

## LAUREA MAGISTRALE INTERATENEO IN

### FISICA DEI SISTEMI COMPLESSI (classe LM-17 ex D.M. 270/2004)

#### **MANIFESTO degli STUDI e Guida dello Studente**

**per l'A.A. 2023/24**

Presidente del Corso di Studi : Prof. Guido Boffetta

Commissione didattica: Proff. Guido Boffetta, Michele Caselle, Leonardo Castellani, Stefano Musacchio, Alberto Lerda

Docenti di riferimento: Proff. Michele Caselle, Guido Boffetta e Leonardo Castellani

Scuola di Scienze della Natura Università di Torino, Dipartimento di Scienze ed Innovazione Tecnologica Università del Piemonte Orientale

Corso di studio ad accesso libero

#### **Iscrizione e Requisiti di accesso**

Alla Laurea Magistrale potranno accedere studenti in possesso della Laurea in Fisica (classe 25 o classe L-30) o di altre Lauree, o titoli esteri equipollenti, che consentano l'acquisizione di un congruo numero di CFU di insegnamenti di Matematica e di insegnamenti di Fisica o assimilabili, definito nel Regolamento Didattico del Corso di Studi. In particolare è necessario che gli studenti abbiano acquisito sufficienti conoscenze nella fisica classica, nella meccanica quantistica, nell'attività di laboratorio di fisica, oltre che conoscenze di base di analisi matematica, geometria e teoria della probabilità/statistica.

La personale preparazione dei candidati sarà verificata da un'apposita Commissione del Consiglio di Corso di Studi, secondo modalità definite dal Regolamento Didattico; la Commissione fisserà un calendario per lo svolgimento dei colloqui.

Per informazioni sulle [modalità di accesso](#) vedere il sito.

La gestione amministrativa della Laurea Magistrale viene assicurata dall'Università di Torino; saranno disponibili presso il Dipartimento di Scienze ed Innovazione Tecnologica Università del

Piemonte Orientale le procedure telematiche per l'iscrizione al Corso di Laurea magistrale, la scelta del piano di studi e la registrazione degli esami.

### **Percorso formativo e possibili sbocchi occupazionali**

La laurea magistrale in Fisica dei sistemi complessi fornisce una preparazione specialistica rivolta allo studio e alla modellizzazione di sistemi e fenomeni complessi naturali e antropici, in particolare nell'ambito della fisica dei fluidi (turbolenza e dispersione), dell'econofisica, della biologia computazionale e delle neuroscienze, della computazione e informazione quantistica.

Il dottore magistrale in Fisica dei sistemi complessi dovrà possedere:

- una solida preparazione in vari settori di punta della fisica moderna e nei loro aspetti applicativi;
- una piena padronanza dei metodi fisici, matematici e numerici per l'analisi di un'ampia varietà di sistemi e fenomeni complessi;
- la capacità di applicare le conoscenze e le tecniche acquisite alla soluzione di problemi nuovi e allo studio di situazioni interdisciplinari;
- la capacità di trasferire le metodologie apprese anche in ambiti extrascientifici (gestionali, organizzativi, produttivi).

La solida preparazione di base, il ricco bagaglio metodologico che può trovare applicazioni in svariati ambiti scientifici, la presenza di insegnamenti di discipline non fisiche e l'effettiva interdisciplinarietà di alcuni insegnamenti di settori fisici (attinenti ad esempio all'econofisica, all'analisi fisico-statistica di sistemi biologici, alla modellizzazione di fenomeni ambientali, alla computazione quantistica) garantiscono al dottore magistrale in Fisica dei sistemi complessi un ampio spettro di possibilità occupazionali.

### **Principali ambiti occupazionali e figure professionali:**

Ricerca e organizzazione della ricerca in fisica e in ambiti interdisciplinari ad essa connessi, presso enti pubblici e privati;

Profili dirigenziali e di coordinamento operativo in aziende operanti nei campi: industriale, finanziario, della consulenza, della tecnologia dell'informazione;

Specialisti in analisi statistiche dei mercati finanziari;

Specialisti in monitoraggio e controllo ambientale;

Specialisti nella modellizzazione di sistemi biologici.

