

DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

GENOMICA E BIOINFORMATICA DEI MICRORGANISMI

MICROBIAL GENOMICS AND BIOINFORMATICS

INFORMAZIONI INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

A.A.	2026-2027	CdS	LM BIOINFORMATICA
Codice	8068452	Canale	comune entrambi i curricula
CFU	6	Lingua	Italiano

DOCENTE RESPONSABILE DELL'INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

Marco Maria D'Andrea

CODOCENTE

-

OBIETTIVI FORMATIVI E RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

Italiano	OBIETTIVI FORMATIVI: Conoscere ed approfondire gli approcci sperimentali e gli strumenti bioinformatici utili per l'ottenimento e l'analisi dei dati genetici dei procarioti e dei loro virus. Nello specifico, l'obiettivo del corso è quello di fornire una panoramica degli approcci di <i>Next Generation Sequencing</i> (NGS) utilizzati per l'analisi dei microrganismi e di presentare una serie di strumenti di bioinformatica utili per l'analisi di questo tipo di dati. CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPRENSIONE: Al termine del corso le studentesse e gli studenti devono possedere basi solide nell'ambito della genetica e della bioinformatica dei microrganismi e anche comprendere ed applicare i metodi analitici in modo da poter analizzare in maniera approfondita dati genetici di microrganismi e loro virus. A tal fine è necessario che le studentesse e gli studenti siano padroni dei seguenti campi: - genetica dei procarioti e dei loro virus con conoscenza delle principali differenze con la genetica eucariotica; - nozioni fondamentali degli algoritmi comunemente usati per analisi di dati NGS; - conoscenza dei principali software utili per analisi genetiche di dati NGS relativi a microrganismi e loro virus; Gli strumenti didattici principali utilizzati per l'insegnamento del corso sono lezioni frontali ed esercitazioni pratiche in aula. La verifica del raggiungimento dell'obiettivo formativo è ottenuta mediante esame scritto effettuato al termine del corso ed eventualmente prove in itinere intese a rilevare la preparazione delle studentesse e degli studenti e l'efficacia dei processi di insegnamento.
----------	---



CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE:

Al termine del corso le studentesse e gli studenti devono saper applicare le conoscenze acquisite per:

- saper scegliere la strategia o le strategie sperimentali più idonee per l'ottenimento del genoma di un particolare microrganismo o di un batteriofago
- valutare la qualità dei dati grezzi ottenuti da un sequenziamento effettuato con tecnologie di tipo NGS
- saper scegliere ed utilizzare gli approcci analitici più idonei per l'analisi di dati NGS, sapendo anche valutare criticamente i risultati ottenuti da queste analisi
- conoscere e saper interrogare i database disponibili in rete utili per l'analisi di genomi di microrganismi e di virus procariotici
- conoscere e saper utilizzare i software *stand-alone* maggiormente utilizzati per la genetica dei microrganismi

AUTONOMIA DI GIUDIZIO:

Al termine del corso le studentesse e gli studenti dovranno essere in grado di:

- interrogare e gestire l'*output* ottenuto da database di pubblico dominio accessibili tramite la rete Internet
- analizzare approfonditamente e criticamente singoli genomi batterici ed essere in grado di rilevare differenze biologiche salienti con altri membri appartenenti alla stessa specie od a specie simili
- saper motivare la scelta di specifici software analitici, sapendone anche valutare la correttezza, l'efficacia, la coerenza e la completezza delle analisi da essi svolte
- saper gestire ed analizzare tramite metodiche semi-automatiche gruppi di genomi batterici o di batteriofagi

ABILITÀ COMUNICATIVE:

Al termine del corso in Genomica e Bioinformatica dei Microrganismi le studentesse e gli studenti avranno maturato una buona capacità di lavorare in gruppo, maturata soprattutto grazie alle attività pratiche di laboratorio e, al contempo, sapranno anche lavorare autonomamente.

Nello specifico:

- saranno in grado di formulare idee e soluzioni pratiche per la risoluzione di problemi nell'ambito della bioinformatica dei microrganismi
- saranno in grado di comunicare con diverse figure professionali quali biologi ed informatici
- saranno capaci di inserirsi in gruppi di lavoro e di operare all'interno di essi con definiti gradi di autonomia.

Le abilità comunicative saranno sviluppate attraverso l'incoraggiamento alla discussione e interazione durante le attività pratiche di laboratorio.

