

DESCRIZIONE DEL
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA DELLE TECNOLOGIE PER IL MARE
CLASSE L-9 INGEGNERIA INDUSTRIALE
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI ROMA TRE

PREMESSE E MOTIVAZIONI

Il mare è parte essenziale del nostro ambiente vitale ricoprendo oltre il 70% della superficie terrestre ed attraendo sulle sue coste la maggioranza della popolazione mondiale e delle attività produttive. Al mare sono legate svariate attività economiche e ricreative, legate alla navigazione e portualità, alla balneazione ed al turismo, alla pesca, allo sfruttamento delle risorse sottomarine, alla protezione del territorio costiero dagli eventi meteomarini. Con le minacce dei cambiamenti climatici e l'assodato previsto innalzamento globale del livello marino, l'incremento demografico e lo sfruttamento intensivo delle risorse terrestri spingono l'uomo verso il mare aperto, sviluppando tecnologie sempre più avanzate. L'Italia, con la sua posizione strategica al centro del Mediterraneo, ha uno sviluppo costiero di circa 8000 km con un elevatissimo indice di insularità ed una antica tradizione marittima, con significativi contributi di ingegneria portuale sin dall'epoca romana, anche nella zona ostiense. Peraltro la conoscenza e l'utilizzo (sostenibile) del mare sono poco sviluppati nel nostro Paese. In particolare nel settore dell'ingegneria sono istituiti in Italia solo 4 corsi universitari di *Ingegneria Navale* (progetto di navi) a Genova, Trieste, Napoli e Pisa, un corso triennale di *Ingegneria Nautica* a La Spezia ed un corso magistrale di *Ingegneria Offshore* collegato ad una laurea in Ingegneria Chimica a Ravenna. All'estero, specie in USA, sono invece numerosi i corsi di laurea in *Ocean and Marine Engineering*, che riguardano in generale tutti i sistemi antropici in ambiente marino, anche subacqueo, a largo e sottocosta, costituiti da strutture fisse e galleggianti atte a resistere in un ambiente ostile e remoto in modo ecocompatibile.

Il nuovo corso proposto intende colmare questa grave carenza fornendo ai futuri ingegneri la sensibilità e la conoscenza del delicato ecosistema marino, nonché la padronanza delle specifiche tecnologie d'avanguardia per l'utilizzo del mare finalizzato al miglioramento della qualità della vita.

FINALITÀ FORMATIVE DEL CORSO DI STUDIO

Il corso di studi coniuga la flessibilità e l'ampiezza di spettro di una robusta preparazione di base nel campo dell'ingegneria industriale, con un orientamento inedito verso le applicazioni in ambiente marino, sia dal punto di vista delle tecnologie industriali per lo sfruttamento delle risorse marine, tra cui quelle energetiche e rinnovabili, che per la tutela dell'ambiente costiero e lo sviluppo delle relative infrastrutture in ottica di sostenibilità ambientale e di sviluppo ecocompatibile. Il Corso di Studi è quindi in linea con gli indirizzi strategici Blue Growth dell'Unione Europea tesi a cogliere le opportunità di crescita connesse con l'economia del mare. Il corso di studio inoltre fornirà una opportunità di valorizzazione del territorio costiero della Regione Lazio promuovendo la naturale vocazione, ancora non pienamente sfruttata, alle attività connesse con l'ambiente marino.

Il Corso di Laurea in Ingegneria delle Tecnologie per il Mare afferisce al Dipartimento di Ingegneria dell'Università degli Studi Roma Tre ed appartiene alla classe L-9 delle Lauree in "Ingegneria Industriale".

SBOCCHI PROFESSIONALI ED OPPORTUNITÀ DI IMPIEGO

Il corso di studi consentirà l'inserimento in tutti gli ambiti professionali tradizionalmente connessi con l'ingegneria industriale, principalmente nei ruoli di analisi, progettazione, realizzazione, organizzazione e conduzione proprie dell'area dell'ingegneria meccanica ed industriale, essendo i principali sbocchi professionali rappresentati:

- dalle aziende volte alla progettazione, costruzione ed esercizio di macchine e impianti;
- dalle aziende manifatturiere in generale;
- dalla società di produzione e di gestione di servizi e beni;
- dagli enti pubblici;
- dalle società di consulenza e progettazione;
- dagli enti di ricerca e sviluppo;
- dall'autonoma attività professionale.

