



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI VERONA

Regolamento didattico del corso di laurea in Matematica Applicata

Laurea triennale in:	Matematica Applicata (<i>Applied Mathematics</i>)
Classe:	L35
Facoltà:	Scienze MM. FF. NN ed Economia

REGOLAMENTO DIDATTICO

Art. 1. Finalità

Il presente regolamento disciplina l'articolazione dei contenuti, le modalità organizzative e di funzionamento del Corso di Laurea triennale (CL) in Matematica Applicata, classe L35 - Matematica, istituito presso l'Università degli Studi di Verona a partire dall'A.A. 2005/2006 e attivato con ordinamento secondo il D.M. 270/04 a partire dall'A.A 2009/2010 .

Il presente Regolamento, in armonia con il Regolamento Didattico di Ateneo (RDA) ed i Regolamenti di Facoltà (RF), disciplina le norme e gli aspetti specifici non definiti dai predetti regolamenti.

Art. 1. Organi del Corso di Laurea

L'organo competente del CL in Matematica Applicata è il Consiglio di Corso di Laurea (CCL), presieduto da un presidente, e articolato in commissioni temporanee o permanenti, per specifiche materie o questioni particolari. E' obbligatoriamente prevista la Commissione Didattica.

Art. 3. Obiettivi formativi del Corso di Laurea

I laureati del corso di laurea della classe devono:

1. possedere buone conoscenze di base nell'area della matematica;
2. possedere buone competenze computazionali e informatiche;
3. acquisire le metodiche disciplinari ed essere in grado di comprendere e utilizzare descrizioni e modelli matematici di situazioni concrete di interesse scientifico o economico;
4. essere in grado di utilizzare almeno una lingua dell'Unione Europea oltre l'italiano, nell'ambito specifico di competenza e per lo scambio di informazioni generali;
5. possedere adeguate competenze e strumenti per la comunicazione e la gestione dell'informazione;
6. essere capaci di lavorare in gruppo, di operare con definiti gradi di autonomia e di inserirsi prontamente negli ambienti di lavoro.

I laureati nei corsi di laurea della classe potranno esercitare attività professionali come supporto modellistico-matematico e computazionale ad attività dell'industria, della finanza, dei servizi e nella pubblica amministrazione, nonché nel campo della diffusione della cultura scientifica.

Occorre considerare che, data la dinamica della evoluzione delle scienze e della tecnologia, la formazione dovrà comunque sempre sottolineare gli aspetti metodologici al fine di evitare l'obsolescenza delle competenze acquisite.

Ai fini indicati, i curricula dei corsi di laurea della classe comprendono in ogni caso attività finalizzate a far acquisire:

- a) le conoscenze fondamentali nei vari campi della matematica, nonché di metodi propri della matematica nel suo complesso;
- b) la capacità di modellizzazione di fenomeni naturali, sociali ed economici, e di problemi tecnologici;
- c) il calcolo numerico, simbolico e gli aspetti computazionali della matematica e della statistica;
- d) devono prevedere in ogni caso una quota significativa di attività formative caratterizzate da un particolare rigore logico e da un elevato livello di astrazione;
- e) possono prevedere, in relazione a obiettivi specifici, l'obbligo di attività esterne, come tirocini formativi presso aziende, strutture della pubblica amministrazione e laboratori, oltre a soggiorni presso altre università italiane ed europee, anche nel quadro di accordi internazionali.

Graduates of this course must have:

- *good basic knowledge in mathematics;*
- *good computational skills and information;*
- *acquire methods of the discipline and be able to understand and use mathematical models and descriptions of real situations, interesting in economical or scientific setting;*
- *be able to use at least one European Union language besides Italian, in the specific competence and to exchange general information;*
- *possess appropriate skills and tools for communication and information management;*
- *be able to work in groups, to work with defined degrees of autonomy and fit readily in the workplace.*

The graduates can be employed in professional activities in mathematical modelling and computational activities in industry, finance, services and public administration as well as in the field of dissemination of scientific culture. Consider that, given the dynamical evolution of science and technology, the study programs will always emphasize methodological aspects in order to avoid the obsolescence of skills acquired. For the present purposes, the curricula of degree courses of the class in any event include activities designed to achieve: the fundamental knowledge in the various fields of mathematics, as well as own methods of mathematics as a whole; the capacity of modelling of natural phenomena, social and economic phenomena as well as technological problems; the numerical calculation and symbolic and computational aspects of mathematics and statistics.

In any case training activities will have particular logical rigor and high level of abstraction. Moreover, in relation to specific objectives, the studies will require external activities, such as internships in companies, offices of public administration and laboratories, as well as stays at other universities in Italy and Europe, in the framework of international agreements.

Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding)

I laureati del corso di laurea in Matematica Applicata dovranno possedere nozioni di base nell'area della matematica. In particolare dovranno conoscere la matematica di base, l'algebra lineare, la geometria di base, il calcolo e le equazioni differenziali di base, l'algebra e le strutture algebriche di base, la fisica di base, la programmazione. Inoltre, devono possedere solide nozioni di probabilità e statistica, processi stocastici a stati discreti, sistemi dinamici e metodi numerici.

Si richiede altresì che i laureati in Matematica Applicata

- abbiano un'adeguata capacità di analisi e sintesi e di astrazione;
- abbiano adeguate competenze computazionali e informatiche;
- siano in grado di produrre e riconoscere dimostrazioni rigorose, e siano in grado di formalizzare matematicamente problemi formulati nel linguaggio naturale;
- abbiano la capacità di costruire e sviluppare argomenti di matematica con una chiara identificazione di assunti e conclusioni;
- siano capaci di leggere e comprendere testi anche avanzati di Matematica;
- conoscano alcuni temi d'avanguardia nel campo della Matematica Applicata.

I mezzi specifici miranti al conseguimento degli obiettivi sopra indicati comprenderanno: lezioni frontali, esercitazioni e/o laboratorio, seminari di orientamento. La verifica prevederà un elaborato scritto e/o un esame orale eventualmente integrato da prove in itinere.

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

I laureati in Matematica Applicata dovranno essere in grado di applicare le loro conoscenze e capacità di comprensione in maniera da dimostrare un approccio professionale al loro lavoro e possedere competenza adeguata sia per ideare e sostenere argomentazioni che per risolvere problemi.

In particolare, si richiede che essi:

- siano familiari con il metodo scientifico e siano in grado di comprendere e utilizzare i principali modelli di tipo classico;
- siano in grado di svolgere compiti tecnici o professionali definiti, ad esempio come supporto modellistico-matematico e computazionale ad attività dell'industria e della finanza, dei servizi e nella pubblica amministrazione, o nel campo dell'apprendimento della matematica o della diffusione della cultura scientifica;
- abbiano la capacità di estrarre informazioni qualitative da dati quantitativi;
- siano in grado di formalizzare matematicamente problemi di moderata difficoltà formulati nel linguaggio naturale, e di trarre profitto da queste formulazioni per chiarirli e risolverli;
- abbiano capacità di usare strumenti informatici in aiuto ai processi matematici e per acquisire ulteriori informazioni;
- abbiano conoscenza di linguaggi di programmazione o software specifici.

I mezzi specifici miranti al conseguimento degli obiettivi sopra indicati comprenderanno: esercitazioni e/o laboratorio e stages o tirocinii. La verifica prevederà un elaborato scritto e/o un esame orale eventualmente integrato da prove in itinere.

Autonomia di giudizio (making judgements)

I laureati in Matematica Applicata dovranno avere acquisito la capacità di raccogliere ed interpretare dati relativi al proprio campo di studio utili a determinare giudizi autonomi. In particolare si richiede che essi:

- siano in grado di svolgere in modo autonomo attività esterne, come tirocini formativi presso aziende, strutture della pubblica amministrazione e laboratori, oltre a soggiorni presso altre università italiane ed europee, utilizzando in modo appropriato le conoscenze matematiche e computazionali acquisite;
- siano in grado di costruire e sviluppare argomentazioni logiche con una chiara identificazione di assunti e conclusioni;
- siano in grado di riconoscere dimostrazioni corrette e di individuare ragionamenti incompleti e fallaci;
- abbiano esperienza di lavoro di gruppo, ma sappiano anche lavorare in autonomia.

I mezzi specifici miranti al conseguimento degli obiettivi sopra indicati comprenderanno: lezioni frontali, seminari di orientamento stages o tirocinii presso aziende e soggiorni di studio presso altre università italiane o europee. La verifica prevederà un elaborato scritto e/o un esame orale eventualmente integrato da prove in itinere.

Abilità comunicative (communication skills)

I laureati in Matematica Applicata dovranno essere in grado di interagire in modo costruttivo con interlocutori specialisti e non specialisti. In particolare, ci si aspetta che essi:

- siano in grado di comunicare problemi, idee e soluzioni riguardanti la matematica, sia proprie che di altri autori, ad un pubblico specializzato o generico, nella propria lingua e in inglese, sia in forma scritta sia orale;
- siano capaci di lavorare in gruppo, di operare con definiti gradi di autonomia e di inserirsi prontamente negli ambienti di lavoro.

I mezzi specifici miranti al conseguimento degli obiettivi sopra indicati potranno comprendere, in aggiunta a quanto già previsto precedentemente, seminari svolti dagli studenti come parte integrante della verifica in alcuni corsi più avanzati. La verifica prevederà un elaborato scritto e/o un esame orale, in qualche caso a carattere seminariale, eventualmente integrato da prove in itinere.

Capacità di apprendimento (learning skills)

I laureati in Matematica Applicata dovranno essere in grado di proseguire studi successivi avanzati con un alto grado di autonomia. Specificatamente, si richiede che essi:

- siano in grado di inserirsi prontamente nei vari ambienti di lavoro adattandosi a nuove problematiche acquisendo facilmente e con rapidità eventuali conoscenze specifiche;
- siano in grado di proseguire gli studi a livello di Laurea Magistrale con un buon grado di autonomia, sia in matematica che in altre discipline.