CAPACITÀ DI APPRENDIMENTO:

	Le studentesse e gli studenti che abbiano concluso con profitto il corso saranno in grado di: - sapersi integrare con facilità e profitto in gruppi di lavoro costituiti da bioinformatici, genetisti o biologi e raggiungere un buon livello di produttività in tempi rapidi; - approfondire le tematiche trattate durante il corso a livello di master di primo livello, centrati su tematiche bioinformatiche, informatiche e biologiche con un alto grado d'autonomia. - saper leggere e comprendere pubblicazioni scientifiche nelle quali si siano utilizzati strumenti e/o procedure analitiche di dati di <i>Next Generation Sequencing</i>
English	LEARNING OUTCOMES: <i>To learn and deepen the experimental approaches and bioinformatics tools for the obtainment and the analysis of genetic data of prokaryotes and their viruses. In particular, the objective of the course is to provide an overview of the Next Generation Sequencing (NGS) approaches used for the analysis of microorganisms and to show a set of bioinformatics tools for the analysis of this data.</i> KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING: <i>After the course students must have a solid foundation in the field of genetics and bioinformatics of microorganisms and also understand and be able to apply the analytical methods in order to be able to analyse in depth genetic data of microorganisms and their viruses.</i> <i>To this end it is necessary that the student is master of the following fields:</i> - <i>genetics of prokaryotes and their viruses and the main differences with eukaryotic genetics;</i> - <i>fundamental notions of the algorithms commonly used for NGS data analysis;</i> - <i>knowledge of the main software useful for genetic analysis of NGS data related to microorganisms and their viruses;</i> <i>The main teaching tools used for teaching the course are lectures and practical exercises in the classroom.</i> <i>The verification of the achievement of the educational objective is obtained through a written examination carried out at the end of the course and possibly ongoing tests aimed at detecting the preparation of the students and the effectiveness of the teaching processes.</i> APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING: <i>At the end of the course the student must know how to apply the acquired knowledge to:</i> - <i>know how to choose the most suitable experimental strategy or strategies for the study of the genetics of a given microorganism or bacteriophage</i> - <i>assess the quality of raw data obtained from sequencing performed with NGS technologies</i> - <i>know how to choose and use the most suitable analytical approaches for the analysis of NGS data, being able also to critically assess the results obtained by these analyses</i> - <i>know and know how to query the databases available on the web that are useful for the analysis of genomes of microorganisms and prokaryotic viruses</i> - <i>know and be able to use stand-alone software mostly used for the genetics of microorganisms</i>



	MAKING JUDGEMENTS: <i>At the end of the course, students will be able to:</i> - query and manage the output obtained from public domain databases accessible via the Internet - deeply and critically analyse in depth single bacterial genomes and be able to detect peculiar biological differences with other members belonging to the same or similar species - being able to explain the choice of a given software selected for the analysis, being able also to assess its correctness, efficacy, coherence and completeness of the analysis carried out by these software - know how to manage and analyse groups of bacterial or bacteriophage genomes using semi-automatic methods COMMUNICATION SKILLS: <i>At the end of the course in Microbial Genomics and Bioinformatics the student will have developed a good ability to work in group, gained mostly thanks to practical laboratory activities and, at the same time, he will also know how to work independently.</i> <i>In particular, the student:</i> - will be able to formulate ideas and practical solutions for solving problems in the field of bioinformatics of microorganisms - will be able to communicate with various professional figures such as biologists and computer scientists - will be able to integrate into work groups and operate within them with defined degrees of autonomy. <i>Communication skills will be developed through encouraging discussion and interaction during practical laboratory activities.</i> LEARNING SKILLS: <i>The student who will successfully complete the course will be able to:</i> - being able to easily and profitably integrate into workgroups made up of bioinformatics, geneticists or biologists and quickly achieve a good level of productivity; - deepen the topics covered during the course at the level of first level masters, centred on bioinformatics, computer science and biological topics with a high degree of autonomy. - be able to read and understand scientific publications in which Next Generation Sequencing data and/or analytical tools have been used
--	---