Inoltre il corso di studio, grazie all'orientamento peculiare verso le tecnologie del mare, consentirà l'inserimento nei settori connessi allo sfruttamento delle risorse marine ed alla tutela delle coste tra cui si evidenziano

- l'ingegneria offshore relativa alla realizzazione ed esercizio di strutture marine per lo sfruttamento delle risorse minerali e biologiche ed alle relative attività produttive;
- l'ingegneria costiera e portuale (infrastrutture costiere e protezione dei litorali);
- lo sfruttamento delle risorse energetiche marine rinnovabili (energia eolica, fotovoltaica e dal moto ondoso e dalle correnti marine);
- il rilevamento, monitoraggio, analisi e tutela dell'ambiente marino;
- i sistemi robotici autonomi destinati all'utilizzo in ambiente marino.

In base alle scelte operate dallo studente questi potrà anche maturare un cospicuo numero di crediti formativi universitari (CFU) nei Settori Scientifico Disciplinari (SSD) caratteristici per la classe di Laurea L7 - Ingegneria Civile e Ambientale. Ciò consentirà, a valle del conseguimento della Laurea in Ingegneria delle Tecnologie per il Mare, di conseguire anche una Laurea in ingegneria civile sostenendo un limitato numero di esami aggiuntivi, potendo così accedere a due distinte sezioni dell'albo professionale aprendo ulteriori sbocchi di specializzazione e di carriera professionale.

CONFRONTO CON INIZIATIVE SIMILARI IN CAMPO NAZIONALE ED INTERNAZIONALE

In Italia sono istituiti solo 4 corsi universitari di Ingegneria Navale (orientati prioritariamente al progetto di navi ed imbarcazioni), a Genova, Trieste, Napoli e Pisa. Esiste un corso triennale di Ingegneria Nautica a La Spezia, ed un corso magistrale di Ingegneria Offshore collegato ad una laurea in Ingegneria Chimica a Ravenna orientato prevalentemente alla estrazione di idrocarburi mediante piattaforme off-shore.

Nel mondo sono invece attivi numerosi corsi di laurea in *Ocean and Marine Engineering*, che riguardano in generale tutti i sistemi antropici in ambiente marino, anche subacqueo, a largo e sottocosta, costituiti da strutture fisse e galleggianti atte a resistere in un ambiente ostile e remoto in modo ecocompatibile. Nessun corso di studi di tale tipologie esiste in Italia.

Il corso di laurea in Ingegneria delle Tecnologie per il Mare dell'Università Roma Tre non vuole connotarsi come un corso in Ingegneria Navale, ma piuttosto inserirsi nel più ampio ambito dei

corsi di Ocean Engineering, rappresentando in tal modo una iniziativa unica ed inedita nel panorama italiano.

Peculiarità del corso è anche la doppia valenza formativa che, come detto, coniuga un percorso base orientato all'ingegneria industriale e meccanica con un forte arricchimento di contenuti tipici dell'ingegneria civile.

CONSULTAZIONE CON GLI STAKEHOLDER

In sede di progettazione del corso di studi, ai fini di verificare la validità dell'offerta formativa in relazione alle esigenze del mondo del lavoro, sono stati consultati numerosi portatori di interesse della Società. A rappresentanza degli ordini professionali è stato consultato l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma che ha espresso parere pienamente favorevole all'impostazione formativa del corso apprezzando la valenza professionale innovativa della figura che si intende formare. L'Ordine ha anche espresso interesse per la versatilità e robustezza dell'offerta formativa. E' stato inoltre consultato il Cluster Tecnologico Nazionale Blue Italian Growth CTN BIG in occasione del workshop tenutosi a Napoli il 15-16 gennaio 2018. Il Cluster è una struttura aperta a tutti gli attori nazionali interessati ai temi della Blue Growth e più in generale alle attività scientifiche e tecnologiche legate all'ambiente marino.

