

DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

PALEOGENOMICA

PALEOGENOMICS

INFORMAZIONI INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

A.A.	2026-2027	CdS	BIOLOGIA AMBIENTALE
Codice	8068331	Canale	Unico
CFU	3+3	Lingua	Italiano

DOCENTE RESPONSABILE DELL'INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

Gabriele Scorrano

MODULO DIDATTICO

Claudio Ottoni

Paleogenomica (3 CFU)

Paleogenomics (3 CFU)

OBIETTIVI FORMATIVI E RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

Italiano	OBIETTIVI FORMATIVI: L'obiettivo dell'insegnamento è quello di chiarire l'impatto dei più recenti dati genetici e delle tecnologie impiegate, soprattutto negli studi di DNA antico, sulla ricostruzione della nostra storia evolutiva e biologica e fornire la loro valutazione critica per comprendere e interpretare i meccanismi evolutivi e adattativi della nostra specie. I dati genetici verranno esaminati nel quadro multidisciplinare della bioarcheologia (es. archeologia e antropologia). Analizzando i principali strumenti e tecniche di analisi del DNA antico, e ripercorrendo gli studi fondamentali della letteratura che hanno portato a ricostruire genomi umani e ominini antichi, l'obiettivo fondamentale del corso è quello di sviluppare conoscenze riguardo all'origine delle popolazioni umane moderne e il loro rapporto con specie ominine estinte, Neanderthal e Denisova. CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPRENSIONE: Al termine del corso, gli studenti avranno acquisito una conoscenza approfondita dei principi teorici e metodologici della paleogenomica e del contributo dei dati genetici antichi alla ricostruzione della storia evolutiva e biologica umana. Comprenderanno le principali tecniche di estrazione, sequenziamento e analisi del DNA antico, nonché i criteri necessari per valutarne qualità, affidabilità e limiti interpretativi. Gli studenti acquisiranno inoltre conoscenze sui principali risultati ottenuti dagli studi paleogenomici riguardanti l'origine e la diversificazione delle popolazioni umane moderne, le dinamiche migratorie del passato e le interazioni genetiche con gruppi umani estinti, quali
-----------------	--

Neanderthal e Denisova. Saranno in grado di interpretare tali evidenze nel quadro multidisciplinare della bioarcheologia, integrando dati genetici, archeologici e antropologici per una comprensione critica dei processi evolutivi e adattativi della nostra specie.

CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPRENSIONE:

Gli studenti acquisiranno la capacità di applicare conoscenze teoriche e metodologiche della paleogenomica all'analisi e all'interpretazione di dati genetici antichi, con particolare riferimento allo studio dell'evoluzione umana. Saranno in grado di riconoscere le principali criticità associate al DNA antico, inclusi degradazione molecolare, contaminazione, autenticazione dei dati e limiti interpretativi.

Gli studenti svilupperanno inoltre competenze utili a integrare dati paleogenomici con evidenze archeologiche, antropologiche e bioarcheologiche, applicandole alla ricostruzione delle dinamiche evolutive, migratorie e adattative delle popolazioni umane del passato e delle loro interazioni con gruppi umani estinti.

AUTONOMIA DI GIUDIZIO:

Il corso favorirà lo sviluppo dell'autonomia di giudizio nella valutazione critica dei dati paleogenomici e delle principali metodologie utilizzate nello studio del DNA antico. Gli studenti acquisiranno la capacità di analizzare criticamente la letteratura scientifica di settore, valutando la qualità dei dati, la robustezza degli approcci metodologici e la validità delle interpretazioni proposte.

Particolare attenzione sarà dedicata alla capacità di distinguere tra evidenze sperimentali e ipotesi interpretative, di riconoscere limiti e potenziali fonti di errore negli studi paleogenomici e di integrare criticamente informazioni provenienti da discipline diverse, quali genetica, archeologia e antropologia, nella ricostruzione della storia evolutiva umana.

ABILITÀ COMUNICATIVE:

Gli studenti svilupperanno la capacità di comunicare in modo chiaro ed efficace concetti, metodi e risultati della ricerca paleogenomica, utilizzando una terminologia scientifica appropriata e aggiornata. Saranno in grado di presentare e discutere criticamente dati genetici antichi e le loro implicazioni per la ricostruzione della storia evolutiva umana, sia in forma orale sia scritta.