I mezzi specifici miranti al conseguimento degli obiettivi sopra indicati comprenderanno tutte le attività menzionate nei punti precedenti. La verifica consisterà in un elaborato scritto e/o un esame orale, in qualche caso a carattere seminariale, eventualmente integrato da prove in itinere, e nella discussione della tesi di laurea.

Art. 4. Accesso a studi ulteriori / profili e sbocchi occupazionali

Il CdL in Matematica Applicata soddisfa i requisiti curriculari per l'ammissione al corso di Laurea Magistrale in Matematica della classe LM-40.

Si prevede che il laureato in Matematica Applicata a Verona possa inserirsi con successo in gruppi di lavoro presso istituti finanziari e bancari, compagnie di assicurazione, nonché nei settori di ricerca di aziende ed industrie. Si prevede inoltre che il laureato in Matematica Applicata sia in grado di svolgere in autonomia compiti tecnici o professionali definiti, fornendo in particolare supporto modellistico e computazionale. La formazione matematica, caratterizzata dal rigore logico, permette al laureato di inserirsi con successo nel mercato del lavoro dell'informatica riuscendo, in tempi brevi, ad acquisire le competenze specifiche richieste.

Il corso prepara alle professioni di

- Matematici
- Tecnici statistici
- Tecnici della gestione finanziaria

The degree course in Applied Mathematics satisfies the requirements for the admission to the Master course in Mathematics of the class LM-40.

It will be foreseen that the laureate in Applied Mathematics at the University of Verona, could be employed with success in working groups at financial and bank institutes, insurance companies, as well as in research and development branch of companies and industries. Moreover, the laureate in Applied Mathematics should be able to afford, in complete autonomy, technical and professional aims, supporting in particular with computational and modelling preparation. The mathematical preparation, characterized by a rigorous logic background, will give to the laureate the opportunity to be employed, hoping with success in a short time, in the computer science environment and getting the required preparation shortly.

The course prepares the laureate to the professions of

- *mathematician*
- *technical statistician*
- *technician of finance*

Art. 5. Modalità di svolgimento della didattica e rapporto crediti/ore

Le forme di svolgimento della didattica possono comprendere, secondo quanto stabilito all'Art. 10 del RDA, lezioni frontali e assimilate (6-8 ore per CFU), esercitazioni-laboratorio (12-15 ore per CFU), stage/tirocinio professionale (25 ore per CFU, senza ulteriore impegno per lo studente). I rapporti numerici e intervalli delle ore per CFU sono stabiliti dal Consiglio di Facoltà di Scienze MM. FF. NN ed Economia.

Le modalità di svolgimento degli insegnamenti e delle altre attività formative e la loro articolazione, secondo le varie forme di svolgimento della didattica possibili, saranno indicate dai docenti responsabili delle singole attività formative prima dell'inizio di ogni anno accademico e rese note tramite pubblicazione sul Manifesto degli studi del corso di laurea e sulla pagina web del Corso di laurea. Le stesse modalità di svolgimento possono comprendere attività di lezione in teledidattica.

I CFU corrispondenti a ciascuna attività formativa sono acquisiti dallo studente previo il superamento dell'esame o a seguito di altra forma predefinita di verifica della preparazione o delle competenze conseguite.

Art. 6. Programmazione didattica

Il CCL organizza la distribuzione degli insegnamenti nei semestri e individua, con l'accordo dei docenti interessati, i responsabili degli insegnamenti e delle diverse attività formative da proporre ai Consigli di Facoltà. Il CCL valuta e approva le proposte formulate dai docenti sui contenuti e le modalità di svolgimento delle attività didattiche.

Entro e non oltre il 31 luglio di ciascun anno accademico, il CCL propone ai Consigli di Facoltà di Scienze MM. FF. NN ed Economia, il piano degli incarichi didattici dell'anno accademico successivo. Tale piano affida ai docenti i compiti formativi, stabilendo l'articolazione delle attività didattiche, nonché le attività di orientamento e di tutorato. Il piano deve essere conforme alle relative norme giuridiche e in accordo al principio di pieno utilizzo del tempo-docenza, secondo quanto previsto dalla vigente normativa,

Art. 7. Calendario Didattico

Il Corso di Laurea in Matematica Applicata è organizzato in due periodi di lezione, solitamente ottobre-gennaio e marzo-giugno. Alla fine di ogni periodo di lezione è prevista una settimana di pausa seguita da due appelli d'esame distanziati di almeno 2 settimane.

L'orario delle lezioni ed il relativo calendario degli esami è stabilito almeno un mese prima dell'inizio di ogni periodo. Il calendario degli esami per le sessioni di recupero sono stabiliti entro e non oltre la fine del secondo periodo.

Il Manifesto annuale degli studi indica per ogni Facoltà, le date di inizio e fine dei periodi di studio e delle sessioni di esami di profitto, gli appelli di laurea, la ripartizione degli insegnamenti sui periodi di studio, l'attivazione di eventuali corsi di laboratorio e di corsi complementari a scelta dello studente. L'orario delle lezioni è reso noto almeno un mese prima dell'inizio dei singoli corsi. Il calendario degli appelli d'esame è pubblicati sul sito web dell'Ateneo almeno due mesi prima della data di svolgimento della sessione d'esame.

Art. 8. Curricula e piani di studio degli studenti

Il Corso di Laurea in Matematica Applicata si articola in un curriculum unico. Gli obiettivi formativi del curriculum sono specificati nel precedente art. 3.

Il Corso di Laurea in Matematica Applicata offre un solo curriculum; tuttavia l'offerta d'insegnamenti in alternativa (per un massimo di 30 CFU) consente, mediante scelte opportune dello studente, di seguire un percorso modellistico - computazionale oppure uno economico-finanziario.

All'atto dell'iscrizione all'anno in cui sono offerte delle possibilità di scelta tra insegnamenti alternativi, lo studente dovrà indicare quelli prescelti.

Il CCL valuta eventualmente i CFU conseguiti da insegnamenti aggiuntivi rispetto a quelli conteggiabili ai fini del completamento del percorso che porta al titolo di studio. Le valutazioni così ottenute non influiscono sul computo della media dei voti degli esami di profitto.

Art. 9. Requisiti di ammissione al corso

Per accedere al Corso di laurea in Matematica Applicata è necessario essere in possesso di un diploma di scuola secondaria superiore o di altro titolo di studio conseguito all'estero riconosciuto idoneo. Non vi è sbarramento all'accesso al Corso di laurea.

Per l'ammissione al Corso di Laurea gli studenti devono possedere le conoscenze irrinunciabili di Matematica ed elementi di Fisica oltre ad una adeguata capacità logica.

La verifica della preparazione iniziale dello studente, in accordo con quanto stabilito dalla Facoltà di Scienze MM. FF. NN., di Verona, verrà effettuata tramite un apposito test.

Nel caso in cui il test non abbia avuto esito positivo, verranno assegnati allo studente specifici obblighi formativi aggiuntivi da soddisfare nel primo anno di corso secondo le indicazioni e le normative di Facoltà e di Ateneo. L'iscrizione al secondo anno è subordinata ai risultati dell'accertamento di cui sopra.

Art. 10. Esami di Profitto

Le modalità di esecuzione degli esami seguono quanto disposto in materia dal RDA e dal regolamento studenti.

Ogni docente è tenuto a indicare prima dell'inizio dell'Anno Accademico, e contestualmente alla programmazione della didattica, le specifiche modalità di esame previste per il suo corso. L'esame si svolge successivamente alla conclusione del corso nei periodi previsti per gli appelli d'esame, in date proposte dai docenti responsabili dei corsi o concordate con essi.

La verifica del profitto individuale raggiunto dallo studente e il conseguente riconoscimento dei crediti maturati nelle varie attività formative sono effettuati con i seguenti criteri e modalità: alcune attività formative (che saranno indicate nel Manifesto annuale degli studi) si concludono con un giudizio di merito; per tutte le altre sono previsti esami scritti e/o orali la cui votazione finale è espressa in trentesimi. L'esito della votazione si considera positivo ai fini dell'attribuzione dei crediti se si ottiene un punteggio di almeno 18/30. L'attribuzione della lode, nel caso di votazione almeno pari a 30/30, è a discrezione della commissione di esame e richiede l'unanimità dei suoi componenti.

Art. 11. Commissioni esami di profitto

Come previsto dall'art. 22 del RDA le commissioni di esame di profitto sono costituite da almeno due membri, di cui uno, con funzioni di Presidente, è il docente titolare del corso. Sono nominate, all'inizio di ogni anno accademico o di ogni periodo didattico, dal Preside o, su sua delega, dal Presidente del Consiglio di Corso di laurea, su proposta dei titolari degli insegnamenti.

Art. 12. Altre attività

Per la laurea triennale è richiesto un livello "B1" di conoscenza della lingua INGLESE. Poiché all'acquisizione di questo livello sono riservati 6 CFU, si consiglia una conoscenza di base della lingua già all'accesso al corso. L'acquisizione dei crediti si ha in seguito al superamento di un test del livello richiesto presso il Centro Linguistico di Ateneo. Ai fini dell'acquisizione dei crediti saranno ritenute valide anche le certificazioni di pari livello rilasciate da scuole o istituti riconosciuti dal Ministero dell'Università.

