

# **REGOLAMENTO DIDATTICO**

## **del**

### **CORSO DI STUDI NELLA LAUREA MAGISTRALE**

#### **IN FISICA AMBIENTALE E BIOMEDICA**

### **Art. 1 - Denominazione e classe di appartenenza**

E' istituito presso l'Università degli Studi di Torino, Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali, il Corso di Laurea Magistrale in Fisica Ambientale e Biomedica, afferente alla Classe 20/S delle Lauree Magistrali in Fisica.

### **Art. 2 - Requisiti di ammissione**

Sono ammessi al Corso di Laurea Magistrale in Fisica Ambientale e Biomedica gli studenti in possesso di Laurea Triennale in Classe Fisica.

### **Art. 3 - Obiettivi formativi**

Il Corso di Laurea Magistrale in Fisica Ambientale e Biomedica ha l'obiettivo di assicurare allo studente un'adeguata padronanza di metodi e contenuti scientifici di base che gli consentano di affrontare la ricerca scientifica nella fisica della ecosfera e della materia vivente, e quindi la progettazione e lo sviluppo di tecnologie fisiche innovative nel campo della protezione dell'ambiente e della sanità pubblica.

Il Corso di Laurea Magistrale è articolato in due indirizzi, Ambientale e Biomedico, nell'ambito di comuni obiettivi formativi.

Nell'indirizzo Ambientale lo studente acquisisce la padronanza degli aspetti metodologici e tecnologici necessari all'analisi e alla gestione dei sistemi terrestri, marini, atmosferici, alle analisi climatologiche ed alle problematiche del territorio.

Nell'indirizzo Biomedico vengono approfonditi gli aspetti fisici dei meccanismi di funzionamento dei sistemi biologici e della loro interazione con agenti fisici, in particolare con le radiazioni ionizzanti e non ionizzanti, a livello cellulare e sistemico; una parte rilevante della preparazione riguarda le applicazioni della fisica alle tecnologie usate nell'indagine diagnostica e nella terapia in medicina.

Per entrambi gli indirizzi la formazione è completata da un'ampia pratica di laboratorio ed attività sul campo. Il laureato specialista nella Laurea Magistrale in Fisica Ambientale e Biomedica avrà:

- una solida preparazione culturale scientifica di base a carattere fisico-matematico sui meccanismi che regolano i sistemi ambientale e biologico; una buona padronanza del metodo di ricerca scientifica e delle diverse metodologie d'indagine necessarie alla conoscenza di processi biologici ed ambientali, nonché degli strumenti matematici ed informatici di supporto;
- una conoscenza approfondita delle tecnologie di indagine, delle moderne strumentazioni di misura e delle metodologie di analisi e gestione dei dati;
- la capacità di analizzare, controllare e gestire realtà complesse, di individuare ed organizzare le interazioni dei diversi fattori che costituiscono processi, sistemi e problemi ambientali e biologici complessi;
- la capacità di operare con autonomia in gruppi di lavoro, di coordinare progetti e strutture relativi alla conservazione ed alla gestione delle diverse realtà e problematiche ambientali, in particolare a scala territoriale, nonché relativi alla progettazione ed allo sviluppo di tecnologie innovative nel settore biosanitario;
- competenze operative sperimentali in laboratorio e sul campo che lo rendano capace di operare professionalmente e di fornire un adeguato supporto tecnico-scientifico ad attività industriali, mediche,

sanitarie e concernenti l'ambiente e il risparmio energetico e in generale a quelle attività che necessitano metodologie e tecnologie fisiche;

· la capacità di utilizzare fluentemente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell'Unione Europea oltre l'italiano (tipicamente l'inglese), con riferimento anche ai lessici disciplinari e tecnici.

Tra le attività che i laureati specialisti sono in grado di svolgere, si segnalano in particolare:

· la redazione di piani di conoscenza, controllo, prevenzione e gestione in campo ambientale, della sanità e dei beni culturali, nonché di gestione e progettazione delle relative tecnologie;

· la realizzazione e la valutazione di studi di impatto ambientale;

· la progettazione e il monitoraggio di progetti di risanamento ambientale, da sistemi produttivi e da soggetti privati;

· la promozione e il coordinamento di iniziative di politica ambientale, anche al fine di concorrere alla formazione di un consenso critico e propositivo dei cittadini alla soluzione dei problemi posti dal territorio;

· progettazione in ambiti correlati con le discipline ambientali e biomediche, nei settori dell'industria, dell'ambiente, dei beni culturali e della pubblica amministrazione;

· divulgazione di argomenti di carattere ambientale e biomedico ad alto livello, nonché organizzazione e gestione di progetti di diffusione della cultura scientifica.

