

Allegato n.3

**DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE,
INFORMATICA E DELLE TECNOLOGIE
AERONAUTICHE DELL'UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
ROMA TRE COLLEGIO DIDATTICO DI INGEGNERIA
INFORMATICA**

**PERCORSO FORMATIVO DEL CORSO DI LAUREA
MAGISTRALE IN INGEGNERIA INFORMATICA PER
L'A.A. 2024/2025**

D.M. n. 270/2004

Elenco delle attività formative

Curriculum Sistemi Informatici Complessi

ATTIVITÀ FORMATIVA	TIPOLOGIA	SSD	CFU	ORE	SEMESTRE
Primo anno					
Automata, Languages and Computing	Caratterizzante	ING-INF/05	9	81	I
Due insegnamenti a scelta tra:					
Algoritmi e Modelli di Ottimizzazione	Affine	MAT/09	6	54	I
Decision Support Systems and Analytics	Affine	MAT/09	6	54	I
Diritto dei Dati	Affine	IUS/02	6	54	II
Wireline and wireless networks	Affine	ING-INF/03	6	54	I
Probabilità e Statistica	Affine	MAT/06	6	54	II
Quattro insegnamenti a scelta tra:					
Architettura dei Sistemi Software	Caratterizzante	ING-INF/05	9	81	I
Internet and Data Centers	Caratterizzante	ING-INF/05	9	81	I
Intelligenza Artificiale	Caratterizzante	ING-INF/05	9	81	I
Machine Learning	Caratterizzante	ING-INF/05	9	81	II
Tecnologie e Architetture per la Gestione dei Dati	Caratterizzante	ING-INF/05	9	81	II
Totale primo anno			57		
Secondo anno					
Conoscenze Utili per l'Inserimento nel Mondo del Lavoro (seminari a frequenza obbligatoria) <small>(vedi nota 1)</small>	Altro		1	24	I+II
Quattro insegnamenti a scelta tra:					
Advanced Topics in Computer Science	Caratterizzante	ING-INF/05	6	54	II
Algoritmi per Big Data	Caratterizzante	ING-INF/05	6	54	I
Big Data	Caratterizzante	ING-INF/05	6	54	II
Computer Graphics	Caratterizzante	ING-INF/05	6	54	I
Cyber Physical Systems	Caratterizzante	ING-INF/04	6	54	I
Cybersecurity	Caratterizzante	ING-INF/05	6	54	I
Deep Learning	Caratterizzante	ING-INF/05	6	54	I
Imprenditorialità Digitale	Caratterizzante	ING-INF/05	6	54	II
Ingegneria dei Dati	Caratterizzante	ING-INF/05	6	54	I
Logica	Caratterizzante	ING-INF/05	6	54	I
Pianificazione Automatica	Caratterizzante	ING-INF/05	6	54	II
Sistemi Intelligenti per Internet	Caratterizzante	ING-INF/05	6	54	II
Visualizzazione delle Informazioni	Caratterizzante	ING-INF/05	6	54	II
A scelta <small>(vedi note 2-3)</small>			12		
Prova finale			26		
Totale secondo anno			63		
Totale			120		

Curriculum Ingegneria dei Dati

ATTIVITÀ FORMATIVA	TIPOLOGIA	SSD	CFU	ORE	SEMESTRE
Primo anno					
Automata, Languages and Computing	Caratterizzante	ING-INF/05	9	81	I
Tecnologie e Architetture per la Gestione dei Dati	Caratterizzante	ING-INF/05	9	81	II
Due insegnamenti a scelta tra:					
Algoritmi e Modelli di Ottimizzazione	Affine	MAT/09	6	54	I
Decision Support Systems and Analytics	Affine	MAT/09	6	54	I
Diritto dei Dati	Affine	IUS/02	6	54	II
Probabilità e Statistica	Affine	MAT/06	6	54	II
Wireline and wireless networks	Affine	ING-INF/03	6	54	I
Tre insegnamenti a scelta tra (di cui almeno due con *):					
Architettura dei sistemi software*	Caratterizzante	ING-INF/05	9	81	I
Intelligenza Artificiale	Caratterizzante	ING-INF/05	9	81	I
Internet and Data Centers*	Caratterizzante	ING-INF/05	9	81	I
Machine Learning*	Caratterizzante	ING-INF/05	9	81	II
Totale primo anno			57		
Secondo anno					
Big Data	Caratterizzante	ING-INF/05	6	54	II
Conoscenze Utili per l'Inserimento nel Mondo del Lavoro (seminari a frequenza obbligatoria) ^(vedi nota 1)	Altro		1	24	I+II
Ingegneria dei Dati	Caratterizzante	ING-INF/05	6	54	I
Due insegnamenti a scelta tra (di cui almeno uno con *):					
Advanced Topics in Computer Science	Caratterizzante	ING-INF/05	6	54	II
Algoritmi per Big Data*	Caratterizzante	ING-INF/05	6	54	I
Cybersecurity	Caratterizzante	ING-INF/05	6	54	I
Imprenditorialità Digitale	Caratterizzante	ING-INF/05	6	54	II
Logica	Caratterizzante	ING-INF/05	6	54	I
Visualizzazione delle Informazioni*	Caratterizzante	ING-INF/05	6	54	II
A scelta ^(vedi note 2-3)			12		
Prova finale			26		
Totale secondo anno			63		
Totale			120		