Alle attività a scelta dello studente sono riservati 12 CFU. Queste attività comprendono gli insegnamenti impartiti presso l'Università di Verona, e possono comprendere insegnamenti impartiti presso altre Università italiane nonché periodi di stage/tirocinio professionale secondo i seguenti criteri di ammissibilità:

- CFU acquisiti mediante il superamento d'esami collegati a insegnamenti impartiti presso l'Università di Verona sono automaticamente riconosciuti.
- CFU acquisiti mediante il superamento d'esami sostenuti presso altre Università sono eventualmente riconosciuti, in tutto o in parte, dal CCL a seguito di specifica delibera.
- Le attività di stage/tirocinio professionale sono preliminarmente concordate, e successivamente certificate da parte del docente responsabile o tutore, unitamente alla valutazione degli obiettivi didattici prefissati e all'acquisizione dei relativi crediti per il conseguimento dei quali si applica il rapporto crediti/ore specificato all' Art. 4 del presente regolamento.

Alle altre attività formative sono riservati 6 CFU tipo F. Il CCL determina il merito di queste attività in termini di CFU previa valutazione delle attività specifiche. Nella scelta delle attività, gli studenti devono tener conto che in fase di valutazione del percorso formativo, in sede di valutazione finale, si tiene conto della coerenza e dell'adeguatezza delle loro scelte nel quadro formativo complessivo. Pertanto è raccomandato di non scegliere attività che possano in gran parte risultare simili ad insegnamenti presenti nel piano didattico del corso di laurea, senza un reale arricchimento dell'offerta didattica ivi disponibile.

Art. 13. Obblighi di frequenza, propedeuticità o sbarramenti

I Consigli di Facoltà di Scienze MM FF NN ed di Economia definiscono annualmente le eventuali propedeuticità e sbarramenti. Inoltre, il Manifesto annuale degli studi del corso di laurea regola di anno in anno gli obblighi degli studenti a frequentare lezioni e/o laboratori, ed eventualmente vincola la frequenza a propedeuticità sugli insegnamenti e/o sbarramenti sulle iscrizioni agli anni successivi. In assenza di tali disposizioni, la frequenza ai corsi si intende libera da obblighi di frequenza, da propedeuticità, e da sbarramenti.

Art. 13. Prova finale

Per essere ammessi alla prova finale occorre avere conseguito tutti i crediti nelle attività formative previste dal piano degli studi. Alla prova finale sono riservati 6 crediti. La Laurea in Matematica Applicata è conseguita in seguito all'esito positivo dell'esame di Laurea avendo in questo modo lo studente maturato 180 crediti secondo quanto stabilito dal suo piano di studi.

L'esame di laurea consiste in un colloquio che può essere basato su al più due delle seguenti opzioni:

- breve elaborato scritto, anche in lingua inglese, su argomento assegnato;
- esame orale, anche in lingua inglese, su argomento assegnato;
- esame scritto, anche in lingua inglese, su argomento assegnato.

La forma dell'esame viene concordata tra lo studente e il docente referente (relatore) il quale è membro della Commissione d'esame. Le commissioni di esame sono costituite secondo quanto previsto dal Regolamento Tesi di Laurea disponibile al sito web del corso di laurea. La valutazione dell'esame è basata sul livello di approfondimento dimostrato dallo studente, sulla chiarezza espositiva, e sulla capacità dello studente di inquadrare l'argomento assegnato in un contesto più ampio.

Il punteggio finale di Laurea è espresso in centodecimi con eventuale lode. Il punteggio minimo per il superamento dell'esame finale è di 66/110. Il voto di ammissione è determinato rapportando la media degli esami di profitto a 110 e successivamente arrotondando il risultato all'intero più vicino. A parità di distanza, si arrotonda all'intero superiore. Per media degli esami di profitto si intende la media ponderata sui crediti. Per la prova finale è previsto un incremento di al più 7/110 rispetto al voto di ammissione, di cui 5 punti riservati alla valutazione dell'esame di laurea e 2 punti riservati alla valutazione del curriculum dello studente. Nella valutazione del curriculum si tiene conto del tempo impiegato dallo studente per giungere alla laurea, del numero di lodi conseguite, e di eventuali esperienze all'estero. L'attribuzione della lode, nel caso di un incremento che porti ad una votazione superiore a 110/110, è a discrezione della commissione di esame nonché decisa senza l'adozione di particolari meccanismi automatici di calcolo, e viene attribuita solo se il parere dei membri della commissione è unanime.

Le modalità e le scadenze per la presentazione della domanda di Laurea sono stabilite dal CCL e dalle segreterie competenti dandone comunicazione con almeno 6 mesi di anticipo sulle date previste per gli appelli di Laurea. Il calendario degli appelli di Laurea è parte integrante del Manifesto annuale degli Studi.

Secondo quanto stabilito dal RDA Art.25 la commissione per la prova finale deve includere almeno 5 membri, di cui almeno 4 docenti di ruolo delle Facoltà di Scienze MM FF NN ed Economia con incarico di insegnamento presso il Corso di Laurea in Matematica Applicata. Alla luce del numero di laureandi, il CCL provvederà a individuare le modalità organizzative più opportune per lo svolgimento della prova e a rendere pubblico il calendario delle prove almeno una settimana prima dello svolgimento delle stesse.

Art. 14. Trasferimenti e passaggi/Riconoscimento dei crediti acquisiti in altri corsi di studio

Il CCL è competente per il riconoscimento dei crediti conseguiti dallo studente, con relativo punteggio, in altri corsi di laurea, nazionali e non. In caso di trasferimento dello studente da altro corso di laurea, il riconoscimento può avere luogo solo a seguito della presentazione di una dettagliata documentazione rilasciata dalla sede di provenienza, che certifichi gli esami svolti con relativo voto ottenuto e crediti

maturati. Il Consiglio, deliberando entro 45 giorni dalla trasmissione della richiesta di riconoscimento, effettuerà i riconoscimenti applicando i seguenti criteri:

- per attività per le quali sia previsto un riferimento ad un settore scientifico disciplinare specifico ammesso nell'ordinamento del corso di laurea in Matematica Applicata, il Consiglio provvederà a riconoscere i crediti acquisiti dallo studente valutando caso per caso il contenuto delle attività formative ed il raggiungimento degli obiettivi formativi del corso di studio. Ad integrazione di eventuali carenze di crediti, il Consiglio di Corso di Laurea può individuare le attività integrative più opportune necessarie al raggiungimento dei crediti previsti per la singola attività in relazione a uno o più insegnamenti attivi presso il Corso di laurea;
- in caso di attività per le quali non è previsto il riferimento a un settore scientifico disciplinare, o non inquadrabili all'interno dei settori scientifico disciplinari ammessi nell'ordinamento del Corso di Laurea in Matematica Applicata, il CCL valuterà caso per caso il contenuto delle attività formative e la loro coerenza con gli obiettivi del corso di studio, considerando la quantità dei crediti acquisiti che possono essere riconosciuti nell'ambito delle attività formative previste nel Corso di Studio;
- nel caso in cui una particolare attività formativa sia il contributo di più attività che hanno dato luogo a votazioni differenti, la valutazione finale sarà determinata dal complesso dei voti riportati.

I crediti in eccedenza, comunque maturati, possono essere, a richiesta dello studente, automaticamente riconosciuti tra le attività a scelta (fino a 12 crediti). Eventuali crediti non utilizzati restano comunque spendibili, a richiesta dello studente, all'interno del piano formativo previsto per le lauree magistrali secondo le modalità previste dagli ordinamenti relativi.

Le stesse norme di riconoscimento si applicano in caso di iscrizione di studenti già in possesso di laurea o diploma universitario, conseguito anche all'estero. In seguito alle valutazioni di cui sopra, il CCL determinerà l'anno di iscrizione.

Art. 15. Titoli stranieri e periodi di studio svolti all'estero

Il Consiglio di Corso di laurea è competente per il riconoscimento dei crediti conseguiti all'estero dallo studente, con relativo punteggio, secondo quanto stabilito dall'Art. 14 del presente regolamento. In seguito alle valutazioni di cui allo stesso articolo, il CCL determinerà l'anno di iscrizione.

Il riconoscimento di crediti conseguiti da studenti iscritti al Corso di Laurea in Matematica Applicata durante periodi di studio all'estero, nell'ambito di programmi internazionali ai quali aderisce l'Università di Verona, è sottoposto alla valutazione del CCL.

Art. 16. Forme di tutorato

Sulla base delle indicazioni provenienti dalla Commissione di Facoltà per l'Orientamento e il Tutorato, il CCL determina, le forme di tutorato, in accordo col Regolamento di Ateneo per il Tutorato. Le attività di tutorato hanno il compito di guidare gli studenti nel corso degli studi, di renderli attivamente partecipi del processo formativo e di contribuire al superamento delle loro difficoltà individuali, anche sollecitando i competenti organi accademici all'adozione di provvedimenti idonei a rimuovere gli eventuali ostacoli ad una più proficua frequenza dei corsi e ad una più adeguata fruizione dei servizi.

Art. 17. Guida dello studente/Manifesto degli studi

La Guida dello studente presenta annualmente le seguenti informazioni sul Corso di Laurea in Matematica Applicata:

- elenco dei docenti e loro numero telefonico e indirizzo di posta elettronica;
- elenco dei periodi delle lezioni e delle sessioni d'esame e di laurea;
- elenco degli insegnamenti attivati;
- programma di ciascun insegnamento.

I Consigli di Facoltà di Scienze MM FF NN ed Economia, come previsto nel RDA, definiscono annualmente, entro il 28 febbraio dell'anno precedente e comunicano nel Manifesto annuale degli Studi, tutte le informazioni relativamente all'articolazione degli insegnamenti e, coerentemente con gli obiettivi formativi del corso, il numero di crediti attribuiti ad ogni attività formativa, le date di inizio e fine dei periodi di studio e delle sessioni di esami di profitto. Tale articolazione è disegnata in base alla tabella di conformità alla classe L35, contenuta dell'ordinamento allegato, che ripartisce i crediti tra i settori disciplinari previsti nella classe L35.

