi di esempio.
Modalità di verifica dell'apprendimento	L'esame si compone di due prove: una prova pratica ed una prova orale. La prova pratica mira ad accertarsi della competenze legate all'analisi ed allo sviluppo di programmi scritti in Java. La prova viene superata se quanto scritto è corretto e soddisfa i requisiti richiesti nella traccia. La prova pratica potrà essere tenuta sotto forma di elaborato da consegnare e da discutere all'esame e/o in forma di prova a tempo al calcolatore. La prova orale mira a valutare le capacità di ragionamento sugli argomenti del corso la verifica delle conoscenze dello studente anche attraverso il collegamento di contenuti trasversali e la capacità espositiva. Non sono previste prove di esonero durante il corso. Gli studenti dovranno presentarsi alla prova muniti di documento di riconoscimento. Non sarà consentita la consultazione di materiale didattico e/o elettronico personale (smartphone, tablet, etc..)
Programma per esteso	**Richiami di architettura dei calcolatori:** Organizzazione e principi di funzionamento di un calcolatore. Organi e data-flow dell'unità centrale. Funzione ed organizzazione della memoria centrale. Interruzione nel ciclo del processore. **Paradigma di programmazione a oggetti:** Introduzione al paradigma di programmazione orientato agli oggetti. Concetti di base: costrutti di base, classi, oggetti, ereditarietà, tipi dato elementari, array e liste. Interfacce, classi di astratte, overloading di operatori. Gestione delle eccezioni. **Il linguaggio Java:** I costrutti del linguaggio, compilazione, debugging ed ambienti di programmazione. Packages e librerie standard. Collections. Programmazione di rete in ambiente Java (comunicazione su socket e modello client-server)

SCHEDA INSEGNAMENTO

Corso di laurea in Matematica

Insegnamento: Teoria dei Gruppi

SSD: MAT/02

CFU: 8, 8 CFU di lezioni

ORE PER UNITÀ DIDATTICA: 64 ore

Periodo di Erogazione: secondo semestre

Lingua d'insegnamento	Italiano
Contenuti	Sarà fornita innanzitutto una introduzione alla teoria delle rappresentazioni permutazionali dei gruppi (o azioni di gruppo) che sarà applicata allo studio dei sottogruppi di Sylow e alla dimostrazione del teorema di Sylow (con accenni al caso infinito). Successivamente, dopo aver trattato la teoria dei moduli e degli anelli semisemplici (con la dimostrazione del teorema di Artin-Weddeburn) si studieranno le prime nozioni della teoria classica delle rappresentazioni lineari dei gruppi finiti (essenzialmente) sul campo complesso.
Testi di riferimento	**Testi Consigliati** - J.L. Alperin, *Groups and Representations*, Springer, 1995. - M.J. Collins, *Representations and characters of finite groups*, Cambridge University Press, 1990 - M. Curzio, M. Maj, P. Longobardi, *Lezioni di Algebra*, Liguori, 1994. - A. Russo, F. Zullo, *Rappresentazioni di Gruppi – Un'introduzione*, Aracne, 2017.
Obiettivi formativi	*Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding):* L'insegnamento ha l'obiettivo introdurre lo studente al linguaggio, ai risultati fondamentali e ai metodi della teoria delle rappresentazioni permutazionali e della teoria delle rappresentazioni lineari. *Capacità di applicare conoscenza e comprensione (applying knowledge and understanding):* Il corso ha fra i suoi obiettivi quello di rendere lo studente capace di utilizzare teorie algebriche diverse nello studio dei gruppi finiti. *Abilità comunicative (communication skills):* Il corso intende favorire la capacità dello studente di comunicare in modo chiaro e rigoroso quanto acquisito.
Prerequisiti	Non ci sono corsi propedeutici. E' richiesta la conoscenza delle nozioni di base sulle strutture algebriche di gruppo, anello e campo.