Curriculum Intelligenza Artificiale e Machine Learning

ATTIVITÀ FORMATIVA	TIPOLOGIA	SSD	CFU	ORE	SEMESTRE
Primo anno					
Automata, Languages and Computing	Caratterizzante	ING-INF/05	9	81	I
Intelligenza Artificiale	Caratterizzante	ING-INF/05	9	81	I
Machine Learning	Caratterizzante	ING-INF/05	9	81	II
Due insegnamenti a scelta tra:					
Architettura dei sistemi software	Caratterizzante	ING-INF/05	9	81	I
Internet and Data Centers	Caratterizzante	ING-INF/05	9	81	I
Tecnologie e architetture per la gestione dei dati	Caratterizzante	ING-INF/05	9	81	II
Due insegnamenti a scelta tra:					
Algoritmi e Modelli di Ottimizzazione	Affine	MAT/09	6	54	I
Artificial Intelligence from Engineering to Arts	Affine	ING-IND/31	6	54	II
Decision Support Systems and Analytics	Affine	MAT/09	6	54	I
Laboratorio di Multimedialità	Affine	ING-INF/03	6	42	II
Probabilità e Statistica	Affine	MAT/06	6	54	II
Wireline and wireless networks	Affine	ING-INF/03	6	54	I
Totale primo anno			57		
Secondo anno					
Conoscenze Utili per l'Inserimento nel Mondo del Lavoro (seminari a frequenza obbligatoria) ^(vedi nota 1)	Altro		1	24	I+II
Deep Learning	Caratterizzante	ING-INF/05	6	54	I
Sistemi Intelligenti per Internet	Caratterizzante	ING-INF/05	6	54	II
Due insegnamenti a scelta tra:					
Advanced Topics in Computer Science	Caratterizzante	ING-INF/05	6	54	II
Big Data	Caratterizzante	ING-INF/05	6	54	II
Cyber Physical Systems	Caratterizzante	ING-INF/04	6	54	I
Cybersecurity	Caratterizzante	ING-INF/05	6	54	I
Imprenditorialità Digitale	Caratterizzante	ING-INF/05	6	54	II
Ingegneria dei Dati	Caratterizzante	ING-INF/05	6	54	I
Logica	Caratterizzante	ING-INF/05	6	54	I
Pianificazione Automatica	Caratterizzante	ING-INF/05	6	54	II
A scelta ^(vedi note 2-3)			12		
Prova finale			26		
Totale secondo anno			63		
Totale			120		

Curriculum Algoritmi, Big Data e Machine Learning

ATTIVITÀ FORMATIVA	TIPOLOGIA	SSD	CFU	ORE	SEMESTRE
Primo anno					
Automata, Languages and Computing	Caratterizzante	ING-INF/05	9	81	I
Internet and Data Centers	Caratterizzante	ING-INF/05	9	81	I
Machine Learning	Caratterizzante	ING-INF/05	9	81	II
Tecnologie e Architetture per la Gestione dei Dati	Caratterizzante	ING-INF/05	9	81	II
Due insegnamenti tra:					
Algoritmi e Modelli di Ottimizzazione	Affine	MAT/09	6	54	I
Decision Support Systems and Analytics	Affine	MAT/09	6	54	I
Diritto dei Dati	Affine	IUS/02	6	54	II
Probabilità e Statistica	Affine	MAT/06	6	54	II
Wireline and wireless networks	Affine	ING-INF/03	6	54	I
Un insegnamento tra:					
Architettura dei sistemi software	Caratterizzante	ING-INF/05	9	81	I
Intelligenza Artificiale	Caratterizzante	ING-INF/05	9	81	I
Totale primo anno			57		
Secondo anno					
Algoritmi per Big Data	Caratterizzante	ING-INF/05	6	54	I
Big Data	Caratterizzante	ING-INF/05	6	54	II
Conoscenze Utili per l'Inserimento nel Mondo del Lavoro (seminari a frequenza obbligatoria) <small>(vedi nota 1)</small>	Altro		1	24	I+II
Due insegnamenti tra (di cui almeno uno con *):					
Advanced Topics in Computer Science	Caratterizzante	ING-INF/05	6	54	II
Computer Graphics	Caratterizzante	ING-INF/05	6	54	I
Cybersecurity*	Caratterizzante	ING-INF/05	6	54	I
Deep Learning	Caratterizzante	ING-INF/05	6	54	I
Imprenditorialità Digitale	Caratterizzante	ING-INF/05	6	54	II
Ingegneria dei Dati	Caratterizzante	ING-INF/05	6	54	I
Sistemi Intelligenti per Internet	Caratterizzante	ING-INF/05	6	54	II
Visualizzazione delle Informazioni*	Caratterizzante	ING-INF/05	6	54	II
A scelta <small>(vedi note 2-3)</small>			12		
Prova finale			26		
Totale secondo anno			63		
Totale			120		

Altre attività offerte (per tutti i curricula)

ATTIVITÀ FORMATIVA	AMBITO	SSD	CFU	ORE	SEMESTRE
Primo anno					
Quantum Computing	A scelta	ING-INF/05	3	27	I

Note

1. L'attività formativa "Conoscenze Utili per l'Inserimento nel Mondo del Lavoro" si conclude con una idoneità ed è a frequenza obbligatoria.
2. Le attività formative a scelta dello studente possono essere scelte fra quelle del corso di Laurea non già selezionate dallo studente e fra quelle offerte da altri Corsi di Studio dell'Ateneo, ma in quest'ultimo caso non debbono presentare sovrapposizioni significative di contenuti con attività formative offerte da questo Collegio Didattico.
3. Lo studente deve inserire nel piano di studi attività formative a scelta per almeno 12 CFU e al massimo 15 CFU.