PREREQUISITI

Italiano	Conoscenze di microbiologia e di genetica di procarioti ed eucarioti, nonché dei fondamenti di base di informatica. In particolare, per quanto riguarda i prerequisiti inerenti la microbiologia e la genetica dei procarioti, è necessario conoscere le basi della biologia, fisiologia e genetica dei microrganismi e le principali differenze all'interno di questi ambiti con
-----------------	---

	gli eucarioti. I prerequisiti inerenti i fondamenti di base di informatica prevedono invece una conoscenza a medio livello dei sistemi operativi e delle metodologie e delle strategie di navigazione della rete Internet.
English	<i>Knowledge of microbiology and genetics of prokaryotes and eukaryotes, as well as the basic fundamentals of computer science. In particular, regarding the prerequisites related to microbiology and genetics of prokaryotes, it is necessary to know the basics of the biology, physiology and genetics of microorganisms and the main differences within these areas with eukaryotes. The prerequisites related to the basic fundamentals of informatics include a medium-level knowledge of operating systems and of Internet navigation methodologies and strategies.</i>

PROGRAMMA E CRONOPROGRAMMA

Italiano	Introduzione al corso (3 ore di lezione frontale, diapositive 1-45 del pacchetto fornito). Panoramica sulle piattaforme di <i>Next-Generation Sequencing</i> (NGS) e loro utilizzo in microbiologia. Formati di file frequentemente utilizzati in analisi di dati NGS (6 ore di lezione frontale e 3 ore di esercitazioni pratiche, diapositive 46-65, 109-122 e 203-278). Interrogazioni di database afferenti all'<i>International Nucleotide Sequence Database Collaboration</i> (INSDC) (5 ore di lezione frontale e 3 ore di esercitazioni pratiche, diapositive 66-108 e 123-202). Manipolazione dei <i>file</i> e conversione fra formati ed estrazione dati tramite script ed interfacce <i>web</i> (2 ore di lezione frontale e 2 ore di esercitazioni pratiche, diapositive 279-290). Valutazione della qualità dei risultati di un esperimento NGS (3 ore di lezione frontale e 2 ore di esercitazioni pratiche, diapositive 245-263). Approcci analitici di dati NGS di microbiologia: <i>read mapping</i> e assemblaggio <i>de novo</i> (4 ore di lezione frontale e 3 ore di esercitazioni pratiche, diapositive 291-356). Annotazione di genomi batterici e di virus procariotici (2 ore di lezione frontale e 1 ora di esercitazione pratica, diapositive 380-389). Interfacce <i>web</i> utili per la bioinformatica dei microrganismi (2 ore di lezione frontale e 1 ora di esercitazione pratica, diapositive 368-379). Studio di comunità microbiche. Studio di evoluzione microbica. (4 ore di lezione frontale e 2 ore di esercitazioni pratiche, diapositive 390-442)
English	<i>Introduction to the course (3 hours of lectures, slides 1–45 of the provided package).</i> <i>Overview of Next-Generation Sequencing (NGS) platforms and their use in microbiology. File formats commonly used in the analysis of NGS data (6 hours of lectures and 3 hours of practical exercises, slides 46-65, 109-122 and 203-278).</i> <i>Databases queries of databases of the International Nucleotide Sequence Database Collaboration (INSDC) (5 hours of lectures and 3 hours of practical exercises, slides 66-108 and 123-202).</i> <i>File manipulation and conversion between formats and data extraction using both scripts and web interfaces (2 hours of lectures and 2 hours of practical exercises, slides 279-290).</i>

	<i>Evaluation of the quality of the results of an NGS experiment (3 hours of lectures and 2 hours of practical exercises, slides 245-263).</i> <i>Analytical approaches of NGS data in microbiology: read mapping and de novo assembly (4 hours of lectures and 3 hours of practical exercises, slides 291-356).</i> <i>Annotation of bacterial genomes and prokaryotic virus (2 hours of lectures and 1 hour of practical exercises, slides 380-389).</i> <i>Web interfaces useful for bioinformatics of microorganisms (2 hours of lectures and 1 hour of practical exercises, slides 368-379).</i> <i>Study of microbial communities. Study of microbial evolution (4 hours of lectures and 2 hours of practical exercises, slides 390-442).</i>
--	--

TESTI ADOTTATI E BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

Italiano	Dispense fornite dal docente
English	Handouts provided by teacher

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI SVOLGIMENTO E METODI DIDATTICI ADOTTATI

☒ In presenza ☐ A distanza

Italiano	Il corso si svolge con lezioni frontali con tirocinio pratico di laboratorio di bioinformatica
<i>English</i>	<i>The course is taught by lectures with practical exercises of bioinformatics laboratory</i>