Gli studenti acquisiranno inoltre competenze utili all'interazione in contesti multidisciplinari, comunicando con specialisti provenienti da ambiti diversi, quali genetica, antropologia, archeologia e bioinformatica, e adattando il livello di approfondimento e il linguaggio utilizzato a interlocutori specialisti e non specialisti. Tali capacità saranno sviluppate attraverso la discussione della letteratura scientifica, l'analisi critica di casi studio e il confronto collegiale sui temi trattati durante il corso.

CAPACITÀ DI APPRENDIMENTO:

Gli studenti svilupperanno capacità di apprendimento che consentiranno loro di approfondire e aggiornare autonomamente le conoscenze nel campo della paleogenomica e delle discipline ad essa collegate. Saranno in grado di reperire, comprendere e valutare criticamente la letteratura scientifica internazionale, con particolare riferimento agli studi

	basati sul DNA antico e alle più recenti innovazioni metodologiche nel campo della genomica evolutiva. Gli studenti acquisiranno inoltre la capacità di utilizzare in modo autonomo risorse bibliografiche specializzate, banche dati genomiche e strumenti informatici per l'analisi dei dati, integrando informazioni provenienti da genetica, archeologia, antropologia e bioinformatica. Tali competenze favoriranno il continuo aggiornamento professionale e la capacità di affrontare in modo autonomo attività di ricerca e progetti multidisciplinari.
English	LEARNING OUTCOMES: <i>The course aims to clarify the impact of recent genetic data and the technologies employed, particularly in ancient DNA research, on the reconstruction of human evolutionary and biological history. It will provide students with the critical tools necessary to evaluate and interpret the evolutionary and adaptive processes that have shaped our species. Genetic evidence will be examined within the multidisciplinary framework of bioarchaeology, including archaeology and anthropology. Through the analysis of the principal methods and techniques used in ancient DNA research, and by reviewing the landmark studies that led to the reconstruction of ancient human and hominin genomes, the course aims to develop knowledge of the origins of modern human populations and their relationships with extinct hominin groups, including Neanderthals and Denisovans.</i> KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING: <i>By the end of the course, students will have acquired an advanced understanding of the theoretical and methodological principles of paleogenomics and of the contribution of ancient genetic data to the reconstruction of human evolutionary and biological history. They will understand the main techniques used for the extraction, sequencing, and analysis of ancient DNA, as well as the criteria required to assess data quality, reliability, and interpretative limitations.</i> <i>Students will also acquire knowledge of the major findings generated by paleogenomic studies concerning the origins and diversification of modern human populations, past migration dynamics, and genetic interactions with extinct human groups such as Neanderthals and Denisovans. They will be able to interpret this evidence within the multidisciplinary framework of bioarchaeology, integrating genetic, archaeological, and anthropological data to achieve a critical understanding of the evolutionary and adaptive processes that have shaped our species.</i> APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING: <i>Students will acquire the ability to apply theoretical and methodological knowledge of paleogenomics to the analysis and interpretation of ancient genetic data, with particular emphasis on the study of human evolution. They will be able to recognize the main challenges associated with ancient DNA research, including molecular degradation, contamination, data authentication, and interpretative limitations.</i> <i>Students will also develop the skills necessary to integrate paleogenomic evidence with archaeological, anthropological, and bioarchaeological data, applying these approaches to the reconstruction of the evolutionary, migratory, and adaptive dynamics of past human populations and their interactions with extinct human groups.</i>