Corrispondenza con le attività formative del regolamento 2020/21

Attività formativa 2020/21		Attività formativa 2023/24
Analisi e Gestione dell'Informazione su Web	sostituito da	Ingegneria dei Dati
Basi di Dati II	sostituito da	Tecnologie e Architetture per la Gestione dei Dati
Infrastrutture delle Reti di Calcolatori	sostituito da	Internet and Data Centers
Ricerca Operativa II	sostituito da	Algoritmi e Modelli di Ottimizzazione
Telecomunicazioni Wireless	sostituito da	Wireline And Wireless Networks

Corrispondenza con le attività formative del regolamento 2021/22

Attività formativa 2021/22		Attività formativa 2023/24
Next Generation Computing Models	sostituito da	Quantum Computing
New Generation Mobile Networks	sostituito da	Wireline And Wireless Networks

Gli studenti immatricolati in anni accademici fino al 2021/22 che hanno nel proprio piano di studio una delle attività formative della colonna di sinistra, senza aver seguito le lezioni relative, possono seguire le lezioni delle attività formative della colonna di destra, prenotandosi all'esame corrispondente alla denominazione riportata nel proprio piano di studio. Per l'attività formativa "Informatica Teorica" da 12 cfu sarà possibile seguire, per una parte dei contenuti di interesse, le lezioni relative all'attività formativa "Automata, Languages and Computing". Per l'attività "Logica per l'informatica" da 9 CFU, gli studenti potranno seguire, per una parte dei contenuti di interesse, le lezioni dell'attività "Logica" da 6 CFU.

Per gli studenti che hanno già seguito le lezioni resta ferma la possibilità per un biennio di sostenere l'esame sul programma delle attività formative svolto nell'A.A. 2020/21 o 2021/22.

Obiettivi formativi

Denominazione dell'attività formativa	Obiettivi formativi	Obiettivi formativi (inglese)	Moduli (1, 2)	CFU	Propedeuticità*	Modalità di svolgimento degli esami (scritto, orale, progetto, prova di laboratorio, ecc.)	Modalità di verifica (voto, idoneità)	Modalità di somministrazione della didattica (convenzionale, a distanza, mista, sperimentazione e di laboratorio, escursione, ecc.).
ADVANCED TOPICS IN COMPUTER SCIENCE	Presentare modelli, metodi e sistemi relativi ai più recenti avanzamenti nel settore dell'ingegneria informatica in grado di soddisfare i requisiti delle nuove applicazioni moderne. Il corso viene tenuto in inglese da docenti stranieri di alta qualificazione.	The goal of the course is to present models, methods and systems related to the latest advances in the field of information technology able to meet the requirements of modern applications. The course is taught in English by foreign professors of high qualification	1	6	nessuna	scritto e orale	voto	Convenzionale in Lingua Inglese
ALGORITMI E MODELLI DI OTTIMIZZAZIONE	Fornire conoscenze di base, sia metodologiche che quantitative, per la rappresentazione e la soluzione di problemi di ottimizzazione. Preparare gli studenti all'uso dei modelli di programmazione matematica con particolare attenzione rivolta ai modelli di ottimizzazione a variabili intere e ad alcune loro applicazioni.	The course aims at providing basic methodological and operative knowledge to represent and cope with decision processes and quantitative models.	1	6	nessuna	scritto, orale	voto	convenzionale
ALGORITMI PER BIG DATA	In molti contesti applicativi sono in gioco enormi volumi di dati che vengono utilizzati in ambito economico-finanziario, politico, sociale ed anche istituzionale. Spesso i dati sono memorizzati in enormi cloud distribuite e talvolta sono generati secondo un flusso continuo, così consistente da renderne impossibile una memorizzazione completa. In moltissimi casi i dati sono inerenti ad entità in fitta relazione tra loro e danno luogo a immense reti di collegamenti. Esempi comuni	In many application contexts huge volumes of data are produced which are used in the economic-financial, political, social and even institutional fields. Often the data is stored in huge distributed clouds and is sometimes generated according to a continuous flow, so large as to make complete storage unfeasible. In many cases the data pertains to entities in close relationship with each other and gives rise to massive networks of connections.	1	6	nessuna	progetto + orale	voto	Convenzionale

	<p>di tali reti sono le reti sociali e biologiche, le reti di distribuzione e il grafo del Web. Inoltre il fatto che i dati siano memorizzati in sistemi gestiti da terze parti pone problemi di integrità che non trovano riscontro nella letteratura informatica classica sia per la tipologia sia per la scala.</p> <p>Questo scenario pone sfide algoritmiche inedite sulle quali è al lavoro una vasta platea di ricercatori. Tale sforzo ha prodotto, nell'ultimo decennio, molte novità sia sul piano metodologico sia sul piano tecnologico. L'insegnamento ha lo scopo di trasferire agli studenti alcuni tra i più importanti strumenti metodologici nati nell'ambito della ricerca sugli algoritmi per Big Data. Tali strumenti metodologici sono proposti assieme a contesti applicativi sfidanti.</p>	<p>Familiar examples for such networks are biological and social networks, distribution networks, and the Web graph. Furthermore, the fact that the data is stored in systems managed by third parties poses integrity problems, which have not been considered in the classical IT literature in terms of both their type and scale.</p> <p>This scenario poses unprecedented algorithmic challenges, which are being considered by a vast audience of researchers. In the last decade, this effort has produced many innovations on both the methodological and technological level. This course aims at transferring to the students some of the most important methodological tools originated from the research on Big Data algorithms. These methodological tools are presented within challenging application contexts.</p>						
ARCHITETTURA DEI SISTEMI SOFTWARE	<p>Presentare la disciplina dell'architettura del software, che studia le relazioni tra le strutture dei sistemi software e le loro proprietà di qualità (requisiti non funzionali); questa conoscenza è fondamentale ai fini dell'analisi, della progettazione, della valutazione e l'evoluzione dei sistemi software complessi. Presentare anche l'architettura dei sistemi software distribuiti, l'architettura a servizi e l'architettura del software per il cloud, nonché alcune tecnologie di middleware. Alla fine del corso, lo studente dovrebbe sapere impostare il progetto di un'architettura software, analizzandone dettagli e problematiche tecnologiche e metodologiche, e valutare l'architettura in termini di raggiungimento di obiettivi di qualità.</p>	<p>The goal of the course is to present the discipline of software architecture, which is interested in studying the relationships between the structure of software systems and their quality attributes; this knowledge is fundamental for the analysis, design, evaluation and evolution of complex software systems. The course also presents the architecture of distributed software systems, the service-based architecture, and the software architecture for the Cloud, as well as some middleware services.</p>	1	9	nessuna	progetto + orale	voto	convenzionale