Specialisti in computazione e informazione quantistica.

### **Descrizione delle attività formative**

Le attività formative del corso di Laurea Magistrale in Fisica dei sistemi complessi si dividono in:

1. B) Caratterizzanti: insegnamenti appartenenti ai settori scientifico-disciplinari (SSD) di Fisica: 43 CFU
2. C) Affini/integrative:
  - 1) gruppo A11: insegnamenti interdisciplinari appartenenti a SSD non di Fisica: 12 CFU
  - 2) gruppo A12: ulteriori insegnamenti appartenenti a SSD di Fisica: 6 CFU
3. D) A scelta dello studente: 12 CFU
4. E) Preparazione della tesi di laurea: 46 CFU
5. F) Ulteriori attività formative: 1 CFU

L'unità di misura dell'impegno richiesto è il credito formativo universitario (CFU): di norma 1 CFU equivale a 25 ore di impegno, di cui 8 ore di lezione/esercitazione/attività di laboratorio e 17 ore di studio individuale (inclusa la preparazione delle relazioni di laboratorio). La Laurea Magistrale richiede l'acquisizione di 120 CFU ripartiti tra le diverse attività formative nei due anni, secondo il seguente schema indicativo:

### **I ANNO**

Attività	Insegnamento	SSD	Ambito	CFU
B	Tecniche di analisi numeriche e simulazione oppure Metodi di osservazione e misura; Elementi di statistica non lineare oppure Algoritmi numerici per la fisica oppure Laboratorio di geofisica computazionale oppure Laboratorio di tecniche avanzate di modellizzazione: MAS	FIS/01	Sperimentale-applicativo	6
B	Sistemi dinamici	FIS/07	Sperimentale-applicativo	7
B	Meccanica statistica oppure Meccanica statistica B	FIS/02	Teorico e dei fondamenti della fisica	6
B	Due corsi a scelta tra: Meccanica quantistica II, Fisica della materia condensata, Complementi di Meccanica Quantistica, Complementi di Metodi Matematici per la Fisica, Sistemi Complessi per la Biologia, Introduzione alla teoria dei gruppi, Fondamenti di Teoria dei Campi, Metodi matematici per la fisica della complessità, Introduzione alla Computazione Quantistica, Introduzione alla Teoria dei Campi, Reti Neurali	FIS/02	Teorico e dei fondamenti della fisica	6
B	Processi stocastici per la fisica	FIS/06	Astrofisico, geofisico e spaziale	6
C	Un corso affine/integrativo (*)	Gruppo A11	Affine/integrativo	6
C	Un corso affine/integrativo (*)	Gruppo A11	Affine/integrativo	6
C/D	Un corso affine/integrativo (**) oppure Un corso a scelta (***)	Gruppo A12	Affine/integrativo o a scelta	6
D	Un corso a scelta (***)		A scelta	6
Totale I anno				60

I corsi affini/integrativi (\*,\*\*) e a scelta (\*\*\*) disponibili nell'a.a. 2021/22 sono elencati in successive tabelle.

## II ANNO

Attività	Insegnamento	SSD	Ambito	CFU
B	Fisica della materia A oppure Onde non Lineari Turbolenza oppure Complementi di struttura della Materia	FIS/03	Microfisico e della struttura della materia	6
D/C	Un corso a scelta (***) oppure Un corso affine/integrativo (**)	Gruppo A12	A scelta o Affine/integrativo	6
F	Seminario sulla comunicazione scientifica			1
E	Preparazione tesi di laurea			22
E	Prova finale			24
Totale II anno				60

Attraverso i 18 CFU di insegnamenti affini/integrativi e i 12 CFU di insegnamenti a scelta è possibile definire uno fra i quattro indirizzi