	MAKING JUDGEMENTS: <i>The course will foster the development of independent judgment in the critical evaluation of paleogenomic data and the principal methodologies employed in ancient DNA research. Students will acquire the ability to critically assess the scientific literature in the field, evaluating data quality, the robustness of methodological approaches, and the validity of proposed interpretations.</i> <i>Particular emphasis will be placed on the ability to distinguish between experimental evidence and interpretative hypotheses, to recognize limitations and potential sources of error in paleogenomic studies, and to critically integrate information derived from different disciplines, including genetics, archaeology, and anthropology, in the reconstruction of human evolutionary history.</i> COMMUNICATION SKILLS: <i>Students will develop the ability to communicate concepts, methods, and findings in paleogenomic research clearly and effectively, using appropriate and up-to-date scientific terminology. They will be able to present and critically discuss ancient genetic data and their implications for the reconstruction of human evolutionary history, both orally and in writing. Students will also acquire the skills necessary to interact effectively in multidisciplinary contexts, communicating with specialists from fields such as genetics, anthropology, archaeology, and bioinformatics, while adapting the level of detail and language to both specialist and non-specialist audiences. These skills will be developed through discussion of the scientific literature, critical analysis of case studies, and collective discussion of the topics covered during the course.</i> LEARNING SKILLS: <i>Students will develop learning skills that will enable them to independently deepen and continuously update their knowledge in the field of paleogenomics and related disciplines. They will be able to identify, understand, and critically evaluate the international scientific literature, with particular emphasis on studies based on ancient DNA and on the most recent methodological advances in evolutionary genomics.</i> <i>Students will also acquire the ability to independently use specialized bibliographic resources, genomic databases, and computational tools for data analysis, integrating information from genetics, archaeology, anthropology, and bioinformatics. These competencies will support continuous professional development and the ability to undertake independent research activities and multidisciplinary projects.</i>
--	---

PREREQUISITI

Italiano	Conoscenze di base di Antropologia, Genetica di Popolazioni e Biologia Evolutiva
English	Basic knowledge of Anthropology, Population Genetics and Evolutionary Biology

PROGRAMMA E CRONOPROGRAMMA

Italiano	LEZIONI FRONTALI (24 h) Il Corso si articola in 24 ore di lezioni frontali (3 CFU), divise in quattro parti principali: Prima parte (6 h): Introduzione del corso, definizioni. Approfondimenti sul concetto di orologio molecolare DNA antico, marcatori uniparentali in paleogenetica. Seconda parte (8 h): Storia della paleogenetica come disciplina, caratteristiche del DNA antico, nozioni di sequenziamento NGS, precauzioni e tecniche di autenticazione, tecniche di laboratorio (estrazione DNA, librerie genomiche, arricchimento), danni post-mortem. Terza parte (6 h): I genomi di Neanderthal e Denisova, mescolamenti e introgressione adattativa (approfondimenti). I genomi dei primi <i>Homo sapiens</i> in Europa, migrazioni umane durante l'era glaciale. Quarta parte (4 h): Utilizzo del notebook Jupyter e analisi di pannelli di SNPs di popolazioni umane antiche.
English	LECTURES (24 hours) The course consists of 24 hours of lectures (3 ECTS credits), divided into four main sections: Part One (6 hours): Course introduction and key definitions. Advanced topics on the molecular clock concept and the use of uniparental markers in paleogenetics. Part Two (8 hours): History of paleogenetics as a scientific discipline; characteristics of ancient DNA; fundamentals of next-generation sequencing (NGS); precautions and authentication procedures in ancient DNA research; laboratory techniques, including DNA extraction, genomic library preparation, and target enrichment; post-mortem DNA damage. Part Three (6 hours): Neanderthal and Denisovan genomes, admixture events, and adaptive introgression (advanced topics). Genomes of the earliest <i>Homo sapiens</i> populations in Europe and human migrations during the Ice Age. Part Four (4 hours): Introduction to the Jupyter Notebook environment and analysis of SNP datasets from ancient human populations.

TESTI ADOTTATI E BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

Italiano	G. Biondi e O. Rickards. Umani da sei milioni di anni. Quarta edizione, Carocci Editore, Roma, 2023. L. Humphrey and C. Stringer. Our Human Story. Natural History Museum, London 2018. D. Reich. Chi siamo e come siamo arrivati fin qui: Il DNA antico e la nuova scienza del passato dell'umanità, Cortina Raffaello editore, 2019 Tutorial website: https://paleogenomics-tor-vergata.readthedocs.io/en/latest/index.html Orlando et al. 2021, Ancient DNA analysis, Nature Reviews Methods Primers Più recenti e rilevanti articoli scientifici sull'argomento indicati dal docente nel corso delle lezioni.
English	G. Biondi e O. Rickards. Umani da sei milioni di anni. Quarta edizione, Carocci Editore, Roma, 2023 L. Humphrey and C. Stringer. Our Human Story. Natural History Museum, London 2018.