<p align="center">ARTIFICIAL INTELLIGENCE FROM ENGINEERING TO ARTS</p>	<p>L'obiettivo formativo del corso è avvicinare lo studente ad alcune applicazioni dell'Intelligenza Artificiale (IA) e Machine Learning (ML) in campo ingegneristico e in campo artistico. Il corso è quindi concepito in due parti: la prima che riguarda applicazioni di IA all'ingegneria dell'energia elettrica e dell'informazione; la seconda che si concentra sull'utilizzazione di tecniche di ML per la produzione musicale e artistica in generale. Lo studente avrà così l'opportunità di apprendere come l'IA sia uno strumento molto versatile e performante in campi applicativi pur molto distanti culturalmente.</p>	<p>The educational objective of the present course is to bring the student closer to some applications of Artificial Intelligence (AI) and Machine Learning (ML) in the engineering and artistic fields. The course is therefore designed in two parts: the first concerns AI applications to electrical energy and information engineering; the second focuses on the use of ML techniques for musical and artistic production in general. Thus, the student will have the opportunity to learn how AI is a very versatile and performing tool in application fields that are very distant culturally.</p>	1	6	Intelligenza Artificiale, Machine Learning, Deep Learning	scritto	voto	convenzionale
<p align="center">AUTOMATA, LANGUAGES AND COMPUTING</p>	<p>Presentare la teoria dei linguaggi e, parallelamente, la teoria degli automi. Introdurre i paradigmi della computabilità e della complessità. Al termine del corso gli studenti dovrebbero conoscere nuove metodologie formali, dovrebbero riuscire a rivisitare in modo critico, dal punto di vista del potere espressivo, metodologie già introdotte in modo pragmatico e dovrebbero essere in grado di classificare i problemi dal punto di vista delle risorse richieste per la loro risoluzione.</p>	<p>Introduce the students to the theory of languages and, at the same time, to the theory of automata. introduce computability and complexity paradigms. At the end of the course students should know new formal methodologies, should be able to critically review, from the perspective of their expressive potential, already known methodologies and should be able to classify problems from the point of view of the resources required for their solution.</p>	1	9	nessuna	scritto	voto	convenzionale
<p align="center">BIG DATA</p>	<p>Il corso mira a illustrare le moderne soluzioni tecniche e metodologiche alla gestione dei big data, ovvero collezioni di dati destrutturati le cui dimensioni superano le capacità di memorizzazione, gestione e analisi tipiche dei tradizionali sistemi per basi di dati. Partendo dai requisiti delle moderne applicazioni per basi di dati, verranno affrontate le diverse problematiche di memorizzazione e uso dei big data, illustrando le architetture hardware e software che sono state proposte per la loro</p>	<p>The goal of the course is to illustrate the modern solutions to the management of big data, very large repositories of de-structured data. Starting from the requirements of modern database applications, the course will illustrate the hardware and software architectures that have been recently proposed for the management and analysis of big data. The topics addressed in the course will include: cluster architectures, map-reduce paradigm,</p>	1	9	nessuna	scritto e progetto	voto	convenzionale

	<p>gestione. Gli argomenti che verranno trattati includono: il le architetture basate su cluster, il paradigma map-reduce, il Cloud computing, i sistemi NoSQL, gli strumenti e i linguaggi per l'analisi dei dati. Durante il corso si cercherà di coniugare aspetti metodologici e tecnologici mediante esercitazioni pratiche con l'ausilio di sistemi reali, seminari aziendali e svolgimento di progetti pratici.</p>	<p>cloud computing, NoSQL systems, tools and languages for data analysis. Both theoretical and practical aspects will be addressed and the discussed technologies will be experimented during practical classes and through the assignment of projects.</p>						
COMPUTER GRAPHICS	<p>Il corso mira ad illustrare le moderne architetture software e hardware di grafica, ed a fornire soluzioni matematiche, tecniche e metodologiche per la realizzazione di progetti che coinvolgano la visualizzazione di dati nello spazio 2D o 3D. Verranno esposti i concetti di base della grafica quali spazi, curve, superfici e volumi, ponendo l'accento su nozioni ed algoritmi correntemente usati nella visualizzazione scientifica, videogames, e animazione computerizzata. Inoltre, il corso mira ad esporre alcuni dettagli dell'hardware e delle piattaforme software correntemente in uso.</p>	<p>This course aims at illustrating the modern software and hardware computer graphics architectures, and at providing mathematical, technical and methodological solutions for the development of projects concerning the visualization of data in 2D or 3D. The course will expose base concepts in computer graphics such as spaces, curves, surfaces and volumes, focusing on notions and algorithms currently used in scientific visualization, videogames, and computer animation. Moreover, this course aims at exposing details of hardware and software platforms currently in use.</p>	1	6	nessuna	progetto	voto	convenzionale
CONOSCENZE UTILI PER L'INSERIMENTO NEL MONDO DEL LAVORO	<p>Obiettivo del corso è presentare agli studenti conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro attraverso testimonianze dirette da protagonisti della realtà produttiva. Vengono illustrate le dinamiche di inserimento e di carriera in diverse tipologie di aziende (startup, pmi, multinazionale) in diversi settori merceologici (software integrator, aziende di servizi, aziende di prodotto, gruppi assicurativi e bancari, utility). Vengono insegnati soft skills, utili all'inserimento nel mondo del lavoro (preparazione del cv, preparazione per colloquio di lavoro). Vengono inoltre introdotte nozioni di base del diritto del lavoro.</p>	<p>The course aims to present the main soft skills for employment access through seminars held by speakers from the production reality. The seminaris illustrate the job and career dynamics in different types of companies (startups, SMEs, multinationals) in different sectors (software integrators, service companies, product companies, insurance and banking groups, utilities). Soft skills include how to write an effective CV, how to address the job interview. The course also introduces basic notions of labor laws.</p>	1	1	nessuna		idoneità	seminari a frequenza obbligatoria
CYBER PHYSICAL SYSTEMS	<p>La progettazione di Cyber Physical Systems (CPS) richiede la capacità di saper coniugare</p>	<p>The design of Cyber-Physical Systems (CPS) requires multi-disciplinary skills. In</p>	1	6	nessuna	progetto + esame orale	voto	convenzionale, parzialmente