Fatto salvo quanto previsto dal presente Regolamento Didattico del corso di studio, l'articolazione del Manifesto annuale degli studi è suscettibile di modifiche nella fase di programmazione annuale della didattica per quanto riguarda la ripartizione degli insegnamenti sui periodi di studio, l'attivazione di eventuali corsi di laboratorio coordinato ai corsi già previsti e l'eventuale attivazione di corsi complementari a scelta dello studente. In particolare, il CCL determina, in base al D.M 270 art 12, D.M 386, delibera SAR 19/92 2008; RDA art.13; gli obblighi di frequenza, di propedeuticità o sbarramenti. Queste informazioni sono parte integrante il Manifesto annuale degli studi.

Art. 18. Studenti part time

Il percorso formativo degli studenti che all'atto dell'immatricolazione concordano l'impegno a tempo parziale è regolato come da Decreto Rettorale n.1139-2007. L'organizzazione didattica del part-time, rispetto a quella tradizionale, viene definita autonomamente dalle singole Facoltà.

Art. 19. Docenti del corso di studio

I siti web delle Facoltà di Scienze MM. FF. NN ed Economia sono costantemente aggiornati con l'elenco completo dei docenti, delle discipline da essi insegnate nel Corso di laurea in Matematica Applicata, e della ricerca svolta a supporto delle attività formative che caratterizzano il profilo del corso di studio.

Nei siti, di cui sopra, sono indicati anche i docenti di riferimento del corso per i due curricula.

Inoltre, l'elenco dei docenti impegnati nel Corso di studio, e gli insegnamenti corrispondenti ad almeno 90 CFU tenuti da professori o ricercatori inquadrati nei relativi settori scientifico-disciplinari e di ruolo presso l'Ateneo, di cui all'art. 1, comma 9 del D.M. 16 marzo 2007, e le risorse docenza contemplate nell'Allegato 1 del D.M. 26 luglio 2007, punto 4.7, se riportate nell'Allegato 2, viene reso noto annualmente attraverso la banca dati dell'offerta formativa del Ministero e tutte le altre forme di comunicazione indicate dall'art. 2 del RDA.

Art. 20. Ricevimento degli studenti

I docenti sono tenuti ad assicurare un minimo di due ore settimanali per il ricevimento degli studenti. Gli orari di ricevimento sono pubblicati dalla Facoltà prima dell'inizio dell'anno accademico.

Art. 21. Norme transitorie

Le modifiche al presente Regolamento potranno essere proposte dal Presidente del CCL o da almeno un terzo dei Consiglieri e si intendono approvate dal CCL qualora vi sia il voto favorevole della maggioranza assoluta dei presenti. Tali modifiche dovranno essere sottoposte all'approvazione dei Consigli di Facoltà di Scienze e di Economia dell'Università di Verona.

A partire dall'A.A. 2009/10 vengono attivato tutti e tre gli anni di corso.

Con l'entrata in vigore di eventuali modifiche al Regolamento Didattico di Ateneo o al Regolamento della Facoltà di Scienze o di Economia, nonché di nuove disposizioni in materia, si procederà in ogni caso alla verifica e alla integrazione del presente Regolamento che, nelle sue linee generali, rimarrà stabile nei primi tre anni dalla sua prima approvazione, salvo l'eventualità che vengano verificati evidenti errori od omissioni

Il presente Regolamento si applica a tutti gli studenti immatricolati al Corso di studio ed ha validità almeno per i tre anni accademici successivi all'entrata in vigore, e comunque sino all'emanazione del successivo regolamento, nel rispetto delle normative più favorevoli per gli studenti. Nell'anno di prima applicazione, il presente Regolamento si estende a tutti gli iscritti nell'anno accademico di entrata in vigore, indipendentemente dall'anno di immatricolazione. Eventuali problematiche interpretative o applicative derivanti dalla successione dei Regolamenti nel tempo saranno oggetto di specifico esame da parte del CCL.

Tabella di raccordo tra il Piano Didattico a due curriculum e il Piano Didattico a curriculum unico

Piano didattico a due curriculum				Piano didattico a curriculum unico			
Insegnamento 2009-10	CFU	anno	sem	CFU	anno	sem	Insegnamento 2010-2011
Analisi matematica 1	12	1	1	12	1	1	Analisi matematica 1
Algebra lineare, elemen. geometria	12	1	1	12	1	1	Algebra lineare, elemen. geometria
Lingua inglese	6	1	1	6	1	1	Lingua inglese
Fisica 1 con laboratorio	12	1	2	12	1	2	Fisica 1 con laboratorio
Programmazione con laboratorio	12	1	2	12	1	2	Programmazione con laboratorio
Fondamenti della matematica 1	6	1	2	6	1	2	Fondamenti della matematica 1
MODELLISTICO - COMPUTAZIONALE							
Analisi matematica 2	12	2	1	12	2	1	Analisi matematica 2
Algebra	6	2	1	6	2	1	Algebra
Calcolo numerico con laboratorio	12	2	1-2	12	2	1	Calcolo numerico con laboratorio
Probabilità	6	2	1	6	2	2	Probabilità
Sistemi dinamici 1	6	2	2	6	2	2	Sistemi dinamici 1
Geometria	6	2	2	6	2	2	Geometria
Modelli matematici per la biologia	6	2	2	6	2	2	Modelli matematici per la biologia
Fisica 2	6	2	2	6	2	2	A scelta dello studente
A scelta dello studente	6	3	1	6	3	1	Fisica 2
Sistemi stocastici	6	3	1	6	3	1	Sistemi stocastici
Ricerca operativa	6	3	1	6	3	1	Ricerca operativa
Analisi matematica 3	6	3	1	6	3	1	Analisi matematica 3
A scelta dello studente	6	3	1	6	3	1	A scelta dello studente
Metodi numerici per la soluzione di equazioni differenziali	6	3	2	6	3	2	Metodi numerici per la soluzione di equazioni differenziali
Dinamica dei fluidi	6	3	2	6	3	2	Dinamica dei fluidi
Econometria / statistica matematica	6	3	2	6	3	2	Econometria / statistica matematica
Ulteriori conoscenze	6	3	2	6	3	2	Ulteriori conoscenze
Tesi	6	3	2	6	3	2	Tesi
ECONOMICO - FINANZIARIO							
Analisi matematica 2	12	2	1	12	2	1	Analisi matematica 2
Algebra	6	2	1	6	2	1	Algebra
Calcolo numerico con laboratorio	12	2	1-2	12	2	1	Calcolo numerico con laboratorio
Probabilità	6	2	1	6	2	2	Probabilità
Sistemi dinamici 1	6	2	2	6	2	2	Sistemi dinamici 1
Geometria	6	2	2	6	2	2	Geometria
Microeconomia	6	2	2	6	2	2	Microeconomia
Matematica per le scelte economico - finanziarie	6	2	2	6	2	2	Macroeconomia
A scelta dello studente	6	3	1	6	3	1	Ricerca operativa
Sistemi stocastici	6	3	1	6	3	1	Sistemi stocastici
Metodi e modelli per l'analisi economica	12	3	1	12	3	1	Matematica finanziaria
A scelta dello studente	6	3	1	6	3	1	A scelta dello studente
Metodi numerici per la soluzione di equazioni differenziali	6	3	2	6	3	2	Metodi numerici per la soluzione di equazioni differenziali
Matematica per i mercati finanziari	12	3	2	6	3	2	Econometria
				6	3	2	A scelta dello studente
Ulteriori conoscenze	6	3	2	6	3	2	Ulteriori conoscenze
Tesi	6	3	2	6	3	2	Tesi

Si precisa che per l'a.a. 2010-2011 l'insegnamento:

- **Matematica per le scelte economico – finanziarie** mutua da **Ricerca operativa**;
- **Metodi e modelli per l'analisi economica** mutua da **Macroeconomia e Econometria**;
- **Matematica per i mercati finanziari** mutua da **Matematica finanziaria**

Allegato 1 - Ordinamento del corso

TAF	AMBITO		MIN	SSD		MIN	MAX
A	Formazione matematica di base	45	30	MAT/02		30	48
				MAT/03			
				MAT/05			
				MAT/06			
				MAT/08			
	Formazione fisica		9	FIS/01		9	18
	FIS/02						
	Formazione informatica		6	INF/01		6	18
	ING-INF/05						
						45	84
B	Formazione teorica	30	10	MAT/01		24	36
				MAT/02			
				MAT/03			
				MAT/04			
				MAT/05			
	Formazione modellistico-applicativa		10	MAT/06		18	36
	MAT/07						
	MAT/08						
	MAT/09						
						42	72
				M. C.	Ec. F		
C			18	MAT/05	SECS-P/01	18	36
				MAT/06	SECS-P/02		
				MAT/07	SECS-P/05		
				MAT/09	SECS-S/06		
				FIS/01			
				FIS/02			
				FIS/06			
				CHIM/02			
				BIO/13			
				ING-IND/06			
				INF/01			
				ING-INF/05			
D			12			12	12
E			10	L-LIN/12		6	6
						6	6
F						6	6

Altri allegati contenenti informazioni specifiche sui contenuti degli insegnamenti del nuovo Corso di Laurea

Allegato 2 - Tabella di conformità del curriculum rispetto all'ordinamento didattico

