

# DOCUMENTO ISTRUTTORIO RELATIVO ALLE PROCEDURE DI RICONOSCIMENTO DELLA LAUREA IN INGEGNERIA BIOMEDICA AI FINI DELL'EQUIVALENZA CON IL PERCORSO MEDTECH

## Premessa

Un esempio rilevante nel panorama ingegneristico e medico italiano è rappresentato dal primo corso di laurea che integra in modo strutturato le competenze di Medicina e Ingegneria: il corso di laurea MedTec, istituito presso Humanitas University, in collaborazione con il Politecnico di Milano

(<https://www.hunimed.eu/it/course/medtec/struttura-del-programma/>)

Il corso è un percorso a ciclo unico di 6 anni in Medicina e Chirurgia + Ingegneria Biomedica, che si articola in 12 semestri, per un totale di 390 crediti formativi universitari (CFU), di cui 360 per il conseguimento della laurea in Medicina e 30 CFU aggiuntivi per il riconoscimento del titolo di laurea triennale in Ingegneria Biomedica. "I corsi sono organizzati secondo il principio dell'insegnamento integrato, con l'obiettivo di favorire l'apprendimento attivo e interdisciplinare".

I corsi Tec sono **costruiti ad hoc per questa laurea** e li spalmano sui 6 anni, in altre parole sono tutti corsi sviluppati solo per MedTec.

Al termine dei 6 anni del percorso integrato, gli studenti che hanno completato i 360 CFU obbligatori e i 30 CFU di ambito ingegneristico ottengono, quindi, la Laurea Magistrale a ciclo unico in Medicina e Chirurgia (rilasciata a Humanitas) e la Laurea Triennale in Ingegneria Biomedica (rilasciata dal Politecnico di Milano). La richiesta per il rilascio del titolo triennale è "una formalità: dal giorno dopo della laurea ..."

secondo la normativa del Politecnico.

MedTec Humanitas	CFU presenti in MedTech	SSD
Fundamentals of experimental physics	10 CFU (120 ore)	FIS/01
Chemistry and Organic Chemistry	6 CFU (72 ore)	CHIM/07
Mathematics	10 CFU (120 ore)	MAT/03, MAT/05
Statistics	6 CFU (72 ore)	SECS-S/01, SECS-S/02
Computer science	5 CFU (60 ore)	ING-INF/05
<b>TOTALE</b>	<b>31 CFU (444 ore)</b>	

Tabella 1: CFU in ambito STEM di materie di base presenti nella laurea MedTec Humanitas

MedTec Humanitas	CFU presenti in MedTech	SSD
Automation and Mechatronics	6 CFU (72 ore)	ING-INF/04, ING-IND/13
Basics of Circuit Theory	5 CFU (50 ore)	ING-IND/31
Bioelectric signal processing and modelling	4 CFU (48 ore)	ING-INF/06
Biomedical Electronics and instrumentation	10 CFU (120 ore)	MED/36, FIS/07, ING-INF/01, ING-INF/06
Biomechanics and Thermodynamics and Biomaterials	11 CFU (132 ore)	ING-IND/10, ING-IND/34
Biocompatibility and Biomaterials	5 CFU (60 ore)	ING-IND/34
Machine Learning and Artificial Intelligence	5 CFU (60 ore)	ING-INF/05
<b>TOTALE</b>	<b>46 CFU (542 ore)</b>	

Tabella 2: ulteriori CFU in ambito STEM di materie caratterizzanti per L-8 e L-9 presenti nella laurea MedTec (attenzione che gli SSD caratterizzanti non sono gli stessi per L-8 e L-9). Altri CFU sono integrati in condivisione con i MED

## MEDTECH A PADOVA

La laurea MedTech a Padova prevede l'erogazione di CFU in ambito STEM.

Ricordiamo che per Medicina 1 CFU = 12.5 ore, per Ingegneria 1 CFU = 8 ore.

Quindi, ad esempio, i moduli MedTech da 2 CFU corrispondono ad 25 ore di insegnamento ossia 3 CFU di ingegneria; i moduli MedTech da 3 CFU corrispondono ad 37.5 ore di insegnamento ossia 4.7 CFU di ingegneria.

Per il rilascio della Laurea Triennale in Ingegneria Biomedica si richiede che lo studente ottenga ulteriori 51 CFU in ambito ingegneristico da conseguire con il superamento di esami erogati/mutati da CdS della Scuola di Ingegneria.