MODALITÀ DI FREQUENZA

☐ frequenza obbligatoria ☒ frequenza facoltativa

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI FREQUENZA

Italiano	La frequenza al corso è facoltativa e non verranno effettuate discriminazioni di alcun genere tra frequentanti e non in sede di esame. E' comunque la frequenza è fortemente raccomandata al fine di poter apprendere più facilmente le tematiche trattate anche tramite delle attività pratiche di esercizi al computer in aula informatica.
<i>English</i>	<i>Attendance to the course is not compulsory and there will be no discrimination of any kind between those who attended and those who did not during the exam. However, attendance is strongly recommended in order to be able to learn more easily the topics covered, also through practical computer exercises in the computer room.</i>

MODALITÀ DI VALUTAZIONE

☒ Prova scritta ☐ Prova orale ☐ Prova di laboratorio ☐ Prova pratica

☐ Valutazione in itinere ☐ Valutazione di progetto ☐ Valutazione di tirocinio

COMPOSIZIONE DELLA COMMISSIONE VALUTATRICE

Marco Maria D'Andrea, Serena Ammendola, Gustavo Di Lallo, Maurizio Fraziano

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ E DEI CRITERI DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

Italiano	Ogni sessione d'esame prevede un test scritto a risposta multipla, che deve essere effettuato entro 1,5 ore dalla somministrazione. Il test si compone di 33 domande. Il punteggio di ogni domanda è così assegnato: 1, se tutte le risposte esatte e nessuna delle errate vengono segnate; 0,75 se solo alcune delle esatte vengono segnate e nessuna delle sbagliate; 0, in caso almeno una risposta errata venga segnata. La valutazione finale viene espressa attraverso voto in trentesimi. Per superare l'esame occorre riportare un voto non inferiore a 18/30. Il test scritto è formulato in maniera tale che la valutazione conseguita in trentesimi rispecchi i seguenti livelli di preparazione: Non idoneo: importanti carenze e/o inaccurately nella conoscenza e comprensione degli argomenti; limitate capacità di analisi e sintesi, frequenti generalizzazioni e limitate capacità critiche e di giudizio. 18-20: conoscenza e comprensione degli argomenti appena sufficiente con possibili imperfezioni; capacità di analisi e autonomia di giudizio sufficienti. 21-23: Conoscenza e comprensione degli argomenti routinaria; Capacità di analisi e sintesi corrette con argomentazione logica coerente. 24-26: Discreta conoscenza e comprensione degli argomenti; buone capacità di analisi e sintesi di argomentazioni espresse in modo rigoroso. 27-29: Conoscenza e comprensione degli argomenti completa; notevoli capacità di analisi, sintesi. Buona autonomia di giudizio. 30-30L: Ottimo livello di conoscenza e comprensione degli argomenti. Notevoli capacità di analisi e di autonomia di giudizio.
English	<i>Each exam session includes a written test with multiple choice questions, which students must complete within 1.5 hours. The test consists of 33 questions. For each question, 1 point will be assigned if all the correct answers and none of the wrong ones are marked; 0.75 point will be awarded if only some of the correct answers and none of the wrong ones are marked; 0 if at least one wrong answer is marked. The final evaluation is expressed by a mark expressed in thirtieths. To pass the exam, a score not lower than 18/30 must be obtained.</i> <i>The written test is formulated in such a way that the evaluation obtained out of thirty reflects the following levels of preparation:</i> <i>Insufficient: important deficiencies and/or inaccuracies in knowledge and understanding of the topics; limited capacity for analysis and synthesis, frequent generalizations and limited critical and judgmental skills.</i> <i>18-20: knowledge and understanding of the topics just sufficient with possible</i>



	<i>imperfections; sufficient analytical skills and independent judgement.</i> <i>21-23: Knowledge and understanding of routine topics; Correct analysis and synthesis skills with coherent logical argumentation.</i> <i>24-26: Fair knowledge and understanding of the topics; good analytical and synthesis skills of rigorously expressed arguments.</i> <i>27-29: Complete knowledge and understanding of the topics; remarkable analytical and synthesis skills. Good independent judgement.</i> <i>30-30L: Excellent level of knowledge and understanding of the topics. Remarkable analytical skills and independent judgement.</i>
--	---