

**CORSO DI STUDIO** *Physics (LM-17)*

**ANNO ACCADEMICO** 2024-2025

**DENOMINAZIONE DELL'INSEGNAMENTO** *Machine Learning for Physics*

Principali informazioni sull'insegnamento	
Anno di corso	2°
Periodo di erogazione	1° semestre: Settembre - Dicembre 2024
Crediti formativi universitari (CFU/ECTS):	6
SSD	FIS/07
Lingua di erogazione	Inglese
Modalità di frequenza	Raccomandata, non obbligatoria

Docente	
Nome e cognome	Alfonso Monaco
Indirizzo mail	alfonso.monaco@uniba.it
Telefono	+393403536419
Sede	Dipartimento Interateneo di Fisica
Sede virtuale	
Ricevimento	Su appuntamento: Lunedì 15-17, Mercoledì 15-17

Organizzazione della didattica			
Ore			
Totali	Didattica frontale	Pratica (laboratorio, campo, esercitazione, altro)	Studio individuale
150	40	15	95
CFU/ECTS			
6	5	1	

<b>Obiettivi formativi</b>	Fondamenti sul Machine Learning e sulla trattazione dei dati
<b>Prerequisiti</b>	Il corso richiede: <ul style="list-style-type: none"> <li>• una profonda conoscenza della statistica, dell'algebra lineare e della probabilità;</li> <li>• conoscenze di programmazione di base.</li> </ul>

<b>Metodi didattici</b>	Lezioni frontali, gruppi di studio e discussione
-------------------------	--

<b>Risultati di apprendimento previsti</b>  <i>Da indicare per ciascun Descrittore di Dublino (DD=</i>	<p>- <b>Descrittore di Dublino 1:</b> <i>conoscenza e capacità di comprensione (che cosa lo/la studente/studentessa conosce al termine dell'insegnamento);</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprensione del metodo scientifico, della natura e delle modalità della ricerca in Fisica</li> <li>• Conoscenza delle tecniche di calcolo avanzate</li> <li>• Conoscenza degli strumenti informatici avanzati di uso corrente nei settori della ricerca di base ed applicata</li> <li>• Conoscenza del calcolo ad alte prestazioni</li> <li>• Conoscenza dei sistemi complessi</li> <li>• Concetti base sul Machine Learning</li> <li>• Abilità di programmazione per big data</li> <li>• Fondamenti di R</li> <li>• Visualizzazione e presentazione dei risultati relativi ad analisi dati</li> <li>• Capacità di lavorare in gruppo.</li> </ul>
--	--

<p><b>DD1</b> Conoscenza e capacità di comprensione</p> <p><b>DD2</b> Conoscenza e capacità di comprensione applicate</p> <p><b>DD3-5</b> Competenze trasversali</p>	<p>- <b>Descrittore di Dublino 2:</b> <i>capacità di applicare conoscenza e comprensione (che cosa lo/la studente/studentessa sa fare al completamento dell'insegnamento ovvero quali sono le competenze che ha acquisito);</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Capacità di utilizzare lo strumento dell'analogia per applicare soluzioni conosciute a problemi nuovi (problem solving)</li> <li>● Capacità di progettare e di mettere in atto procedure sperimentali o teoriche per risolvere problemi della ricerca accademica e industriale o per il miglioramento dei risultati esistenti</li> <li>● Capacità di utilizzo di strumenti di calcolo matematico analitico e numerico</li> <li>● Capacità di utilizzo delle tecnologie elettroniche e informatiche e la loro applicazione all'acquisizione dei dati sperimentali</li> <li>● Modellare database riguardanti sistemi reali</li> <li>● Comprendere la dinamica di sistemi complessi reali</li> </ul> <p>- <b>Descrittore di Dublino 3:</b> <i>capacità critiche e di giudizio</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Capacità di lavorare con crescenti gradi di autonomia, anche assumendo responsabilità nella programmazione di progetti e nella gestione di strutture</li> <li>● Applicare le nozioni apprese a contesti multidisciplinari</li> <li>● Applicare i concetti matematici a sistemi reali</li> </ul> <p>- <b>Descrittore di Dublino 4:</b> <i>capacità di comunicare quanto si è appreso</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Competenze nella comunicazione in lingua italiana e in lingua inglese nei settori avanzati della Fisica</li> <li>● Chiarezza argomentativa ed espositiva</li> </ul> <p>- <b>Descrittore di Dublino 5:</b> <i>capacità di proseguire lo studio in modo autonomo nel corso della vita</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Acquisizione di strumenti conoscitivi di base per l'aggiornamento continuo delle conoscenze</li> <li>● Applicazioni ad altre discipline</li> </ul>
<p><b>Contenuti di insegnamento (Programma)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Introduzione al Machine Learning: differenza fra approccio supervisionato e non supervisionato;</li> <li>● Introduzione al framework R;</li> <li>● Ingegnerizzazione delle caratteristiche: tecniche di riduzione della dimensionalità del campione, Principal Component Analysis (PCA), metodi di filtering, metodi di wrapper, metodi embedded;</li> <li>● Algoritmi di ML non supervisionati: algoritmi di clustering;</li> <li>● Algoritmi di ML supervisionati: classificazione, regressione, overfitting, underfitting, bias, varianza.</li> <li>● Metriche per il calcolo delle prestazioni degli algoritmi supervisionati: Accuratezza, Sensività, Specificità, Curva Roc.</li> <li>● Algoritmo K-Nearest Neighbor (KNN);</li> <li>● Algoritmo Bayesiano;</li> <li>● Alberi decisionali: CART, ID3, C4.5;</li> <li>● Tecniche di Ensemble: Bagging e Boosting;</li> <li>● Algoritmo Adaboost;</li> <li>● Algoritmo Random Forest;</li> <li>● Il wrapper method Boruta;</li> <li>● Le reti neurali artificiali;</li> <li>● Support Vector Machine (SVM);</li> <li>● Tecniche di eXplainable Artificial Intelligence (XAI);</li> </ul> <p>Cenni sul deep Learning: Convolutional Neural Network (CNN).</p>
<p><b>Testi di riferimento</b></p>	<p>Christopher M. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning</p>
<p><b>Note ai testi di riferimento</b></p>	

<b>Materiali didattici</b>	Google Drive
<b>Valutazione</b>	
Modalità di verifica dell'apprendimento	Presentazione orale di un caso studio
Criteri di valutazione	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Conoscenza e capacità di comprensione</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Consistenza di domande/risposte</li> </ul> </li> <li>● <b>Conoscenza e capacità di comprensione applicate</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Risoluzione di problemi numerici</li> </ul> </li> <li>● <b>Autonomia di giudizio</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Consistenza con i temi del corso</li> <li>○ Debug del codice</li> </ul> </li> <li>● <b>Abilità comunicative</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Chiarezza argomentativa ed espositiva</li> </ul> </li> <li>● <b>Capacità di apprendere</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Applicazioni ad altre discipline</li> </ul> </li> </ul>
Criteri di misurazione dell'apprendimento e di attribuzione del voto finale	Capacità di selezionare e applicare metodi di analisi dati descrittivi e predittivi. Capacità di scoprire patterns all'interno dei dati utilizzando le tecniche di analisi trattate durante il corso. Adeguata comprensione e conoscenza globale dei concetti e degli argomenti alla base delle metodologie di machine learning descritte durante il corso.
<b>Altro</b>	
	.