Le attività formative aggiuntive sono riportate nelle due tabelle sottostanti: Tabella 3 per il riconoscimento della Laurea Triennale in Ingegneria Biomedica in L-8 e Tabella 4 per il riconoscimento della Laurea Triennale in Ingegneria Biomedica in L-9.

I 180 CFU della laurea IBM sono così composti: 126 CFU di base e caratterizzanti, 27 affini e integrativi, 15 a scelta, 6 tirocinio e 6 tra tesi e altre abilità.

I 126 CFU di base e caratterizzanti che sono nel piano attuale della triennale in Ingegneria Biomedica sono riconosciuti attraverso l'ottenimento di solamente 109 CFU, ottenuti da corsi già presenti in MedTech (58 CFU) e dai corsi aggiuntivi (51 CFU), in quanto, come detto sopra, ogni CFU di MedTech corrisponde ad un numero maggiore di ore di lezione rispetto ai CFU di IBM.

Infatti, 126 CFU del percorso IBM corrispondono a 1008 ore erogate dal docente, mentre i 58 CFU erogati in MedTech corrispondono a 712,5 ore erogate dal docente a cui vanno sommate le 408 ore dei corsi aggiuntivi, per un totale di 1120,5 ore.

Tabella 3: Riconoscimento Laurea Triennale in Ingegneria Biomedica in L-8

Anno	Sem.	Corso	SSD	CFU	Ore corso	corsi da Medtech o aggiuntivi	CFU da Medtech	CFU aggiuntivi (Ing)	CFU x completare
I	1	Analisi matematica 1	MAT/05	12	96	Calculus 1		9	
I	1	Fondamenti di chimica per la bioingegneria	CHIM/07	9	72	Biochemistry (8 CFU) + Biomolecules (6 CFU)	9		9
I	2	Algebra lineare e geometria	MAT/03 - 6 CFU MAT/02 - 6CFU	12	96	linear algebra		9	
I	2	Fisica generale 1	FIS/01 - 6 CFU FIS/03 - 6 CFU	12	96	Physics (48 ore + 27 ore di basi di teoria dei circuiti, ottica e elettromagnetismo applicato) +Diagnostic Imaging and Radiotherapy (1 CFU)	10		
II	1	Elementi di informatica e programmazione	ING-INF/05 - 4 CFU INF/01 - 2 CFU - Altro 3 CFU	9	72	Foundation of Computer science		9	
II	1	Fondamenti di analisi matematica e probabilità	MAT/05 - 6 CFU MAT/06 - 3 CFU	9	72	Principle of Biostatistics for precision medicine (5 CFU)+ Medical statistics (1 CFU)	9		
II	1	Elementi di Fisica 2	FIS/01 - 4 CFU FIS/03 - 2 CFU	6	48	argomenti inglobati in + 27 ore di basi di teoria dei circuiti, ottica e elettromagnetismo applicato) +Diagnostic Imaging and Radiotherapy (12.5 ore)			
II	2	Segnali e sistemi	ING-INF/06 - 3CFU ING-INF/04 - 3CFU ING-INF/03 - 3CFU	9	72	Signal and Systems		9	
II	2	Fondamenti di elettronica	ING-INF/01	9	72	Fundamentals of electronics		9	
II	2	Biomateriali	ING-IND/34	6	48	Biomaterials for regenerative medicine (4 CFU)+Surgical devices (2 CFU)	6		3
III	1	Fondamenti di automatica	ING-INF/04	9	72	Control systems 6		6	
III	1	Biomeccanica	ING-IND/34	9	72	Biomechanics 1+Prosthesis and biomaterials for orthopedics 1+robotics for surgery 1	3		
III	2	Tecnologia e strumentazione biomedica	ING-INF/06	9	72	Wearable diagnostic devices 1 + Diagnostic Instrumentation 1+Diagnostic imaging and radiotherapy 2+Technologies for telemedicine and data protection 1+surgical imaging 1+neurotechnology and neurprothesis+digital pathologies 3	9		5
III		A scelta vincolata		6	48	Omics 1+neural networks 1+principle of artificial intelligence and machine learning 5+Ai in medical specialities and clinical trials 2AI methodologies and clinical decision 2+Data management in surgical decision 1	12		6
		Physiology							10
		Anatomy: movement and circulation							4
		PROSTHESIS AND BIOMATERIALS FOR ORTHOPEDY	ING-INF/06						1
		DATA MANAGEMENT IN CLINICAL DECISION	ING-INF/06						1
		VIRTUAL REALITY AND MEDICAL SIMULATION	ING-INF/06						2
		PUBLIC HEALTH							3
TOT				126	1008		58	51	44