La preparazione offerta dalla Laurea Magistrale Ambientale e Biomedica la rende elettiva ai fini dell'accesso alla Scuola di Specializzazione in Fisica Sanitaria.

Le competenze acquisite trovano applicazione nei settori dell'industria, dell'ambiente, della sanità, dei beni culturali e della pubblica amministrazione, nella divulgazione ad alto livello della cultura scientifica (con particolare riferimento agli aspetti teorici, sperimentali e applicativi della fisica), e nella formazione scientifica e professionale ad alto livello nei settori summenzionati.

In particolare, gli sbocchi occupazionali, in funzione delle competenze sopra delineate, sono prevedibili attraverso l'inserimento:

· nella ricerca fondamentale ed applicata nei settori della Fisica Ambientale e Biomedica presso le Università, enti di ricerca ed aziende pubbliche e private, presso il Servizio Sanitario Nazionale, le Agenzie Regionali per la Protezione Ambientale;

· in centri di acquisizione ed elaborazione dati;

· in attività connesse con la diffusione della cultura e informazione scientifica;

· l'inserimento nei Servizi di Fisica Sanitaria in Aziende Ospedaliere ed ASL, previo conseguimento del Diploma di Specializzazione in Fisica Sanitaria;

· nell'insegnamento della Scuola Secondaria, previo conseguimento del titolo finale della Scuola di Specializzazione per l'insegnamento secondario.

## **Art. 4 - Tipologie delle Forme Didattiche**

La didattica può essere svolta nelle seguenti forme:

- 1) lezioni frontali in aula, eventualmente coadiuvate da strumenti audio-visivi multimediali;
- 2) esercitazioni, numeriche e di altro tipo, in aula o in aula attrezzata;
- 3) sperimentazioni in laboratorio, a banco singolo e a banco multiplo;
- 4) stages esterni;
- 5) didattica telematica.

Gli insegnamenti possono essere articolati in moduli. La frequenza è richiesta solo per i corsi di laboratorio.

## **Art. 5 – Curricula e Piani di studio**

Gli studenti, al momento dell'iscrizione alla Laurea Magistrale compila il piano di studi: una apposita Commissione è a disposizione degli studenti per consigli e suggerimenti. Esempi di piani di studio possono essere consultati telematicamente (Percorsi di Laurea Magistrale). È prevista la presentazione di piani di studio individuali che, soddisfacendo i requisiti della classe di appartenenza, modifichino le proposte formative suggerite, previa approvazione della apposita Commissione. Il piano di studi può essere variato,

secondo le tempistiche indicate dall'Ateneo, previa approvazione del coordinatore della Laurea Magistrale. Inoltre gli studenti all'inizio di ogni Anno Accademico devono indicare l'elenco dei crediti "acquistati" per quell'anno, secondo le norme indicate nel Regolamento Didattico di Ateneo (<http://www.unito.it>).

## Art. 6 - Verifica del Profitto

L'acquisizione dei crediti avviene attraverso il superamento degli esami, previsti al termine di ciascun modulo ed in altri periodi dell'anno fissati e pubblicati per via telematica all'inizio di ogni anno accademico.

Le modalità di verifica del profitto degli studenti possono prevedere prove scritte e/o orali con votazione in trentesimi.

Diverse articolazioni delle modalità di esame possono comunque essere deliberate dalle strutture didattiche competenti.

## Art. 7 - Prova Finale e conseguimento del titolo

La prova finale consiste nella discussione di una tesi scritta (in italiano o in una lingua della comunità europea) sull'attività svolta dallo studente su un argomento di carattere specialistico. Il lavoro per la preparazione della tesi deve corrispondere ad un impegno corrispondente al numero di crediti assegnati. La tesi è discussa davanti ad una commissione appositamente nominata.

Il voto finale di Laurea è attribuito in centodecimi. La trasformazione in centodecimi dei voti conseguiti nelle varie attività didattiche, con votazione espressa in trentesimi, comporta una media dei voti, pesata con i crediti relativi. Il Consiglio del Corso di Studi può decidere regole per aumentare la media pesata dei voti riportati, espressa in centodecimi, considerando la media stessa, la qualità del lavoro relativo alla prova finale e la durata totale degli studi.