Metodologie didattiche	L'insegnamento si articola in 64 ore (8 CFU) di didattica frontale
Altre informazioni	Per l'orario di ricevimento, si rinvia alla sezione didattica del sito web del docente. Dove sarà possibile reperire anche il materiale didattico distribuito durante il corso. Sito docente: http://www.matfis.unicampania.it/dipartimento/docenti?&MATRICOLA=058567 Gli orari delle lezioni sono reperibili nel quadro orario delle lezioni alla pagina dedicata: http://www.matfis.unina2.it/didattica/orari-lezioni#matematica
Modalità di verifica dell'apprendimento	E' previsto il superamento di una prova orale sugli argomenti trattati a lezione con valutazione in trentesimi. Per accedere alla prova lo studente è tenuto ad esibire un documento di riconoscimento in corso di validità.
Programma per esteso	**PROGRAMMA** **Gruppi abeliani –** Somme dirette. Sottogruppo di torsione e sua decomposizione primaria. Struttura dei gruppi abeliani finiti (teorema di Schering-Kronecker). Sistemi di invarianti (teorema di Frobenius-Stickelberger). Gruppi abeliani liberi e divisibili. Gruppi abeliani Artiniani e Noetheriani. **Rappresentazioni** - Rappresentazioni permutazionali: orbite, stabilizzanti, formule di Burnside e di Cauchy-Frobenius. Relazioni di coniugio in un gruppo: centralizzanti, normalizzanti, teorema N/C, automorfismi interni. Coniugio nei gruppi simmetrici e nel gruppo alterno. Sottogruppi di Sylow, teorema di Sylow e applicazioni. Cenni sulla teoria di Sylow nel caso infinito. Gruppo generale lineare. Rappresentazioni lineari. Rappresentazioni di permutazione. Richiami di teoria dei moduli. Moduli e anelli semisemplici. Teorema di Artin-Weddeburn. Algebra gruppo. Rappresentazioni equivalenti. Rappresentazioni riducibili, irriducibili e completamente riducibili. Lemma di Schur. Rappresentazioni irriducibili di un gruppo abeliano. Teorema di Maschke e applicazioni: struttura dell'algebra gruppo.

SCHEDA INSEGNAMENTO

Corso di laurea Magistrale in Matematica

Insegnamento di **Teoria dei Modelli**

Corso di laurea in Magistrale in MATEMATICA

SSD: MAT/01

CFU: 8

ORE PER UNITÀ DIDATTICA: 64

Periodo di Erogazione: 1° semestre

Lingua d’insegnamento	Italiano
Contenuti	Analisi di strutture al primo ordine mediante le principali tecniche model teoretiche.
Testi di riferimento	P. Rothmaler, Introduction to Model Theory, Taylor & Francis K.Tent e M. Zigler, A Course in Model Theory, Cambridge University Press W. Hodges, A Shorter Model Theory, Cambridge University Press
Obiettivi formativi	Lo studente dovrà conoscere ed essere in grado di applicare le principali tecniche di teoria dei modelli per lo studio di strutture al primo ordine.
Prerequisiti	Nozioni di base di logica matematica e di algebra
Metodologie didattiche	Lezioni frontali. Saranno inoltre assegnati esercizi che lo studente dovrà risolvere e verranno discussi in aula.
Altre informazioni	
Modalità di verifica dell’apprendimento	Esame orale
Programma per esteso	Teorie al primo ordine. Teorie complete. Linguaggi espansi, diagramma di una struttura. Teorema di completezza e teorema di compattezza. Applicazioni della compattezza. I teoremi di Loweinheim-Skolem. Teorie k-categoriche. Teorema di Vaught per la completezza di una teoria k-categorica. Esempi di teorie k-categoriche: ordini densi lineari privi di massimo e di minimo, gruppi abeliani divisibili e privi di torsioni, campi algebricamenti chiusi di fissata caratteristica. Principio di Lefschetz sul campo complesso. Model-completezza. Eliminazione dei quantificatori. Teorie decidibili. Tipi di una teoria. Tipi isolati e non isolati, esempi. Teorema di omissione dei tipi. Teorema di Ryll-Nardzewski. Conseguenze in teoria dei gruppi. Strutture sature, modelli primi, modelli atomici. Ultraprodotti: algebre di Boole, filtri e ultrafiltri. Teorema di Los e

	conseguenze. Costruzione d modelli non standadrd dei naturali e del campo ordinato reale. Caratterizzazione di strutture assiomatizzabili e finitamente assiomatizzabili.