Tabella 4: Riconoscimento Laurea Triennale in Ingegneria Biomedica in L-9

Anno	Sem.	Corso	SSD	CFU	Ore corso	corsi da Medtech o aggiuntivi	CFU da Medtech	CFU aggiuntivi (Ing)	CFU x completare
I	1	Analisi matematica 1	MAT/05	12	96	Calculus 1		9	
I	1	Fondamenti di chimica per la bioingegneria	CHIM/07	9	72	Biochemistry (8 CFU) + Biomolecules (6 CFU)	9		9
I	2	Algebra lineare e geometria	MAT/03 - 6 CFU MAT/02 - 6CFU	12	96	linear algebra		9	
I	2	Fisica generale 1	FIS/01 - 6 CFU FIS/03 - 6 CFU	12	96	Physics (48 ore + 27 ore di basi di teoria dei circuiti, ottica e elettromagnetismo applicato) +Diagnostic Imaging and Radiotherapy (1 CFU)	10		
II	1	Elementi di informatica e programmazione	ING-INF/05 - 4 CFU INF/01 - 2 CFU - Altro 3 CFU	9	72	Foundation of Computer science		9	
II	1	Fondamenti di analisi matematica e probabilità	MAT/05 - 6 CFU MAT/06 - 3 CFU	9	72	Principle of Biostatistics for precision medicine (5 CFU)+ Medical statistics (1 CFU)	9		
II	1	Elementi di Fisica 2	FIS/01 - 4 CFU FIS/03 - 2 CFU	6	48	argomenti inglobati in + 27 ore di basi di teoria dei circuiti, ottica e elettromagnetismo applicato) +Diagnostic Imaging and Radiotherapy (12.5 ore)			
II	2	Segnali e sistemi	ING-INF/06 - 3CFU ING-INF/04 - 3CFU ING-INF/03 - 3CFU	9	72	Signal and Systems		9	
II	2	Fondamenti di elettronica	ING-INF/01	9	72	Fundamentals of electronics		9	
II	2	Biomateriali	ING-IND/34	6	48	Biomaterials for regenerative medicine (4 CFU)+Surgical devices (2 CFU)	6		3
II	2	Ingegneria dei sistemi biologici	ING-IND/24	9	72	Biomaterial Engineering in Medicine (6 CFU)		6	
III	1	Biomeccanica	ING-IND/34	9	72	Biomechanics 1+Prothesis and biomaterials for orthopedics 1+robotics for surgery 1	3		
III	2	Tecnologia e strumentazione biomedica	ING-INF/06	9	72	Wearable diagnostic devices 1 + Diagnostic Instrumentation 1+Diagnostic imaging and radiotherapy 2+Technologies for telemedicine and data protection 1+surgical imaging 1+neurotechnology and neurprothesis+digital pathologies 3	9		5
III		A scelta vincolata		6	48	Omics 1+neural networks 1+principle of artificial intelligence and machine learning 5+Ai in medical specialties and clinical trials 2Ai methodologies and clinical decision 2+Data management in surgical decision 1	12		6
		Physiology							10
		Anatomy: movement and circulation							4
		PROSTHESIS AND BIOMATERIALS FOR ORTHOPEDICS	ING-INF/06						1
		DATA MANAGEMENT IN CLINICAL DECISION	ING-INF/06						1
		VIRTUAL REALITY AND MEDICAL SIMULATION	ING-INF/06						2
		PUBLIC HEALTH							3
TOT				126	1008		58	51	44

Complessivamente i 180 CFU sono così ripartiti:

IBM	
Base + caratterizzanti	126
affini	27
a scelta	15
tirocinio	6
tesi + abilità	6
<b>Totale</b>	<b>180</b>

MedTech	
Base + caratterizzanti	109
affini	44
a scelta	15
tirocinio	6
tesi + abilità	6
<b>Totale</b>	<b>180</b>

La Tabella 5 e la Tabella 6 servono come controllo dei vincoli di CFU minimi presenti nelle declaratorie della classe L-8 e L-9. Per entrambe le classi il numero minimo di CFU riservati alle attività di base è pari a 36, mentre il numero minimo riservato alle attività caratterizzanti sono 45. Le attività (SSD) di base per L-8 e L-9 sono le stesse, mentre ci sono differenze per gli SSD caratterizzanti.