Attualmente l'associazione include circa 130 imprese private ed istituti pubblici anche accademici. All'incontro in particolare erano presenti rappresentanti di Aziende, Enti di ricerca ed associazioni operanti nel settore marino ed off-shore, tra cui si citano Confitarma, Enea, Ucin Confindustria Nautica Italiana, Fincantieri Oil & Gas, Cetena, Saipem, ENI, ENEL Greenpower, E.Geos, ISPRA, Ministero dello Sviluppo Economico, Micoperi, ATENA e Istituto Idrografico Militare.

In occasione dell'incontro i presenti hanno espresso vivo apprezzamento per l'iniziativa, che va a colmare una lacuna nel panorama della formazione universitaria italiana, valutando positivamente anche la strutturazione del percorso di studi alla luce delle esigenze degli operatori del settore.

Altro elemento di particolare rilevanza, che è emerso dagli incontri, è la disponibilità delle diverse organizzazioni a mantenere un rapporto strutturato con il Corso di Studi nell'ambito dello svolgimento delle attività didattiche, al fine di fornire agli studenti e ai neo laureati la possibilità di migliorare e completare i propri percorsi formativi con tirocini e stage. In questo contesto è da sottolineare il coinvolgimento diretto del CNR INSEAN che metterà a disposizione le infrastrutture della Vasca Navale di Roma e che parteciperà alle attività didattiche.

L'iniziativa, ispirata dalla Regione Lazio con la finalità di promuovere lo sviluppo economico, culturale e sociale delle aree costiere del Lazio, è stata progettata con il supporto dei vertici delle istituzioni regionali e con il pieno accordo del Ministero dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca. In tale ambito è anche stato espresso un parere pienamente positivo dalla Direzione Regionale Risorse Idriche e Difesa del Suolo della Regione Lazio (Area difesa della costa) in virtù dell'affinità del progetto ai propri compiti istituzionali. E' stata infine ricevuta una espressione di apprezzamento e condivisione degli obiettivi da parte del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, massimo organo tecnico consultivo dello Stato.

ARTICOLAZIONE DELL'OFFERTA FORMATIVA

Il corso di studio si articola nei seguenti insegnamenti.

I ANNO	CFU	SEM	Tipo	SSD
Analisi Matematica I	12	I	B	MAT/05
Elementi di informatica ed algebra lineare	9	I	A	ING-INF/05
Disegno	6	II	C	ING-IND/15
Chimica	9	II	B	CHIM/07
Oceanografia fisica e geologia marina	6	II	A	GEO/02
Fisica	12	I/II	B	FIS/03
Lingua inglese (idoneità)	3			
II ANNO				
Analisi matematica II	6	I	B	MAT/05
Applicazioni industriali elettriche	9	I	C	ING-IND/32
Meccanica dei fluidi (Mod. I: Fluidodinamica; Mod. II: Dinamica del moto ondoso)	12 (6+6)	II	C A	ING-IND/06 ICAR/02
Economia industriale e delle risorse marine	5	II	A	ING-IND/35
Meccanica razionale	6	II	B	MAT/07
Energetica industriale (Mod. I: Fisica tecnica; Mod. II Sistemi energetici)	12 (6+6)	I/II	C C	ING-IND/08 ING-IND/11
Scienza e tecnologia dei materiali	9	I	C	ING-IND/22
III ANNO				
Meccanica applicata alle macchine	9	I	C	ING-IND/13
Scienza delle costruzioni	9	I	C	ICAR/08
A scelta un insegnamento tra Fondamenti di progettazione e costruzioni meccaniche Tecnica delle costruzioni	9	II	C A	ING-IND/14 ICAR/09
Strutture marittime	9	I	A	ICAR/02
Dinamica di strutture galleggianti e off-shore	6	II	A	ICAR/01
Laboratorio di Ingegneria dei fluidi	6	II	C	ING-IND/06
A scelta dello studente	12			
Ulteriori abilità formative	1			
Prova finale	3			
TOTALE	180			

Legenda: B = Base; C = Caratterizzante; A = Affine

Le denominazioni in colore blu indicano gli insegnamenti esplicitamente ed univocamente orientati al contesto marino. Una succinta descrizione dei contenuti di tali insegnamenti "innovativi" è riportata in Appendice I.