Curriculum Unico

	AMBITO	MIN		SSD	ANN O	# ES.	INSEGN. INTEGRAT I	INSEGNAMENTI	CFU	
A	Formazione matematica di base	45	30	MAT02	1	1	Algebra lin. con elem. di geometria	Algebra lineare	8	30
				MAT03				Elementi di geometria	4	
				MAT02	2	1		Algebra	6	
				MAT05	1	1		Analisi matematica 1	12	
				MAT06						
	Formazione fisica	9	FIS01	1	1		Fisica 1 con laboratorio	12	12	
			FIS02							
			FIS06							
	Formazione informatica	6	INF01	1	1		Programmazione con laboratorio	12	12	
			ING- INFO5							
B	Formazione teorica	30	10	MAT01	1	1		Fondamenti della matematica 1	6	24
				MAT02						
				MAT03	2	1		Geometria	6	
				MAT04						
				MAT05	2	1		Analisi matematica 2	12	
	Formazione modellistico applicativa	10	MAT06	2	1		Probabilità	6	36	
			MAT06	3	1		Sistemi stocastici	6		
			MAT07	2	1		Sistemi dinamici 1	6		
			MAT08	2	1		Calcolo numerico con laboratorio	12		
			MAT08	3	1		Metodi numerici per la soluzione di equazioni differenziali	6		
MAT09										
										60
C		18	18	MAT09	3	1		Ricerca operativa	6	36
					2	1		1 tra i seguenti due insegnamenti	6	
				SECS-P01				Macroeconomia		
				FIS01				Fisica 2 (6 CFU)		
					2	1		1 tra i seguenti due insegnamenti	6	
				MAT07				Modelli matematici per la biologia		
				SECS-P01				Microeconomia		
					3	1/2		1 da 12 CFU o 2 da 6 tra i seguenti 3 insegnamenti	12	
				MAT05				Analisi matematica 3 (6 CFU)		
				MAT06				Statistica matematica (6 CFU)		
				SECS-S06				Matematica finanziaria (12 CFU)		
					3	1		1 tra i seguenti due insegnamenti	6	
				MAT07				Dinamica dei fluidi		
SECS-P05				Econometria						
										36
D		12						A scelta dello studente	12	12
										12
E		10			1			Lingua inglese Competenza linguistica – liv. B1 completo	6	12
					3			Prova finale	6	
										12
F								Ulteriori conoscenze	6	6
										6

Allegato 3 - Obiettivi formativi specifici degli insegnamenti

Algebra (MAT/02) CFU 6

Obiettivi formativi

Il corso è un'introduzione all'algebra moderna. Dopo aver presentato e discusso le principali strutture algebriche (gruppi, anelli e campi) si passa alla trattazione della teoria di Galois. Infine si discutono alcune applicazioni, in particolare alcuni risultati sulla risolubilità di un polinomio.

Programma

Gruppi, sottogruppi. gruppi ciclici. Il gruppo simmetrico. Gruppi risolubili. Anelli. Ideali. Omomorfismi. Domini a ideali principali. Domini a fattorizzazione unica. Anelli Euclidei. L'anello dei polinomi. Campi. Estensioni algebriche. Il campo di riducibilità completa di un polinomio. Estensioni normali. Estensioni separabili. Teoria di Galois. Teorema di Abel-Ruffini. Prerequisiti: Algebra lineare.

Algebra

Aim of the course

The course provides an introduction to modern algebra. After presenting and discussing the main algebraic structures (groups, rings, fields), the focus is on Galois theory. Also some applications are discussed, in particular results on solvability of polynomial equations by radicals.

Program of the course:

Groups, subgroups, cyclic groups. The symmetric group. Solvable groups. Rings. Ideals. Homomorphisms. Principal ideal domains. Unique factorization domains. Euclidean rings. The ring of polynomials. Fields. Algebraic field extensions. The splitting field of a polynomial. Normal extensions. Separable extensions. Galois theory. Theorem of Abel-Ruffini. Prerequisites: Linear Algebra

Algebra lineare con elementi di geometria : Algebra lineare (MAT/02) CFU

Obiettivi formativi

Innanzitutto il corso intende introdurre lo studente al linguaggio e al rigore necessari per lo studio della matematica superiore. Inoltre vengono presentate le nozioni e le tecniche fondamentali dell'algebra lineare e della teoria delle matrici, considerando aspetti sia teorici sia computazionali. Lo scopo finale è rafforzare nello studente la capacità di astrazione e l'abilità di calcolo, in vista degli sviluppi e delle applicazioni future.

Programma

Insiemi. Dimostrazioni dirette e indirette. Il principio di induzione. Numeri complessi Matrici, operazioni con matrici e loro proprietà. Determinante e rango di una matrice. Matrice inversa. Sistemi di equazioni lineari. Metodo di eliminazione di Gauss. Spazi vettoriali, sottospazi, basi, dimensione. Applicazioni lineari. Prodotti interni. Autovalori e autovettori.

Linear Algebra with a first introduction to geometry: Linear Algebra (8/12 credit points)

Aim of the course

First of all, the students are introduced to the language and formal reasoning required for the study of higher mathematics. Furthermore, the course provides the main notions and techniques of linear algebra and matrix theory, focussing both on theoretical and computational aspects. A main goal is to strengthen the student's skills in abstract thinking and calculation, in view of future developments and applications.

Program of the course

Sets. Direct and indirect proofs. The principle of induction. Complex numbers. Matrices, matrix operations and their properties. Determinant and rank of a matrix. Inverse matrix. Systems of linear equations. The method of Gaussian elimination. Vector spaces, subspaces, bases, dimension. Linear maps. Inner products. Eigenvalues and eigenspaces.

Algebra lineare con elementi di geometria : Elementi di geometria (MAT/03) CFU

Obiettivi formativi

Il corso presenta un'introduzione alla geometria analitica del piano e dello spazio, in ambito proiettivo, affine, euclideo. Vengono in particolare discusse le proprietà delle coniche nei tre ambiti. La trattazione si serve sia di strumenti analitici (coordinate, calcolo matriciale) che sintetici. Lo scopo finale è rafforzare nello studente l'intuizione geometrica, l'astrazione e l'abilità di calcolo, in vista degli sviluppi e delle applicazioni future.

Programma

Spazi affini ed euclidei. Affinità e isometrie. Retta, piano, spazio ordinario e loro geometria. Coordinate baricentriche. Teorema di Ceva e applicazioni. Spazi proiettivi. Coordinate omogenee. Elementi impropri. Omografie. Geometria del piano proiettivo. Coniche. Polarità. Teorema di reciprocità. Fasci di coniche. Classificazione proiettiva, affine e metrica delle coniche. Centro, diametri; diametri coniugati, asintoti, assi. Circonferenze, rette isotrope, punti ciclici. Fuochi, direttrici.

Linear Algebra with Elements of Geometry : Elements of Geometry (MAT/03) CFU

Learning objectives

The course provides an introduction to planar and spatial analytic geometry, within the projective, affine, euclidean setting, respectively. In particular, the respective properties of conics therein will be extensively covered. Both analytical (coordinates, matrices) and synthetic tools will be employed. The course aims at strengthening the students' geometric intuition, abstraction and computational skills, in view of future developments and applications.

Programme

Affine and Euclidean spaces. Affine and isometric transformations. Ordinary line, plane, space and their geometry. Barycentric coordinates. Ceva's theorem and applications. Projective spaces. Homogeneous coordinates. Elements at infinity. Homographies. Geometry of projective plane. Conics. Polarity. Reciprocity theorem. Pencils of conics. Projective, affine, metrical classification of conics. Centre, diameters, asymptotes, axes. Circles, isotropic lines, cyclic (or circular) points. Foci. Directrices.

Analisi matematica I (MAT/05) CFU 12

Obiettivi formativi

Nel corso vengono introdotti i concetti e le tecniche del calcolo differenziale ed integrale per funzioni reali di una variabile reale sia dal punto di vista teorico che pratico. Si propone cioè di fornire strumenti di calcolo ma anche una conoscenza di base delle idee e delle metodologie che li hanno generati.

Programma

Relazioni e funzioni. Retta reale, estremo superiore ed inferiore. Funzioni reali di variabile reale e loro limiti. Successioni e limiti. Successioni di Cauchy. Liminf e Limsup. Compattezza. Funzioni continue. Calcolo differenziale per funzioni di una variabile. Polinomi e serie di Taylor. Serie numeriche e di potenze. Integrale di Riemann. Teoremi e tecniche di integrazione. Equazioni differenziali ordinarie lineari del primo e del secondo ordine. Equazioni a variabili separabili. Topologia della retta e della retta estesa.

Mathematical Analysis I

Educational objectives

The course will introduce the concepts and techniques of differential and integral calculus for real functions of one real variable, both from a theoretical and from a practical viewpoint. So, calculus techniques will be presented together with the main ideas, methods and results from the theory.

Syllabus

Relations and functions. The Real field, supremum and infimum. Real functions of one real variable and their limits. Sequences and their limits. Cauchy sequences. Upper and lower limits. Compactness. Continuity. Differential calculus in one variable. Taylor polynomials and series. Series of real numbers and power series. Riemann integration. Theorems and techniques in integral calculus. Linear O.D.E.s of the first and second order. Separation of variables. Topology of the extended real line.

Analisi matematica II (MAT/05) CFU 12

Obiettivi formativi

Nel corso vengono sviluppati i concetti e le tecniche del calcolo differenziale ed integrale per funzioni reali di più variabili reali, gli sviluppi in serie di funzioni e la teoria delle equazioni differenziali ordinarie. Accanto agli aspetti teorici si porrà l'accento sulle applicazioni, approfondendo gli esempi notevoli per ogni capitolo.

Programma

Spazi metrici, completezza, compattezza. Continuità e calcolo differenziale per funzioni di più variabili. Funzioni implicite. Integrazione per funzioni di più variabili. Integrali curvilinei e superficiali. Campi di vettori e forme differenziali. Teoremi della divergenza e di Stokes. Convergenza puntuale e uniforme per serie e successioni di funzioni. Convergenza delle serie di potenze e di Fourier. Problema di Cauchy per (sistemi di) equazioni differenziali ordinarie.

Mathematical Analysis II

Educational objectives

The course introduces the concepts and techniques from differential and integral calculus for real functions of several real variables, the theory of series of functions, and the basic theory of ordinary differential equations. A particular stress will be put on the applications of each theoretical topic.