	<p>discipline diverse. In particolare, i CPS si pongono come area di intersezione di discipline quali il controllo, l'elaborazione dei segnali, la fault detection e il calcolo in real-time. Il corso, pertanto, si propone di fornire allo studente le conoscenze di base di queste aree tematiche utilizzando un approccio di tipo sistemistico. Saranno inoltre trattati metodi innovativi per la fault diagnosis e la protezione dei CPS mediante lo studio diretto della letteratura.</p>	<p>particular, the combined knowledge of various disciplines such as, control theory, signal processing, fault detection, and real-time computing, is crucial for the effective developments of CPS. Consequently, the course aims at providing to the students basics on such thematic areas considering a system-oriented approach. Moreover, also innovative methodologies for fault diagnosis and protection of CPS will be discussed considering the direct study of advanced research papers.</p>							in lingua inglese
CYBERSECURITY	<p>Il corso in Cybersecurity intende fornire allo studente le competenze necessarie per comprendere e affrontare problematiche di sicurezza informatica per sistemi ICT e organizzazioni complesse, per progettare reti e sistemi informatici con un certo livello di sicurezza e per pianificare e gestire attività legate alla sicurezza informatica. Il corso fornisce competenze circa attacchi, contromisure, strumenti crittografici, applicazioni e metodologie nel campo della cybersecurity. Argomenti avanzati circa l'integrità dei dati sono anche trattati.</p>	<p>The Cybersecurity course intends to provide the student with competencies needed for understanding and tackling cybersecurity problems for ICT systems and complex organizations, to design networks and computing systems with a certain level of security, and to planning e manage activities related to cybersecurity. The course provides competences about attacks, countermeasures, cryptographic tools, applications, and methodologies in the cybersecurity field. Advanced topics in data integrity are also addressed.</p>	1	6	nessuna	scritto e progetto	voto		convenzionale, parzialmente in lingua inglese
DEEP LEARNING	<p>Gli obiettivi sono fornire competenze avanzate e specifiche nell'ambito delle più recenti architetture di reti neurali Deep. Particolare attenzione sarà data a modelli multimodal, e alle reti capaci di analizzare strutture di dati complesse, quali grafi e multivariate time series; e al deep reinforcement learning. Al termine del corso lo studente sarà in grado di: progettare e ottimizzare in maniera adeguata reti neurali Deep, saper distinguere e valutare diverse soluzioni, e saper selezionare e personalizzare le architetture di reti più efficaci da utilizzare in ambiti applicativi reali, supervised, unsupervised o seguendo un approccio basato su un apprendimento per rinforzo. Il corso è costituito da una parte teorica e metodologica sui concetti avanzati e innovativi, e da una attività laboratoriale in</p>	<p>The course aims to provide advanced and specific skills in the area of the latest Deep neural network architectures. Particular attention will be given to multimodal models, and networks capable of analyzing complex data structures, such as graphs and multivariate time series; and deep reinforcement learning. At the end of the course, the student will be able to: adequately design and optimize Deep neural networks, be able to distinguish and evaluate different solutions, and be able to select and customize the most effective network architectures to be used in real application domains, supervised, unsupervised, or following a reinforcement learning approach. The course consists of a theoretical and methodological part on advanced and innovative concepts, and a</p>	1	6	Intelligenza Artificiale, Machine Learning	scritto e progetto	voto		convenzionale

	cui tali concetti sono applicati nella risoluzione di problemi mediante i più recenti framework di sviluppo	laboratory activity in which these concepts are applied in problem solving using the latest development frameworks.						
DECISION SUPPORT SYSTEMS AND ANALYTICS	Obiettivo del corso è far acquisire i principali strumenti teorici e metodologici per la modellizzazione delle decisioni e per l'individuazione delle migliori strategie di supporto alle decisioni in considerazione degli obiettivi prefissati. Il corso mira anche a fornire abilità e competenze su come utilizzare i dati a disposizione per implementare modelli prescrittivi analitici a supporto delle decisioni, come leggere i risultati forniti dai modelli in uso e come interpretarli per proporre soluzioni opportune a problemi gestionali complessi.	The aim of the course is to present the main theoretical and methodological tools for modeling decisions and for identifying the best decision support strategies. The course also aims at providing the skills on how to use the available data in analytical prescriptive models, how to read the results provided by the adopted models and how to interpret them to propose appropriate solutions to complex management problems.	1	6	nessuna	scritto e orale	voto	convenzionale, parzialmente in lingua inglese
DIRITTO DEI DATI	Fornire una introduzione ai principi e alle regole fondamentali del diritto italiano ed europeo in materia di governo dei dati. Approfondire la distinzione normativa tra dati personali e dati non personali, con lo studio dei principali istituti (tra i quali la proprietà intellettuale, la tutela del segreto, la protezione dei dati personali) che disciplinano i profili dell'appartenenza, dell'accesso e della circolazione. Analizzare le questioni poste dall'uso dei dati per decisioni algoritmiche in ambito amministrativo e privatistico.	Provide an introduction to the main principles and rules concerning data governance under Italian and European law. Study the legal distinction between personal and non personal data, with reference to the main instruments related to property, access, and circulation of data (intellectual property, trade secret, personal data protection). Analyse the issues deriving from the use of data in algorithmic decisions, both in administrative and private law contexts.	1	6	nessuna	scritto e orale	voto	convenzionale
IMPRENDITORIALITÀ DIGITALE	Fornire agli studenti le competenze tecniche e metodologiche necessarie a concepire, sviluppare e realizzare un progetto imprenditoriale digitale. Introdurre il concetto di business model quale strumento di progetto e validazione di un'idea imprenditoriale. Spiegare il ciclo di vita di una startup, le dinamiche e gli strumenti di finanziamento.	Providing technical and methodological skills to ideate, design and develop a digital entrepreneurial project. Introducing the business model canvas as a methodological tool to design and validate an entrepreneurship project. Explaining the life-cycle of a startup, the dynamics and the tools of the funding instruments.	1	6	nessuna	lavoro di gruppo + orale	voto	frontale (3cfu), progettuale (3cfu), parzialmente in lingua inglese