Per arricchire e professionalizzare ulteriormente il percorso formativo gli studenti potranno optare, per la definizione dei 12+1 CFU a scelta dello studente, all'interno dell'ampia gamma di insegnamenti offerti dall'Ateneo.

VALIDITA' E ROBUSTEZZA DELL'OFFERTA FORMATIVA

Una valutazione in tal senso può essere condotta sotto due principali punti di vista:

- I) nei riguardi di un percorso di formazione ad ampio spettro in ambito industriale con orientamento meccanico;
- II) nei riguardi di un percorso ad ampio spettro in Marine & Ocean Engineering.

In primis si osserva che l'offerta risulta sicuramente robusta per quanto attiene alle competenze scientifiche di base richieste da una laurea in ingegneria industriale, essendo presenti l'Analisi e l'Algebra lineare (27 CFU), La Fisica e la Meccanica razionale (21 CFU), la Chimica (9 CFU), la meccanica dei fluidi (18 CFU), gli elementi di Informatica. Si noti che per un corso orientato alle applicazioni marine appare particolarmente funzionale un corso di Meccanica Razionale in cui possano essere trattati i temi relativi alla stabilità dei galleggianti ed alla dinamica dei corpi in movimento con 6 gradi di libertà, quali le strutture galleggianti, i natanti ed i veicoli sottomarini.

Quanto al primo punto di vista è noto che l'ingegneria industriale con orientamento meccanico tendenzialmente si esplica nei seguenti ambiti:

- a) Progettazione meccanica e strutturale
- b) Sistemi per la conversione di energia
- c) Ingegneria dei materiali
- d) Produzione industriale

L'ambito relativo alla progettazione di sistemi meccanici (siano essi statici, dinamici, e di impiego in ambito civile, industriale o marino o destinati a realizzare le conversioni di energia), è coperto dagli insegnamenti di Disegno, Meccanica applicata alle macchine, Scienza delle Costruzioni, Fondamenti di progettazione e costruzioni meccaniche.

L'ambito energetico è coperto dagli insegnamenti di Applicazioni industriali elettriche, Energetica Industriale.

L'ambito materiali è coperto dal corso di Scienza e Tecnologia dei materiali.

L'ambito produzione non è coperto poiché non strettamente funzionale al tipo di laurea triennale in questione.

Pertanto l'offerta risulta adeguatamente robusta e ad ampio spettro per fornire le competenze fondamentali necessarie per operare nel settore industriale.

Con riferimento all'allineamento dell'offerta ai curricula tipici di Marine & Ocean Engineering si osserva che il nucleo fondante di tale ambito disciplinare consiste nelle seguenti tematiche.

- Oceanografia fisica ed ambiente marino
- Dinamica delle masse d'acqua (onde, correnti, maree)
- Strutture portuali, ingegneria costiera e protezione dei litorali
- Processi geomorfologici costieri (studio e monitoraggio delle coste, telerilevamento)
- Idrodinamica di corpi galleggianti e sommersi
- Sistemi sottomarini, veicoli a guida autonoma e robotica marina
- Strumentazione per applicazioni marine (sonar, radar, sistemi di comunicazione e navigazione)
- Materiali e corrosione marina
- Strutture off-shore
- Captazione energia marina

La seguente matrice dimostra come l'offerta didattica proposta consenta di coprire gli elementi basilari di quasi tutte le tematiche sopra citate.

Si conclude che l'offerta prevista sia pienamente adeguata anche a fornire gli elementi fondanti per un percorso orientato al Marine & Ocean Engineering, e ad offrire le basi per un percorso specialistico di approfondimento su tali tematiche.