Syllabus

Metric spaces, completeness, compactness. Continuity and differential calculus for functions of several variables. Implicit functions. Integration in several variables. Integration on curves and surfaces. Vector fields and differential forms. Divergence and Stokes theorems. Pointwise and uniform convergence for sequences and series of functions. Convergence of power series and Fourier series. The Cauchy problem for (systems of) ordinary differential equations.

Analisi matematica III (MAT/05) CFU 6

Obiettivi formativi

Nel corso si affrontano dapprima gli aspetti generali della teoria delle funzioni di una variabile complessa, e le relative applicazioni al calcolo differenziale ed integrale. Quindi si studiano le tecniche degli sviluppi in serie di funzioni e delle trasformate di Fourier e Laplace per la risoluzione delle principali equazioni differenziali lineari alle derivate parziali della fisica matematica.

Programma

Funzioni di una variabile complessa. Funzioni olomorfe. Equazioni di Cauchy-Riemann. Formula integrale di Cauchy. Analicità delle funzioni olomorfe e applicazioni. Serie di Laurent, calcolo dei residui. Trasformata di Laplace e di Fourier e applicazione alle equazioni differenziali. Metodo di separazione delle variabili per la risoluzione di equazioni differenziali lineari alle derivate parziali. Introduzione alle equazioni alle derivate parziali della fisica matematica.

Mathematical Analysis III

Educational objectives

The first part of this course is focused on general aspects of complex analysis, with applications to calculus and differential equations. The second part is devoted to Fourier and Laplace transform, Fourier series and their connection with the classical partial differential equations of mathematical physics.

Syllabus

Functions of one complex variable. Holomorphic functions. Cauchy-Riemann equations. Cauchy's integral formula. Analyticity of holomorphic functions and applications. Laurent series, calculus of residues. Laplace and Fourier transforms and applications to differential equations. Introduction to the partial differential equations of mathematical Physics: the method of separation of variables.

Calcolo numerico con laboratorio (MAT/08) CFU 12

Obiettivi formativi

Il corso si propone di analizzare, da un punto di vista analitico e computazionale, i principali metodi dell'analisi numerica. Il corso è corredato da una importante parte di laboratorio in cui si implementano al calcolatore e si testano i metodi studiati.

Programma

Rappresentazione dei numeri macchina e analisi degli errori. Soluzione di equazioni non lineari. Soluzione di sistemi lineari (metodi diretti, iterativi e semi-iterativi, sistemi rettangolari, SVD). Sistemi non lineari. Calcolo di autovalori e autovettori. Interpolazione polinomiale e polinomiale a tratti unidimensionale. Interpolazione trigonometrica (FFT). Cenni all'interpolazione polinomiale bidimensionale e multidimensionale. Approssimazione ai minimi quadrati. Derivazione numerica. Quadratura unidimensionale. Cenni alla quadratura bidimensionale e multidimensionale. Cenni alla risoluzione di ODEs (theta-metodo).

Dinamica dei fluidi (MAT/07) CFU 6

Obiettivi formativi

Il corso ha come obiettivo la conoscenza dei principi fisici di conservazione che si applicano al moto dei fluidi e la loro rappresentazione in termini di modelli matematici, includendovi la turbolenza. Si presentano applicazioni di rilievo nell'ambito dei moti a potenziale, dei fluidi newtoniani e non-newtoniani nei moti a pressione, dei fluidi comprimibili, dei moti a superficie libera. Il laboratorio consiste nell'implementazione di codici di calcolo per la soluzione numerica di problemi fluidodinamici.

Programma

Concetti introduttivi, principi di conservazione, equazioni di Navier-Stokes e di Eulero, teorema di Bernoulli, moti a potenziale, moti laminari e soluzioni in forma chiusa. Stabilità del moto laminare, turbolenza, moti statisticamente stazionari, equazioni di Reynolds, problema di chiusura.

Fluidi di Bingham, diffusione (molecolare e turbolenta), legge di Fick, equazione di convezione-diffusione.

Problemi iperbolici, equazioni delle onde unidimensionali, dominio di dipendenza e di influenza, problema di Riemann, fronti discontinui, acque basse, modello 1D per la gas-dinamica.

Econometria (SECS-P/05) CFU 6

Obiettivi formativi

Il corso si propone di fondere nozioni economiche e strumenti statistici in uno schema organico in modo che gli studenti acquisiscano competenze relative all'analisi quantitativa ed empirica dei fenomeni economici. Numerose applicazioni di carattere economico saranno presentate durante il corso al fine di fornire agli studenti consapevolezza dell'approccio empirico allo studio dell'economia, dimestichezza nell'analisi dei dati economici e capacità di utilizzare software specifici per analisi quantitative e statistiche.

Programma del corso

Inferenza statistica. Il modello di regressione lineare semplice e multipla. Stima del modello: il metodo dei minimi quadrati ordinari. Inferenza nel modello di regressione. La diagnostica nel modello di regressione lineare. Regressione per serie temporali di tipo economico e finanziario.

Econometrics (SECS-P/05)

Educational objectives

Statistic tools and economic theory will be applied in order to provide students with competences and capabilities to understand and perform empirical analysis of economic phenomena. Empirical problems and applications will be discussed during the course to provide students with the tools and capabilities needed for the analysis of economic data.

Syllabus

Review of statistical inference. The linear regression model. Estimation: ordinary least squares. Inference and testing. Model diagnostics. Time series regression for economic and financial data.

Fisica I con laboratorio (FIS/01) CFU 12

Obiettivi formativi

Scopo del corso è fornire:

- gli elementi essenziali del metodo sperimentale, anche tramite sperimentazioni in laboratorio, mostrando che la fisica è una scienza quantitativa basata sulla misura di grandezze fisiche;

- le conoscenze di base della meccanica classica del punto materiale, dei sistemi di punti materiali e della termodinamica;
- gli elementi utili alla risoluzione di esercizi e problemi di meccanica e termodinamica.

Programma

Meccanica: Grandezze fisiche e loro misura. Analisi dimensionale. Cinematica del punto materiale. Sistemi di riferimento. Spostamento, velocità ed accelerazione. Moti unidimensionali. Moti in due e tre dimensioni. Moti relativi. Principio di relatività classica. Dinamica del punto materiale. Leggi di Newton. Energia e Lavoro. Principi di conservazione. Dinamica dei sistemi di particelle.

Termodinamica: Sistemi e stati termodinamici. Gas ideali e reali. Primo principio. Secondo principio.

Physics I with Laboratory (FIS/01) CFU 12

Aims of the course

The course provides: the basic elements of the scientific method, even with the help of laboratory experiments, in order to show that physics is a quantitative science based on the measurement of physical quantities;- the basic knowledge of classical mechanics (single particle and systems of particles), and of thermodynamics;- the guidelines useful for the resolution of exercises and problems of classical mechanics and of thermodynamics.

Program of the course

Classical Mechanics: Physical quantities and their measurement. Dimensional analysis. Kinematics of single particle. Frame of references. Displacement, velocity and acceleration. One dimensional motion. Motions in two and three dimensions. Relative motions. Principle of classic relativity. Dynamics of particle. Newton's law and its applications. Work and energy. Conservation of mechanical energy. Dynamics of particle systems.

Thermodynamics: Thermodynamics systems and states. Ideal and real gases. First and second principles of thermodynamics and their consequences. Entropy.

Fisica II (FIS/01) CFU 6

Obiettivi formativi

Scopo del corso è portare lo studente alla comprensione dei concetti fisici di base dell'elettromagnetismo, sintetizzati nelle quattro equazioni di Maxwell per i campi elettrici e magnetici, e dei fenomeni ondulatori in generale, con cenni alle onde meccaniche e particolare attenzione per le onde elettromagnetiche, fino allo studio dei fenomeni di riflessione, rifrazione, interferenza e diffrazione, e alla definizione del limite fisico di risoluzione di un'immagine.

Programma

Interazione coulombiana, campo elettrico e potenziale, teorema di Gauss per il campo elettrico, circuiti lineari. Interazione magnetica, campo magnetico, teorema di Ampere, teorema di Gauss per il campo magnetico. Induzione elettromagnetica, equazioni di Maxwell. Generalità sulle onde, onde meccaniche ed elettromagnetiche. Riflessione e rifrazione, proprietà cinematiche e dinamiche. Interferenza, lamine sottili, esperimento di Young, diffrazione da una fenditura, limite di risoluzione

Prerequisiti: I contenuti del corso di Fisica 1 e di Analisi 1.

Fisica II (FIS/01) CFU 6

Educational objectives

Aim of the course is to complete the knowledge of classical physics with the study of the laws of electromagnetism, the four Maxwell equations in both the differential and the integral form, wave phenomena and electromagnetic waves, reflection, refraction, interference, diffraction and diffraction limited spatial resolution.

Programme

Electric field and potential, Coulomb law, Gauss theorem for electric fields, linear circuits.

Magnetic field, Ampere theorem, Gauss theorem for magnetic fields, electromagnetic induction, the four Maxwell equations. Waves and electromagnetic waves, reflection and refraction of waves, interference of waves, thin-film interference, Young experiment, Fraunhofer diffraction, diffraction limited spatial resolution.

Pre-requisiti: Fisica 1 and Analisi 1 contents

Fondamenti della matematica (MAT/01) CFU 6

Obiettivi formativi

Sviluppare un atteggiamento critico e consapevole circa le nozioni matematiche. Dare significato alle nozioni fondamentali della matematica analizzando quali problemi vogliono affrontare.

Programma

Difficoltà nel precisare le nozioni matematiche. Insiemi. Relazioni e funzioni. Numeri naturali e induzione. Numeri interi e razionali. Insiemi infiniti. Numeri reali. Ordinali e cardinali. Strutture e linguaggio. La nozione di sistema di calcolo.