	<i>Orlando et al. 2021, Ancient DNA analysis, Nature Reviews Methods Primers</i> <i>Most recent and relevant research papers on the topic suggested during the lectures.</i> <i>D. Reich. Who we are and how we got there, Oxford University Press, 2019</i> <i>Tutorial website: https://paleogenomics-tor-vergata.readthedocs.io/en/latest/index.html</i>
--	---

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI SVOLGIMENTO E METODI DIDATTICI ADOTTATI

☒ In presenza ☐ A distanza

Italiano	Lezioni frontali interattive supportate da presentazioni digitali e discussione critica di articoli scientifici chiave.
English	<i>Interactive classroom lectures supported by digital presentations and critical discussion of key scientific papers.</i>

MODALITÀ DI FREQUENZA

☐ frequenza obbligatoria ☒ frequenza facoltativa

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI FREQUENZA

Italiano	La frequenza delle lezioni frontali è caldamente consigliata.
English	<i>Attendance of classroom lectures is highly recommended.</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

Claudio Ottoni, Gabriele Gentile, Gabriele Di Marco, Gabriele Scorrano, Cristina Martinez-Labarga

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ E DEI CRITERI DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

Italiano	E' previsto un test di autovalutazione scritto con domande aperte e a risposta multipla su argomenti trattati durante le lezioni frontali. Il superamento della prova permette allo studente di ottenere il voto del modulo. Qualora lo studente volesse migliorare il voto ottenuto nel test o svolgere l'esame de novo (quest'ultima condizione si presenta anche per gli studenti che non hanno svolto il test scritto) sarà svolto un esame orale che verterà sull'intero programma del corso e delle esercitazioni. L'esame orale consiste in almeno tre domande. Per superare l'esame occorre riportare un voto non inferiore a 18/30; più in particolare, la votazione è così determinata:
----------	---

	18-21: lo studente ha acquisito i concetti di base e ha una capacità di analisi che emerge solo con l'aiuto del docente. Il modo di esprimersi e linguaggio usato sono complessivamente corretti. 22-25: lo studente ha acquisito in maniera discreta i concetti di base, sa orientarsi tra i vari argomenti trattati e possiede una capacità di analisi autonoma che sa esprimere con un linguaggio corretto. 26-29: lo studente possiede un bagaglio di conoscenze ben strutturato. È in grado di rielaborare in maniera autonoma le conoscenze acquisite con ricchezza di riferimenti che sa esprimere con un linguaggio corretto. 30 e 30 e lode: lo studente possiede un bagaglio di conoscenze completo e approfondito. I riferimenti culturali sono ricchi e aggiornati. Si esprime con brillantezza e proprietà di linguaggio. 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, gli argomenti sono esposti in modo non coerente e con linguaggio inappropriato.
English	<i>A written test consisting of open-ended and multiple-choice questions on topics covered during the lectures will be administered during the course. Successful completion of the test allows students to obtain the final grade for the module. Students who wish to improve the grade obtained in the written test, as well as those who did not take the test, may sit for an oral examination covering the entire course syllabus and practical activities. The oral examination consists of at least three questions.</i> <i>To pass the examination, students must obtain a grade of at least 18/30. Grades are awarded according to the following criteria:</i> • 18–21: <i>The student demonstrates a basic understanding of the fundamental concepts and analytical skills that emerge only with guidance from the examiner. Scientific terminology and communication are generally correct.</i> • 22–25: <i>The student demonstrates a satisfactory understanding of the core concepts, is able to navigate the topics covered during the course, and shows an autonomous capacity for analysis expressed through appropriate scientific language.</i> • 26–29: <i>The student demonstrates a well-structured body of knowledge and is able to independently elaborate on the concepts acquired, integrating them with relevant examples and references. Scientific terminology is used accurately and appropriately.</i> • 30–30 cum laude: <i>The student demonstrates a comprehensive and in-depth mastery of the subject. Knowledge is broad, well integrated, and up to date. Ideas are communicated with exceptional clarity, precision, and scientific rigor.</i> • Fail: <i>Significant gaps and/or inaccuracies in the knowledge and understanding of the topics covered; limited analytical and synthetic abilities; frequent overgeneralizations; insufficient critical thinking and judgment; inability to present concepts coherently and appropriately using scientific terminology.</i>