Nella Tabella 5 il controllo è effettuato per i vincoli della classe L-8, la colonna 3 riporta i CFU nominali presenti nei documenti MedTech, la colonna 4 se l'insegnamento è erogato all'interno del percorso MedTech o se è un insegnamento aggiuntivo erogato presso la Scuola di Ingegneria, la colonna 5 le ore nominali presso MedTech, mentre le colonne 6, 7 le ore effettivamente erogate e la colonna 8 i CFU effettivi (1 CFU MedTech=12.5 ore=1,56 CFU Ing). Nella Tabella 6, lo stesso controllo è effettuato per i vincoli della classe L-9.

Tabella 5: IBM L-8

Insegnamento	Settore	N°CFU nominali	Erogazione	Ore MedTech	Ore Ing	Ore IBM	N°CFU effettivi
Physics	FIS/07	6 CFU	MedTech	48 ore		75 ore	9.4 CFU
Statistics	SECS-S/01	5 CFU	MedTech	40 ore		62.5 ore	7.8 CFU
Calculus 1	MAT/05	9 CFU	Ing		72 ore	72 ore	9.0 CFU
Linear Algebra	MAT/02 e MAT/03	9 CFU	Ing		72 ore	72 ore	9.0 CFU
Foundation of Computer Science	ING-INF/05	9 CFU	Ing		72 ore	72 ore	9.0 CFU
<b>BASE</b>		<b>38 CFU</b>		<b>88 ore</b>	<b>216 ore</b>	<b>353,5 ore</b>	<b>44.2 CFU</b>
Signals and Systems	ING-INF/03-04-06	9 CFU	Ing		72 ore	72 ore	9.0 CFU
Electronics	ING-INF/01	9 CFU	Ing		72 ore	72 ore	9.0 CFU
Control Systems	ING-INF/04	6 CFU	Ing		48 ore	48 ore	6.0 CFU
Complessivi	ING-INF/06	17 CFU	MedTech	136 ore		212.5 ore	26.6 CFU
Complessivi	ING-IND/34	17 CFU	MedTech	136 ore		212.5 ore	26.6 CFU
	ING-INF/01	1 CFU	MedTech	8 ore		12.5 ore	1.6 CFU
<b>CARATTERIZZANTI L-8</b>		<b>59 CFU</b>		<b>280 ore</b>	<b>192 ore</b>	<b>629.5 ore</b>	<b>78.2 CFU</b>

Tabella 6: IBM L-9

Insegnamento	Settore	N°CFU nominali	Erogazione	Ore MedTech	Ore Ing	Ore IBM	N°CFU effettivi
Physics	FIS/07	6 CFU	MedTech	48 ore		75 ore	9.4 CFU
Statistics	SECS-S/01	5 CFU	MedTech	40 ore		62.5 ore	7.8 CFU
Calculus 1	MAT/05	9 CFU	Ing		72 ore	72 ore	9.0 CFU
Linear Algebra	MAT/02 e MAT/03	9 CFU	Ing		72 ore	72 ore	9.0 CFU
Foundation of Computer Science	ING-INF/05	9 CFU	Ing		72 ore	72 ore	9.0 CFU
<b>BASE</b>		<b>38 CFU</b>		<b>88 ore</b>	<b>216 ore</b>	<b>353,5 ore</b>	<b>44.2 CFU</b>
Signals and Systems	ING-INF/03-04-06	9 CFU	Ing		72 ore	72 ore	9.0 CFU
Electronics	ING-INF/01	9 CFU	Ing		72 ore	72 ore	9.0 CFU
Biomaterial Engineering in Medicine	ING-IND/34	6 CFU	Ing		48 ore	48 ore	6.0 CFU
Complessivi	ING-INF/06	17 CFU	MedTech	136 ore		212.5 ore	26.6 CFU
Complessivi	ING-IND/34	17 CFU	MedTech	136 ore		212.5 ore	26.6 CFU
<b>CARATTERIZZANTI L-9</b>		<b>58 CFU</b>		<b>272 ore</b>	<b>192 ore</b>	<b>617,0 ore</b>	<b>77.2 CFU</b>

\*CFU equivalenti per ingegneria