## Art. 8 - Riconoscimento dei crediti acquisiti presso altro corso di studio

Il riconoscimento dei crediti acquisiti presso un altro corso di studio dell'Ateneo o in corsi di altra Università, nonché di conoscenze ed abilità professionali, certificate, viene effettuato mediante delibera del Consiglio del Corso di Studi su proposta della Commissione Didattica, la quale verifica i contenuti delle attività formative svolte e la loro equipollenza e compatibilità con gli obiettivi didattici del Corso. Le Tabelle che seguono fanno parte integrante del presente Regolamento Didattico.

### Tabella 1

Nella seguente tabella sono riportate le attività formative richieste per il conseguimento della Laurea Magistrale in Ambientale e Biomedica.

Attività formative di base	totale CFU	Settori scientifico disciplinari
Discipline matematiche e informatiche	22-22	INF/01 : INFORMATICA
		MAT/03 : GEOMETRIA
		MAT/05 : ANALISI MATEMATICA
Discipline fisiche	20-20	FIS/01 : FISICA SPERIMENTALE

Attività caratterizzanti	totale	Settori scientifico disciplinari
--------------------------	--------	----------------------------------

	CFU	
<b>Sperimentale-applicativo</b>	61-61	FIS/01 : FISICA SPERIMENTALE
		FIS/07 : FISICA APPLICATA (A BENI CULTURALI, AMBIENTALI, BIOLOGIA E MEDICINA)
<b>Teorico e dei fondamenti della fisica</b>		
<b>Microfisico e della struttura della materia</b>	12-12	FIS/03 : FISICA DELLA MATERIA
		FIS/04 : FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE
<b>Astrofisico-geofisico e spaziale</b>	1-6	FIS/06 : FISICA PER IL SISTEMA TERRA E PER IL MEZZO CIRCUMTERRESTRE

Attività affini o integrative	totale CFU	Settori scientifico disciplinari
<b>Discipline chimiche</b>	6-6	CHIM/03 : CHIMICA GENERALE E INORGANICA
<b>Discipline scientifiche</b>	9-10	MAT/05 : ANALISI MATEMATICA
<b>Interdisciplinarieta e applicazioni</b>	1-14	BIO/09 : FISILOGIA
		CHIM/02 : CHIMICA FISICA
		CHIM/03 : CHIMICA GENERALE E INORGANICA
		GEO/11 : GEOFISICA APPLICATA
		ING-INF/01 : ELETTRONICA
		ING-INF/02 : CAMPI ELETTROMAGNETICI
		ING-INF/05 : SISTEMI DI ELABORAZIONE DELLE INFORMAZIONI
		MAT/03 : GEOMETRIA
		MAT/05 : ANALISI MATEMATICA
		MAT/07 : FISICA MATEMATICA
<b>Teorico e dei fondamenti della fisica</b>	21-21	FIS/02 : FISICA TEORICA, MODELLI E METODI MATEMATICI
		FIS/08 : DIDATTICA E STORIA DELLA FISICA

Ambito aggregato per crediti di sede	totale CFU	Settori scientifico disciplinari
--------------------------------------	------------	----------------------------------

24-60	BIO/06 : ANATOMIA COMPARATA E CITOLOGIA
	BIO/09 : FISILOGIA
	BIO/16 : ANATOMIA UMANA
	CHIM/01 : CHIMICA ANALITICA
	CHIM/02 : CHIMICA FISICA
	CHIM/05 : SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI POLIMERICI
	CHIM/06 : CHIMICA ORGANICA
	FIS/01 : FISICA SPERIMENTALE
	FIS/02 : FISICA TEORICA, MODELLI E METODI MATEMATICI
	FIS/03 : FISICA DELLA MATERIA
	FIS/04 : FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE
	FIS/05 : ASTRONOMIA E ASTROFISICA
	FIS/06 : FISICA PER IL SISTEMA TERRA E PER IL MEZZO CIRCUMTERRESTRE
	FIS/07 : FISICA APPLICATA (A BENI CULTURALI, AMBIENTALI, BIOLOGIA E MEDICINA)
	GEO/10 : GEOFISICA DELLA TERRA SOLIDA
	GEO/12 : OCEANOGRAFIA E FISICA DELL'ATMOSFERA
	INF/01 : INFORMATICA
	ING-INF/05 : SISTEMI DI ELABORAZIONE DELLE INFORMAZIONI
	MAT/03 : GEOMETRIA
	MAT/05 : ANALISI MATEMATICA
	MAT/06 : PROBABILITA E STATISTICA MATEMATICA
	MAT/07 : FISICA MATEMATICA
MED/01 : STATISTICA MEDICA	