<p align="center">INGEGNERIA DEI DATI</p>	<p>Fornire competenze su sistemi, metodologie, modelli e formalismi per la gestione e l'analisi di informazioni strutturate e non strutturate. Presentare aspetti metodologici e tecnologici per l'estrazione, il cleaning, l'integrazione, l'analisi e l'esplorazione dei dati provenienti da fonti strutturate e non strutturate. Introdurre principi di qualità dei dati. Illustrare le pipeline di processamento dei dati dalla scoperta delle sorgenti alla costruzione di un knowledge graph.</p>	<p>Providing skills on systems, methods, and technologies for the management and the analysis of structured and unstructured information. Presenting methodological and technological aspects for extraction, cleaning, analysis and integration, exploration of structured and of unstructured data sources. Introducing data quality principles. Illustrating the data processing pipelines from source discovery to knowledge graph.</p>	<p align="center">1</p>	<p align="center">6</p>	<p align="center">nessuna</p>	<p align="center">scritto, orale e progetto</p>	<p align="center">voto</p>	<p align="center">convenzionale</p>
<p align="center">INTELLIGENZA ARTIFICIALE</p>	<p>Gli obiettivi sono quelli di introdurre tecnologie avanzate di intelligenza artificiale, quali i sistemi ad agente e multi-agente, il ragionamento basato sulla probabilità e i fondamenti del ragionamento basato su logica e dei sistemi di supporto alle decisioni. Saranno discussi gli sviluppi dei più recenti modelli e tecnologie di intelligenza artificiale e le relative applicazioni nei domini di maggiore interesse, quali robotica, assistenti AI-powered, AI in education, finanza, health-care e gaming. Saranno citate le principali e recenti questioni etiche, sociali ed epistemologiche associate all'impiego di strumenti di intelligenza artificiale su larga scala e alla generative Artificial general intelligence.</p>	<p>The course aims to introduce advanced technologies of artificial intelligence, such as agent and multi-agent systems, probability-based reasoning, and the fundamentals of logic-based reasoning and decision support systems. Developments in recent artificial intelligence models and technologies and their applications in the domains of major interest, such as robotics, AI-powered assistants, AI in education, finance, health-care and gaming, will be discussed. The main and recent ethical, social and epistemological issues associated with the use of large-scale artificial intelligence tools and generative Artificial general intelligence will be discussed.</p>	<p align="center">1</p>	<p align="center">9</p>	<p align="center">nessuna</p>	<p align="center">scritto</p>	<p align="center">voto</p>	<p align="center">convenzionale</p>
<p align="center">INTERNET AND DATA CENTERS</p>	<p>Fornire competenze avanzate sulle reti di calcolatori e sui data centers con contributi metodologici e tecnici. Particolare attenzione è riservata agli aspetti legati alla scalabilità. Al termine del corso lo studente dovrebbe aver assimilato i concetti di instradamento interdominio e intradominio, controllo di congestione, architetture per servizi scalabili, e dovrebbe aver acquisito tecnicità avanzate sui protocolli più diffusi. Lo studente inoltre dovrebbe aver compreso quali siano gli aspetti tecnici ed economici e quali siano i principali attori che governano l'evoluzione di Internet e dei data centers.</p>	<p>The purpose is to provide advanced knowledge on computer networks and data centers, with methodological and technical contents. Special attention is devoted to scalability issues. At the end of the course the student is supposed to get the following concepts: inter-domain and intra-domain routing, congestion control, architectures for scalable systems. The student is also supposed to get advanced technicalities on widely adopted protocols. Finally, the student is supposed to understand the main economic and technical drivers of the internet and data centers evolution.</p>	<p align="center">1</p>	<p align="center">9</p>	<p align="center">nessuna</p>	<p align="center">scritto, orale e prova di laboratorio</p>	<p align="center">voto</p>	<p align="center">convenzionale</p>
<p align="center">LABORATORIO DI MULTIMEDIALITÀ</p>	<p>Il corso avrà l'obiettivo di illustrare le metodologie più avanzate per la</p>	<p>The course aims at illustrating the more recent techniques for multimedia signal</p>	<p align="center">1</p>	<p align="center">6</p>	<p align="center">nessuna</p>	<p align="center">prova orale</p>	<p align="center">voto</p>	<p align="center">convenzionale</p>