1. Sistemi dinamici e turbolenza
2. Sistemi complessi socioeconomici
3. Informazione e computazione quantistica
4. Sistemi complessi per la Biologia

Gli insegnamenti affini/integrativi del gruppo A11 (\*) e del gruppo A12 (\*\*) sono elencati nella seguente tabella; essi possono anche essere utilizzati come corsi a scelta (\*\*\*)

Att. Form. (Gruppo)	Insegnamento	SSD	CFU
C (A11)	Analisi e Visualizzazione di Reti Complesse	INF/01	9
C (A11)	Asset Pricing and Portfolio choice	SECS-P/01	9

C (A11)	Biofisica Statistica	MAT/07	6
C (A11)	Biologia e biologia molecolare	BIO/11	6
C (A11)	Derivatives	SECS-S/06	9
C (A11)	Econometrics II	SECS-P/005	12
C (A11)	Economic real analysis	SECS-S/06	6
C (A11)	Elementi di fisiologia	BIO/09	6
C (A11)	Elementi di teoria dei giochi e delle reti	MAT/07	6
C (A11)	Fluid Mechanics	ICAR/01	6
C (A11)	Games and Decisions	SECS-S/06	6
C (A11)	Macroeconomics II	SECS-P/01	9
C (A11)	Mathematics for insurance	SECS-S/06	6
C (A11)	Meccanica statistica del disequilibrio: fondamenti e applicazioni	MAT/07	6
C (A11)	Microeconomia	SECS-P/01	6
C (A11)	Microeconomics II	SECS-P/01	9
C (A11)	Modelli di simulazione per l'economia	SECS-P/01	6
C (A11)	Probabilità statistica e Processi Stocastici	MAT/07	8
C (A11)	Sistemi Dinamici e Teoria del Caos	MAT/07	6
C (A12)	Complementi di Teoria dei Campi	FIS/02	6
C (A12)	Complessità nei sistemi sociali	FIS/02	6

C (A12)	Complexity Economics	FIS/02	6
C (A12)	Data Mining: modellizzazione statistica e apprendimento automatico	FIS/07	6
C (A12)	Deep Learning	FIS/07	6
C (A12)	Dinamica dei fluidi planetari	FIS/06	6
C (A12)	Dinamica dei sistemi estesi	MAT/07	6
C (A12)	Econofisica	FIS/02	6
C (A12)	Epidemiologia digitale	FIS/02	6
C (A12)	Introduzione alla informazione quantistica	FIS/02	6
C (A12)	Machine Learning	FIS/02	6
C (A12)	Sistemi complessi per la Fisica del Clima	FIS/02	6
C (A12)	Sistemi Complessi per le Neuroscienze	FIS/02	6
C (A12)	Teoria dei Campi Statistica	FIS/02	6
C (A12)	Turbolenza e dispersione	FIS/06	6

Gli insegnamenti a scelta (\*\*\*) possono essere selezionati liberamente tra tutti gli insegnamenti offerti dai due Atenei, purché siano coerenti con il piano di studi.

Maggiori informazioni sulla Laurea Magistrale in Fisica dei sistemi complessi sono disponibili sul sito web: <http://fisica-sc.campusnet.unito.it/cgi-bin/home.pl> e presso i responsabili degli indirizzi:

- Sistemi dinamici e turbolenza:

Prof. Guido Boffetta, [guido.boffetta@unito.it](mailto:guido.boffetta@unito.it)

- Informazione e computazione quantistica:

Prof. Leonardo Castellani, [leonardo.castellani@uniupo.it](mailto:leonardo.castellani@uniupo.it)

- Sistemi complessi per la Biologia:

Prof. Michele Caselle, [michele.caselle@unito.it](mailto:michele.caselle@unito.it)

- Indirizzo Econofisico

Prof. Dino Gerardi [dino.gerardi@unito.it](mailto:dino.gerardi@unito.it)

Dott. Marco Pangallo [marco.pangallo@unito.it](mailto:marco.pangallo@unito.it)