<b>Altre attività formative</b>	<b>CFU</b>	<b>Tipologie</b>
<b>A scelta dello studente</b>	<b>33</b>	
<b>Per la prova finale</b>	48	
<b>Altre (art.10, comma1, lettera f)</b>		Ulteriori conoscenze linguistiche
		Abilità informatiche e relazionali
		Tirocini
		Altro
	18	Totale
<b>Totale Altre attività formative</b>	<b>99</b>	

<b>Previsione e programmazione della domanda</b>	
Programmazione nazionale (art.1 Legge 264/1999)	no
Programmazione locale (art.2 Legge 264/1999)	no
Offerta potenziale	50
<b>Rilevazione Ufficio statistico</b>	
Immatricolati per la prima volta al sistema al 30 novembre 2001	
Iscritti al primo anno In Totale al 30 novembre 2001	
di cui A TEMPO PIENO	

N.B.: I singoli insegnamenti saranno stabiliti annualmente dai relativi Consigli di Facoltà e saranno pubblicati sulla Guida dello Studente - Manifesto degli Studi.



## Tabella 2

(Obiettivi formativi dei corsi attivati)

N.B. Altri insegnamenti possono essere presi dalle altre Lauree Magistrali in classe 20/S o 66/S

Insegnamenti ed altre attività	Ambiti	Settore	Obiettivi	CFU
Meccanica Quantistica II	Teorico e dei fondamentali della fisica	Fis/02	<p>Lo scopo principale del corso e' l'approfondimento dei concetti gia' visti in Meccanica Quantistica I, con numerosi esercizi.</p> <p>I nuovi argomenti introdotti riguardano:</p> <p>a) la teorie delle particelle identiche, con un'elementare introduzione alla seconda quantizzazione,</p> <p>b) la teoria dello scattering (equazione di Lippmann Schwinger, approssimazione di Born e sviluppo in onde parziali),</p> <p>c) l'interazione con campi elettrici e magnetici,</p> <p>d) l'approssimazione semiclassica a partire dagli integrali di cammino alla Feynman.</p>	6
Meccanica Quantistica II per Astrofisica e Fisica Applicata	Teorico e dei fondamentali della fisica	Fis/02	<p>Analisi, piu' approfondita di quanto visto nei corsi precedenti, degli elementi fondamentali della Meccanica Quantistica non relativistica e dei formalismi matematici ad essa connessi e loro utilizzazione pratica per lo studio di problemi specifici.</p> <p>Riesame delle formulazioni di Schroedinger e di Heisenberg. Particelle identiche e problemi di piu' corpi (cenni). Richiami su metodi approssimati. Perturbazioni dipendenti dal tempo. Elementi di teoria dell'urto. Esercizi.</p>	6
Metodi Matematici della Fisica II	Teorico e dei fondamentali della fisica	Fis/02	<p>Cenni a spazi topologici e inquadramento in essi degli spazi metrici, normati e unitari gia' introdotti in MMFI e dei concetti di separabilita' e completezza di spazi.</p> <p>Complementi di teoria delle funzioni analitiche: punto all'infinito e sfera di Riemann; unicita' della continuazione analitica; funzioni Gamma e Beta di Eulero; funzioni polidrome e cenno a integrali che le coinvolgono.</p> <p>Sviluppi asintotici; valutazione asintotica di integrali con il metodo di Laplace e con il metodo del punto a sella.</p> <p>Funzionali lineari continui su spazi di Hilbert e formalismo di Dirac dei bra e ket; operatori normali e loro proprieta'; basi ON e calcolo matriciale in spazi unitari di dimensione finita; tutti gli spazi di Hilbert separabili sono isomorfi allo spazio di Hilbert delle componenti; dominio di operatori lineari in spazi di Hilbert, operatori continui, limitati, autoaggiunti; spettro discreto e continuo; funzioni di prova, distribuzioni temperate e terne di Gel'fand; completezza dell'insieme degli autovettori propri e generalizzati di un operatore autoaggiunto (senza dimostrazione), rappresentazione spettrale e giustificazione dei procedimenti euristici relativi allo spettro continuo.</p>	6