Foundations of mathematics (MAT/01) CFU 6

Educational goals (Aim of the course)

To develop a critical and aware attitude about the mathematical notions. To give meaning to the fundamental mathematical notions through the analysis of the problems they intend to address.

Program of the course

Problems in presenting the mathematical notions. Sets. Relations and functions. Natural numbers and the induction principle. Integers and rational numbers. Infinite sets. Real numbers. Ordinal and cardinal numbers. Structures and languages. The notion of a calculus system.

Geometria (MAT/03) CFU 6

Obiettivi formativi

Il corso si prefigge lo scopo di introdurre ed elaborare i concetti fondamentali della topologia generale e della geometria differenziale delle curve e delle superficie, in modo rigoroso ma nello stesso tempo concreto e basato su esempi, allo scopo di sviluppare ulteriormente negli allievi l'intuizione geometrica, la capacità di astrazione e l'abilità di calcolo analitico, anche in vista delle applicazioni nei corsi paralleli e successivi.

Programma

Spazi topologici, funzioni continue, omeomorfismi. Compattezza. Connessione. Curve piane e spaziali: curvatura, torsione, formule di Fre'net. Teorema fondamentale. Superficie parametriche regolari. Prima e seconda forma fondamentale. Curvatura gaussiana e media. Il Theorema Egregium di Gauss. Derivata covariante, trasporto parallelo. Geodetiche. Teorema di Gauss-Bonnet. Esempi: quadriche, superficie di rotazione, rigate, minime. Classificazione proiettiva, affine e metrica delle quadriche.

Geometry (MAT/03) CFU 6

Learning objectives

The course introduces and elaborates the fundamental ideas of general topology and of the differential geometry of curve and surfaces, in a rigorous yet concrete and example-based manner, so as to further develop the students' geometric intuition, abstraction and analytical computing ability, also in view of applications to parallel and successive courses.

Programme

Topological spaces, continuous functions, omeomorphisms. Compactness. Connectedness. Plane and spatial curves: curvature, torsion, Fre'net's formulae. Fundamental theorem. Regular parametric surfaces. First and second fundamental form. Gaussian and mean curvature. Gauss' Theorema Egregium. Covariant derivative, parallel transport. Geodesics. The Gauss-Bonnet theorem. Examples: quadrics, surfaces of revolution, ruled and minimal surfaces. Projective, affine and metric classification of quadrics.

Matematica finanziaria (SECS-P/06) CFU 12

Obiettivi formativi

L'insegnamento intende introdurre, sviluppare e approfondire, con enfasi applicativa, gli strumenti quantitativi classici e moderni per l'analisi delle principali operazioni finanziarie e per la valutazione di progetti economico-finanziari, sia in un contesto di certezza che di rischio anche di titoli derivati.

Programma

Operazioni finanziarie. Leggi e regimi finanziari. Tassi di interesse equivalenti. Forza d'interesse. Tassi nominali, inflazione e tassi reali. Operazioni finanziarie in valuta e tassi di interesse. Valore attuale e montante di una rendita. Classificazione delle rendite. Duration. Investimenti in titoli obbligazionari. Piani di ammortamento. Leasing finanziario. Teoria della selezione del portafoglio: rischio-rendimento, diversificazione e premio per il rischio. Modello di Sharpe. CAPM. Valutazione e scelta di progetti economico-finanziari. Valutazione di titoli obbligazionari e struttura per scadenza dei tassi di interesse. Curva dei rendimenti. Misure di sensitività dei prezzi obbligazionari. Valutazione di titoli derivati. Determinazione dei prezzi forward e dei prezzi futures. Proprietà fondamentali delle opzioni. Valutazione di opzioni mediante alberi binomiali.

FINANCIAL MATHEMATICS (12 credits)

Educational objectives

This course is in two parts. The first part provides the classic quantitative tools to analyze and appraise financial projects, like financing contracts and investment projects. The second part analyze some derivative contracts, describing their markets and some simple valuation approaches. Students are encouraged to attend this course after having obtained a positive grade in Mathematics and Statistics.

Syllabus

Financial operations; depreciation schedules; economic and financial evaluation of projects; portfolio theory. Forward, futures and options; options markets; investment strategies based on options; evaluation of options with binomial trees.

Macroeconomia (SECS-P/01) CFU 6

Obiettivi formativi

L'insegnamento intende introdurre, sviluppare e approfondire i seguenti argomenti: il PIL, l'investimento, la spesa pubblica, il livello generale dei prezzi, e il relativo tasso di variazione (inflazione), il livello di occupazione e il tasso di disoccupazione. Esse sono tutte variabili macroeconomiche. Il corso si propone di indagare le forze che le determinano e il ruolo nel funzionamento di un'economia.

Queste variabili fanno riferimento a tre mercati.

Primo, il mercato dei beni, tanto sul lato della domanda quanto su quello dell'offerta.

Secondo, il mercato della moneta e delle attività finanziarie, con particolare attenzione alle variabili che determinano il tasso d'interesse.

Terzo, il mercato del lavoro, e il ruolo giocato dal salario nel fissare il livello generale dei prezzi.

L'analisi sarà condotta nel breve, medio e lungo periodo. Oltre allo studio di ciascun dei tre mercati, si studieranno anche i rispettivi legami e interdipendenze.

Oltre alle principali teorie, durante il corso si farà cenno anche alla metodologia. Si affronterà a) la storia del pensiero economico, per meglio comprendere il ruolo (e i limiti) delle attuali teorie e b) la differenza e similitudine tra scienze naturali (come la fisica) e scienze sociali (come appunto la macroeconomia).

Programma

La Macroeconomia nella Storia del pensiero Economico. I Conti Nazionali. Altra Evidenza empirica. Il Mercato dei Beni. Il Mercato Monetario-finanziario. Il Modello IS-LM. La crescita economica. L'accumulazione del capitale e il progresso tecnologico. Il Mercato del Lavoro. Disoccupazione e inflazione: la curva di Phillips. Il Modello d'equilibrio AD-AS. Macroeconomia e Politica Economica. L'Economia aperta. Il ruolo delle aspettative.

Macroeconomics

Educational objectives

It aims to introduce, and analyse, the following macroeconomic variables: GDP, investment, public spending, general level of prices, and its rate of change (inflation), the level of employment and the rate of unemployment. The course will investigate the forces that affect them, and the role they are playing in the economic system.

These variables will be studied with reference to three types of market.

First, the market of goods, both from the demand and the supply side.

Second, the market of money and financial activities, with particular interest to the determinants of the rate of interest.

Third, the market of labour, and the role played by wages in fixing the general level of prices.

The analysis will be carried out in the short, in the medium and in the long run. In addition to the investigation of each single market, the course will pay attention to the links and the interdependences between them.

Before tackling the main macroeconomic theories, the course will discuss briefly some methodological issues.

An effort is paid to both a) the history of economic thought, which will help to assess critically the current theories, and b) the difference in the scientific method that may exist between natural (like physics) and social (like macroeconomics itself) sciences.

Syllabus

Macroeconomics in the history of economic thought – National accounts – Further macroeconomic evidence – The market of goods – The market of money and financial activities – IS-LM model – Economic growth – Accumulation of capital and technical Progress – The market of labour – Unemployment and inflations: the Phillips curve – AD-AS equilibrium model – Macroeconomics and economic policy – The open economy – The role of expectations.

Metodi numerici per la soluzione di equazioni differenziali (MAT/08) CFU 6

Obiettivi formativi

Il corso si propone di analizzare, da un punto di vista analitico e computazionale, i principali metodi numerici per la soluzione di equazioni differenziali ordinarie e di equazioni differenziali alle derivate parziali classiche. Il corso sarà corredato da una importante parte di laboratorio in cui si implementano al calcolatore e si testano i metodi studiati.

Programma

Complementi di algebra lineare numerica (metodi semiiterativi per la soluzione di sistemi lineari sparsi di grande dimensione). Equazioni differenziali ordinarie: metodi numerici per problemi a valori iniziali, metodi ad un passo (theta-metodo, Runge-Kutta a passo variabile, cenni a integratori esponenziali) e multistep, problemi stiff, stabilità; problemi con valori ai limiti, metodi alle differenze finite e agli elementi finiti, cenni ai metodi spettrali (collocazione e Galerkin). Equazioni differenziali alle derivate parziali: generalità e studio delle equazioni alle derivate parziali classiche (Laplace, calore, trasporto e onde), metodi alle differenze finite in più dimensioni, metodo delle linee.

Numerical methods for differential equation

Educational objectives

The course has the purpose to analyse the main numerical methods for the solution of ordinary and classical partial differential equations, from both the analytic and the computational point of view. There is an important part in the laboratory, where the studied methods are implemented and tested.

Syllabus

Numerical linear algebra (semiiterative methods for the solution of large and sparse linear systems). Ordinary differential equations: numerical methods for initial value problems, one step methods (theta-method, variable step-size Runge-Kutta, exponential integrators) and multistep, stiff problems, stability; boundary value problems, finite differences and finite elements methods, spectral methods (collocation and Galerkin).

Partial differential equations: classical equations (Laplace, heat, transport and waves), multidimensional finite differences methods, the method on lines.

Microeconomia (SECS-P/01) CFU 6

Obiettivi formativi

Il corso studia il comportamento del consumatore e delle imprese, approfondendo argomenti quali l'ottimizzazione del consumatore e delle imprese in diverse strutture di mercato.

Programma

Teoria del consumo: preferenze, vincolo di bilancio, scelte di consumo, funzione di utilità, preferenze rivelate, funzione di domanda, effetti di reddito e di sostituzione, scelte intertemporali. Scelte in situazioni di incertezza: rischio, preferenze verso il rischio. Teoria della produzione: tecnologia di produzione, isoquanti, rendimenti di scala, massimizzazione del profitto, minimizzazione dei costi, curve di costi. Struttura dei mercati: concorrenze perfetta, monopolio, oligopolio. Teoria dei giochi. Equilibrio generale. Asimmetrie informative. Esternalità e beni pubblici.