	<p>caratterizzazione ed il trattamento dei segnali multimediali. In particolare si approfondirà lo studio di segnali video e di immagini sia nel caso bidimensionale che in quello tridimensionale. Il corso sarà suddiviso in due parti: la prima per fornire agli studenti le conoscenze teoriche di base sugli strumenti per l'elaborazione dei segnali multimediali e sulla programmazione in Matlab, la seconda consiste in esperienze pratiche, di gruppo e individuali, sia su calcolatori che tramite dispositivi messi a disposizione degli studenti (Kinect, sistemi di restituzione 3D, webcam stereo). L'utilizzo in laboratorio di sistemi di acquisizione, elaborazione e restituzione, consentirà allo studente di ottenere le conoscenze di base per il progetto di sistemi di comunicazione multimediali efficaci in termini di qualità, del costo e della sicurezza. Il corso prevede seminari monografici dedicati ad approfondire esempi di applicazione dei segnali multimediali come e-learning, cinema, IP-tv e comunicazioni mobili.</p>	<p>processing. Video signals and images will be analyzed in both bi-dimensional and tri-dimensional case. The course will be organized in two parts: in the first, the basics needed for multimedia signal processing and programming in Matlab will be presented to the students. In the second part practical experiences will be performed, both in individual and in group assignments, by using the tools available in the lab (Kinect, rendering 3D systems, stereo webcam). The possibility to use in the lab systems for acquiring, elaborating and rendering multimedia content, will allow the students to efficiently project and manage a multimedia system. The course will include dedicated seminars on practical applications of multimedia signals such as e-learning, cinema, IP-tv and mobile communications.</p>										(domande orali scritte e discussione), valutazione progetto
LOGICA	<p>Acquisire la conoscenza della logica classica e di alcuni sistemi di logica non classica, della relativa semantica formale e metodi di dimostrazione. Acquisire la capacità di utilizzare le logiche studiate per la rappresentazione di realtà sia statiche che dinamiche. Presentazione di alcune importanti applicazioni della logica in ambito informatico.</p>	<p>The course aims at giving basic knowledge of classical and some non-classical logics, their formal semantics and proof systems. Students will acquire the capability to use the studied logics for representation purposes and will be presented with some important applications of logic in computer science.</p>	1	6	nessuna	prova scritta	voto	convenzionale				
MACHINE LEARNING	<p>Gli obiettivi sono fornire competenze avanzate e specifiche nell'ambito dei più recenti modelli e tecnologie di apprendimento automatico. Il corso consentirà la risoluzione di problemi complessi attraverso una adeguata formulazione del problema e la definizione di modelli e rappresentazioni della conoscenza più adatte, e le tecniche di implementazione più efficienti per l'implementazione degli algoritmi di machine learning. Si approfondiranno le diverse tecniche di</p>	<p>The course aims to provide advanced and specific competencies in recent machine learning models and technologies. The course will enable the solving of complex problems through appropriate problem formulation and definition of the most suitable models and knowledge representations, and the most efficient implementation techniques for machine learning algorithms. Reinforcement learning and state-of-the-art models, such</p>	1	9	nessuna	scritto e progetto	voto	convenzionale				

	<p>reinforcement learning e i domini di impiego; e si introdurranno modelli dello stato dell'arte, quali graph neural networks e tecniche di tuning e autotuning.</p> <p>Il corso è costituito da una parte teorica e metodologica su concetti avanzati e innovativi, e da una attività laboratoriale in cui tali concetti sono applicati nella risoluzione di problemi mediante i più recenti framework di sviluppo.</p>	<p>as graph neural networks and tuning and self-tuning techniques, will be introduced. The course consists of a theoretical and methodological part on advanced and innovative concepts, and a laboratory activity in which these concepts are applied in problem solving using the latest development frameworks.</p>						
PIANIFICAZIONE AUTOMATICA	<p>Il corso presenta il problema della pianificazione automatica in Intelligenza Artificiale. Verranno introdotti modelli e tecniche di risoluzione sia per la pianificazione "classica", sia per la pianificazione temporale, coinvolgendo aspetti di scheduling.</p> <p>Verranno presentate diverse metodologie per la sintesi di piani d'azione e la loro esecuzione, e si considereranno aspetti legati all'apprendimento automatico di domini di pianificazione classica.</p> <p>Saranno inoltre presentate e discusse diverse applicazioni ed esempi di utilizzo delle tecniche presentate, anche in relazione al controllo di robot autonomi.</p>	<p>The course presents Artificial Intelligence planning problems. It introduces models and resolution techniques for both "classic" and temporal planning, involving scheduling aspects. Different methodologies for the synthesis of action plans and their execution will be presented, as well as aspects related to automated learning of classical planning domains. Furthermore, some applications and samples will be presented and discussed, also in relation to the control of autonomous robots.</p>	1	6	nessuna	progetto e orale	voto	convenzionale
PROBABILITÀ E STATISTICA	<p>Fornire le conoscenze basilari della probabilità, della statistica descrittiva e di quella inferenziale</p>	<p>To provide the fundamental elements of probability theory and mathematical statistics, along with some tools of parametric statistics, which may be useful in practice.</p>	1	6	nessuna	scritto	voto	convenzionale
QUANTUM COMPUTING	<p>Presentare il paradigma computazionale del Quantum Computing. Al termine del corso gli studenti dovrebbero essere in grado di comprendere algoritmi Quantum anche complessi e di analizzare e scrivere algoritmi Quantum più semplici.</p>	<p>Introduce the computational paradigm of Quantum Computing. At the end of the course students should be able to understand even complex Quantum algorithms and to analyze and write simple Quantum algorithms.</p>	1	3	nessuna	scritto	voto	convenzionale
SISTEMI INTELLIGENTI PER INTERNET	<p>Il corso permetterà agli studenti di apprendere vari metodi per la progettazione, l'implementazione e la sperimentazione di sistemi adattivi su Web realizzati mediante tecniche di Intelligenza Artificiale, con particolare riferimento alle tecniche di</p>	<p>The course will allow students to learn various methods for the design, implementation, and testing of adaptive systems on the Web, created through Artificial Intelligence techniques, with particular reference to Machine Learning</p>	1	6	Machine Learning	scritto e progetto	voto	convenzionale