			<p>Cenni ad algebre e gruppi di Lie; isomorfismo fra <math>SU(2)/Z_2</math> e <math>SO(3)</math>.</p> <p>Problema di Cauchy per le eq. quasi lineari a derivate parziali del primo ordine; soluzione generale e superfici caratteristiche; classificazione delle eq. a derivate parziali del secondo ordine: eq. della diffusione del calore, di D'Alembert (anche con condizioni di Dirichlet al bordo) e di Poisson. e al problema di Cauchy. Metodo della funzione di Green per eq. differenziali lineari, eq. fondamentale e sua soluzione mediante la Trasformata di Fourier; potenziali ritardati e avanzati.</p>	
Metodi Matematici per Astrofisica e Fisica Applicata	Teorico e dei fondamenti della fisica	Fis/02	<p>Il corso intende approfondire la conoscenza degli strumenti di matematica avanzata appresi nel corso di Metodi Matematici della Fisica, fornendo ulteriori tecniche matematiche atte a risolvere problemi tipici dell'astrofisica e della fisica applicata.</p> <p>Il programma comprende: approfondimenti sulla teoria delle funzioni analitiche (continuazione analitica, funzioni polidrome e funzioni speciali). Richiami sull'integrazione nel piano complesso. Sviluppi asintotici, valutazione asintotica di integrali con il metodo di Laplace e con il metodo del punto a sella. Equazioni differenziali quasi lineari del second'ordine alle derivate parziali, loro classificazione, soluzione generale e superfici caratteristiche; equaz. della diffusione del calore, di D'Alembert (anche con condizioni di Dirichlet al bordo) e di Poisson. Metodo della funzione di Green per eq. differenziali lineari, eq. fondamentale e sua soluzione mediante la Trasformata di Fourier; metodi di risoluzione numerici. Equazioni integrali lineari.</p>	6
Fisica dell'Atmosfera I	Ambito aggregato per crediti di sede	Fis/06	<p>Il corso era stato concepito inizialmente come una introduzione alle fenomenologie atmosferiche in un corso di laurea in Fisica ove tali argomenti risultavano piuttosto estranei al suo background culturale. Anche dopo l'introduzione di altri corsi geofisici e la creazione di questa laurea magistrale, si è ritenuto utile mantenere il carattere originale, con propositi propedeutici.</p> <p>I due moduli del corso ripercorrono quindi ancora il programma dei corsi di fisica del I anno della laurea triennale, applicato all'atmosfera.</p> <p>Gli argomenti del I modulo (propedeutico al II) sono la Statica, Termodinamica e la Dinamica dell'atmosfera, privilegiando in modo particolare gli effetti dell'accelerazione di Coriolis, che sulla Terra in rotazione divengono di primaria importanza. Il corso contiene anche un modulo sulle leggi della similitudine dinamica che regolano la simulazione a scala ridotta di fenomeni atmosferici in laboratorio.</p>	6



Fisica dell'Ambiente I	Astrofisico - Geofisico e Spaziale	Fis/06	<p>Nella parte principale di questo corso si esaminano le varie componenti del sistema climatico (atmosfera, oceano, terre emerse e criosfera) e le loro interazioni, che determinano lo stato osservato del sistema stesso.</p> <p>Tra gli argomenti trattati vi sono:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>le osservazioni del sistema climatico;</li> <li>il bilancio energetico della Terra;</li> <li>il bilancio energetico alla superficie;</li> <li>la circolazione atmosferica e la sua relazione col bilancio energetico;</li> <li>il ruolo dell'oceano e della criosfera;</li> <li>la variabilità e il cambiamento climatico.</li> </ul> <p>Lo scopo è quello di fornire la base concettuale per comprendere come le componenti del sistema climatico contribuiscano, influenzandosi l'una con l'altra, a formare l'attuale clima della Terra e come tale comprensione sia essenziale per prefigurare quali cambiamenti il clima potrebbe subire.</p> <p>Oltre a questi argomenti, in una seconda parte del corso viene trattato nei suoi aspetti di base il problema della dispersione di inquinanti gassosi in atmosfera.</p>	6
Fisica dell'Atmosfera II (***) Per l'anno accademico 2016/2017 il corso di "Fondamenti di Comunicazione" (dott. Maurizio Lucenteforte)	Ambito aggregato per il corso di "Teoria dell'Informazione I" e mutuato dal corso "L.M. Realtà virtuale e Multimedialità (Informatica)"	Fis/06	<p>Il corso è dedicato allo studio della dinamica dell'atmosfera, vista come mezzo fluido continuo e deformabile. Vengono introdotti gli schemi di Eulero e di Lagrange per la descrizione delle equazioni evolutive delle grandezze meteorologiche e dimostrati i più importanti teoremi di conservazione in un fluido rotante.</p>	6