Microeconomics (SECS-P/01) CFU 6

Aim of the course

In this course we will study basic microeconomic theory and its application to some selected problems. Aim of the course is to provide students with the basis of economic theory and ensuring that all students can take standard microeconomic problems and correctly analyze them. To achieve this goal, all students will have to complete a substantial number of problem-solving homework assignments over the course of the semester.

Programme

Lectures will cover the following topics: 1) consumer theory, 2) firm theory, 3) market structures (perfect competition, monopoly and oligopoly) and 4) game theory.

Modelli matematici per la biologia (MAT/07) CFU 6

Obiettivi formativi

Comprensione dei principali strumenti matematici, locali e globali, analitici e geometrici, necessari allo studio dei modelli meccanici e biologici descritti da equazioni e sistemi differenziali ordinari.

Programma

Sistemi dinamici discreti e continui. Sistemi planari lineari e non lineari. Equilibri e stabilità, metodo di Lyapunov. Analisi geometrica planare locale e globale. Applicazione a modelli biologici di crescita delle popolazioni di tipo malthusiano o logistico, il sistema predatore-preda di Lotka-Volterra. Modellizzazione e analisi di vari fenomeni fisici. Cenni ai sistemi caotici (attrattore di Lorenz).

Mathematical Models in Biology

Educational objectives

Understanding of the main mathematical tools, local and global, analytical and geometrical, necessary for the study of mechanical and biological models based upon equations and systems of ordinary differential equations.

Programme

General features of discrete and continuous dynamical systems. Linear and nonlinear systems, integrability, low, first integrals. Equilibria and stability, eigenvalue analysis, Lyapunov function. Euler-Lagrange equations, Legendre transforms, Hamilton equations and Hamiltonian systems. Application to biological model of opulations growth of logistic or Malthusian type, the Lotka-Volterra predator-prey system. Modelization and analysis of some physical phenomena .

Probabilità (MAT/06) CFU 6

Obiettivi formativi

Acquisizione dei concetti di base del calcolo delle probabilità in forma elementare.

Programma

Probabilità classica con elementi di calcolo combinatorio. Spazi di probabilità. Variabili aleatorie discrete e assolutamente continue. Elementi sulla convergenza di successioni di variabili aleatorie . Funzioni caratteristiche. Legge dei grandi numeri. Teorema Limite Centrale.

Probability MAT06 CFU 6

Learning objectives

The course introduces the fundamental concepts of probability theory at an undergraduate level.

Programme

Classical probability with elements of combinatorial calculus. Probability space. Discrete and absolutely continuous random variables. Convergence of sequences of random variables. Characteristic functions. Law of large numbers. Central Limit Theorem.

Programmazione con laboratorio (INF/01) CFU 12

Obiettivi formativi

Introduzione all'informatica. Principi della programmazione. Analisi e soluzione dei problemi. Valutazione degli algoritmi.

Programma

- Introduzione all'informatica. Struttura del calcolatore. Codifica dell'informazione. Sistema operativo. Applicazioni software.
- Programmazione. Nozioni di base: problema, specifiche, algoritmo; macchina astratta, compilatore e interprete; linguaggi. Un linguaggio di programmazione. Istruzioni fondamentali; variabili, espressioni e assegnamento. Tipi di dati primitivi e strutturati. Tipi di dati astratti. Strutture dati dinamiche.
- Analisi degli algoritmi: un'introduzione. Correttezza. Efficienza. Complessità in tempo e in spazio. Algoritmi e strutture dati notevoli.
- Attività di Laboratorio Sviluppo progetti in uno specifico linguaggio di programmazione.
- Complementi Altri paradigmi di programmazione (ad oggetti, funzionale, ...). Ambienti di sviluppo e di calcolo.

Ricerca operativa (MAT/09) CFU 6

Obiettivi formativi

Il corso si propone di introdurre lo studente ad alcune problematiche di base nel campo dell'Ottimizzazione, con particolare riferimento alla programmazione lineare ed alcuni problemi di ottimizzazione su reti. Vengono anche forniti cenni sulla programmazione intera e combinatoria. La trattazione si avvale anche di alcune ore di esercitazione, con l'obiettivo di guidare lo studente ad affrontare la formulazione matematica di un problema e la sua successiva risoluzione.

Programma

Nozioni di base: insiemi convessi, poliedri e coni; funzioni convesse e programmazione convessa.
Programmazione lineare: formulazione di problemi di programmazione lineare; forme equivalenti, forma standard; struttura matematica, approccio grafico, proprietà.
L'algoritmo del simplesso: vertici e soluzioni di base; condizioni di ottimalità; forma tableau del simplesso, il problema ausiliario; metodo delle due fasi.
Teoria della dualità: il teorema fondamentale di dualità; algoritmo del simplesso duale; interpretazione economica; analisi di sensitività.
Ottimizzazione su reti: flusso di costo minimo; flusso massimo; cammini minimi.
Cenni di programmazione lineare intera: il metodo dei tagli, il branch and bound.

Operational research

Aim of the course

This course aims to introduce the student to some basic problems in the optimization field, with a particular attention towards the linear programming and some network optimization problems. Besides, basic notions of integer and combinatorial programming will be outlined. The course also includes some hours dedicated to practical exercises, with the aim of addressing the student to the mathematical formulation of a problem and its subsequent solution.

Syllabus

Basic notions: convex sets, polyhedra and cones; convex functions and convex programming.
Linear programming: mathematical formulation of linear programming problems; equivalent forms, standard form; mathematical structure, geometry of linear programming, properties.

The simplex algorithm: vertices and basic solutions; optimality conditions; tableau method, auxiliary problem, two-phases method.

Duality theory: the fundamental duality theorem of linear programming, the dual simplex algorithm; economic interpretation; sensitivity analysis.

Network optimization: minimum cost flow; maximum flow; the shortest path problem.

Outline of integer linear programming: the cutting plane method; the branch and bound.

Sistemi dinamici I (L35)

Obiettivi formativi

Il corso tratta vari aspetti dell'analisi qualitativa delle equazioni differenziali ordinarie e introduce alla teoria dei sistemi dinamici continui e discreti. Vengono studiati vari esempi notevoli. Ci si propone di studiare con una certa profondità gli argomenti in programma sia dal punto di vista teorico che sapendo trattare esempi.

Programma

Dinamica lineare. Campi vettoriali limitati, soluzioni e compatti, campi vettoriali completi. Flussi e sistemi dinamici. Orbite periodiche e omocliniche. Invarianza, omega-limiti, cicli limite. Cambi di variabili. Teorema di rettificazione locale. Coniugazioni, equivalenza topologica. Attrattivita' e stabilita' dell'equilibrio. Principio di invarianza. Teorema di Liapunov. Stabilita' asintotica e instabilita' dalla linearizzazione. Sottogruppi di $(\mathbb{R}, +)$ e periodi. Rotazioni sul circolo, orbite periodiche e dense, un'applicazione alla teoria dei numeri. Moto quasi-periodico sul toro bidimensionale.

Dynamical system I (L35)

Educational objectives

The aim of the course is to deal with the qualitative analysis of autonomous ordinary differential equations and to introduce to the theory of continuous and discrete dynamical systems. Several well known examples of the literature are discussed. The student should reach the knowledge of the theory with reasonable depth, and also some working ability of the examples.

Syllabus

Linear dynamics. Bounded vector fields, solutions and compact sets, complete vector fields. Flows and dynamical systems. Periodic and homoclinic orbits. Invariance, omega-limit sets, limit-cycles. Changes of variables. Rectification theorem. Conjugations, topological equivalence. Attractivity and Lyapunov stability. Invariance principle. Lyapunov theorem. Asymptotic stability and instability from the linearization. Subgroups of $(\mathbb{R}, +)$ and periods. Rotations on the circle, periodic and dense orbits, an application to number theory. Quasi-periodic motion on the 2-torus.

Sistemi stocastici (MAT/06) CFU 6

Obiettivi formativi

Studio dei principali modelli di sistemi stocastici con spazio degli stati discreto e delle loro simulazioni al computer.

Programma

Catene di Markov in tempo discreto e continuo. Martingale associate a catene di Markov. Elementi della teoria dei rinnovi e dei processi di punto. Simulazioni, in particolare Monte-Carlo Markov Chains, ed applicazioni.

Prerequisito è il Calcolo delle Probabilità a livello di base.

Stochastic Systems MAT/06 CFU 6

Learning objectives

The course introduces the main examples in modeling stochastic systems with discrete state-space and their computer simulation.

Programme

Discrete and continuous time Markov Chains, Martingales associates to Markov Chains, elements of renewal processes and point processes.

Computer simulations : in particular Monte Carlo Markov Chains and applications.

Statistica matematica (MAT/06) CFU 6

Obiettivi formativi

Acquisizione dei metodi di base della statistica e dell'inferenza statistica e dell'uso di software statistico per l'elaborazione dei dati.

Programma

Elementi di statistica descrittiva. Modelli statistici e statistica inferenziale. Statistiche. Stimatori puntuali e per intervalli. Stimatori di massima verosomiglianza. Stimatori bayesiani. Test e confronti. Modelli lineari e regressioni. Elementi di analisi di serie temporali.

Prerequisiti: Calcolo delle Probabilità a livello base.

Mathematical Statistics (MAT/06)

Educational objectives

The course aims at providing the students with basic statistical methodologies and tools for data analysis. Theoretical notions will be complemented by the use of statistical software for studying real world phenomena.

Syllabus

Descriptive statistics. Statistical models and inference. Statistics. Point estimation and confidence intervals. Maximum likelihood estimator. Bayesian estimators. Tests and comparisons. Linear models and regression. Time series analysis.

Basic knowledge of probability theory is required.