	<p>Machine Learning. Specifica attenzione sarà posta ai sistemi di Information Retrieval, come i motori di ricerca, i crawler e i document feed. Saranno studiati i modelli di retrieval classici, come il Vector Space Model e i modelli probabilistici, le tecniche di ranking dei documenti, così come l'algoritmo PageRank utilizzato da Google. Saranno affrontati i metodi di Machine Learning in Information Retrieval, incluse le tecniche per la Sentiment Analysis, i metodi di User Modeling necessari per la ricerca personalizzata e le applicazioni di social search che coinvolgono comunità di individui in attività quali il tagging dei contenuti e il question answering. Si approfondiranno le tecniche per l'analisi dei social network (e.g., Facebook e Twitter) che consentiranno di esplorare fenomeni come la diffusione delle fake news, il filter bubble e la polarizzazione degli utenti. Si studieranno, infine, i Recommender System, dagli algoritmi di base (e.g., collaborative filtering) agli scenari applicativi (e.g., film, libri, artisti e brani musicali).</p>	<p>techniques. Specific attention will be paid to Information Retrieval systems, such as search engines, crawlers and document feeds. Classic retrieval models will be studied, such as the Vector Space Model and probabilistic models, document ranking techniques, as well as the PageRank algorithm used by Google. Machine Learning methods in Information Retrieval will be addressed, including techniques for Sentiment Analysis, User Modeling methods necessary for personalized search, and social search applications involving communities of individuals in activities such as content tagging and question answering. The techniques for analyzing social networks (e.g., Facebook and Twitter) will be explored, which will allow us to explore phenomena such as the spread of fake news, the filter bubble, and the polarization of users. Finally, Recommender Systems will be studied, from basic algorithms (e.g., collaborative filtering) to application scenarios (e.g., movies, books, music artists and songs).</p>						
<p>TECNOLOGIE E ARCHITETTURE PER LA GESTIONE DEI DATI</p>	<p>Presentare modelli, metodi e sistemi fondamentali per la tecnologia delle basi di dati insieme ad alcune recenti direzioni di evoluzione della tecnologia stessa. Affrontare le recenti direzioni di evoluzione delle metodologie e tecnologie delle basi di dati, con riferimento alle principali famiglie di problemi di interesse: integrazione di basi di dati eterogenee e autonome; utilizzo di basi di dati per applicazioni di analisi e supporto alle decisioni; utilizzo di basi di dati per gestione di informazioni semistrutturate. Superato il corso, lo studente conoscerà le tecnologie fondamentali su cui sono basati i sistemi relazionali e le principali metodologie e tecnologie per l'integrazione di basi di dati, per lo sviluppo di datawarehouse e per lo sviluppo di applicazioni con basi di dati in ambito XML.</p>	<p>The goal of the course is to present models, methods and systems that play a fundamental role in database technology, together with discussions on the recent evolution of the technology itself. The directions of development to be considered include integration of heterogeneous and autonomous systems; databases for business intelligence and decision support; management of semistructured data. After taking the course, the student will know the major features of relational database technology, the methods for data integration, for the design of data warehouses and for the development of database applications that include also XML data.</p>	1	9	nessuna	scritto e progetto	voto	convenzionale
<p>VISUALIZZAZIONE</p>	<p>Gli obiettivi del corso sono quelli di</p>	<p>The goal of this course is that of</p>	1	6	nessuna	scritto, orale,	voto	convenzionale

<p align="center">DELLE INFORMAZIONI</p>	<p>introdurre lo studente ai problemi e alle soluzioni relative all'esplorazione visuale di dati astratti, con particolare enfasi sui fenomeni della percezione visiva, sulle metafore grafiche che possono essere adottate e sui metodi e modelli algoritmici più comunemente utilizzati. Verranno approfondite le conoscenze degli studenti su problemi di ingegneria degli algoritmi e di ottimizzazione su reti. Tali conoscenze verranno applicate a problemi di visualizzazione dell'informazione di varia natura e con una forte connotazione pratica.</p>	<p>introducing the participants to the problems and the solutions in the area of the visual exploration of abstract data, with a particular emphasis on the visual perception phenomena, on the graphic metaphors that can be exploited and on the algorithmic methods and models that can be adopted. The knowledge of the participants about algorithm engineering and network optimization problems will be deepened. Such a knowledge will be applied to different strains of visualization problems with a strong practical approach.</p>				<p align="center">progetto</p>		
<p align="center">WIRELINE AND WIRELESS NETWORKS</p>	<p>Il corso descrive il funzionamento e le prestazioni dei sistemi di comunicazione e delle reti wireline e wireless: vengono descritte le caratteristiche del livello fisico, i protocolli data link, le tecniche di commutazione, di accesso al mezzo e di protezione dei dati. Viene fornita una descrizione delle principali architetture, delle tecnologie e dei protocolli utilizzate nelle reti di trasporto e di accesso in fibra ottica, nelle reti mobili 4G e 5G, nelle reti wireless local area networks (WLAN) e nelle reti Internet of Things (IoT).</p>	<p>The course describes the main characteristics and performance of wireline and wireless communication systems and networks: the physical layer features, data link protocols, switching techniques, medium access and data protection are described. The main architectures, technologies and protocols are described, that are used in fiber optic transport and access networks, 4G and 5G mobile networks, wireless local area networks (WLANs) and Internet of Things (IoT) networks.</p>	<p align="center">1</p>	<p align="center">6</p>	<p align="center">nessuna</p>	<p align="center">orale</p>	<p align="center">voto</p>	<p align="center">convenzionale</p>

* Le propedeuticità non sono formali ma indicano i prerequisiti necessari per poter seguire il corso e sostenere l'esame.