	Oceanografia fisica e geologia marina	Applicazioni ind.elettriche	Fluidodinamica	Dinamica del moto ondoso	Meccanica razionale	Energetica industriale	Scienza e tecnologia dei materiali	Meccanica applicata alle macchine	Fondamenti di progettazione e costruzioni meccaniche	Tecnica delle costruzioni	Strutture marittime	Dinamica di strutture galleggianti e off-shore	Laboratorio di Ingegneria dei fluidi
Oceanografia fisica ed ambiente marino	●			●									●
Dinamica delle masse d'acqua	●		●	●									●
Strutture portuali ed ingegneria costiera				●						●	●		●
Processi geomorfologici costieri	●			●							●		●
Idrodinamica di corpi galleggianti e sommersi			●	●	●			●				●	●
Sistemi sottomarini, veicoli a guida autonoma e robotica marina		●			●	●		●	●				●
Strumentazione per applicazioni marine													●
Materiali e corrosione marina							●						
Strutture off-shore									●	●		●	●
Captazione energia marina		●	●	●		●		●	●		●	●	●

I temi che risultano coperti solo marginalmente sono quelli relativi ai veicoli autonomi e la robotica sottomarina, la strumentazione per applicazioni marine, il telerilevamento, e la captazione dell'energia dal mare, le applicazioni off-shore per lo sfruttamento delle risorse marine.

Tale circostanza non è affatto penalizzante, poiché riguarda tematiche applicative di nicchia o specialistiche che più appropriatamente potranno essere trattate nelle lauree magistrali.

In ultimo si osserva come sia in ogni caso significativa la presenza di insegnamenti riferibili all'ambito dell'ingegneria civile (Dinamica del moto ondoso, Scienza delle costruzioni, Tecnica delle costruzioni (in opzione), Strutture marittime, Dinamica di strutture galleggianti e off-shore), utili a consentire anche un proseguimento del percorso di studio verso ambiti più strettamente attinenti all'ingegneria civile ed alla tutela del territorio costiero.

In conclusione l'offerta formativa proposta risulta equilibrata, strettamente funzionale al perseguimento degli obiettivi formativi prefissati, e capace di indirizzare con solide basi verso un ampio ventaglio di percorsi di approfondimento e specializzazione (ingegneria civile costiera, ingegneria industriale, Ingegneria energetica, ingegneria off-shore ecc.).

SVILUPPI VERSO SUCCESSIVA LAUREA MAGISTRALE

A valle del conseguimento della laurea in Ingegneria delle Tecnologie per il Mare è prevista la possibilità di immatricolazione nei seguenti preesistenti corsi di Laurea Magistrale dell'Università Roma Tre:

LM-20 Laurea Magistrale in Ingegneria Aeronautica

LM-33 Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica

LM-23 Laurea magistrale in Ingegneria civile per la protezione dai rischi naturali

così come in altri corsi magistrali di ambito industriale attivati presso altri Atenei.

Si prevede inoltre l'attivazione di due corsi di Laurea Magistrale ad hoc come naturale sbocco per acquisire una preparazione specialistica nello sfruttamento delle risorse energetiche e nelle attività produttive connesse al mare, oppure nelle costruzioni e nella tutela del territorio in ambito marino. A tal riferimento sono pianificate le seguenti due lauree magistrali:

- a) Energetica e sfruttamento delle risorse rinnovabili / Ingegneria offshore
- b) Costruzioni marine e protezione costiera/ Logistica ed infrastrutture di trasporto

APPENDICE I

Contenuti dei corsi innovativi

1	Oceanografia fisica e geologia marina Proprietà fisiche dell'acqua marina (salinità, temperatura, densità); livelli e maree; correnti; batimetria; Morfologia dei fondali e delle coste; rilievi ed indagini geofisiche; aspetti ecologici.
2	Dinamica del moto ondoso Teorie del moto ondoso; analisi statistiche e spettrali delle registrazioni; misure strumentali; venti; modelli di previsione e ricostruzione; generazione e propagazione; rifrazione, diffrazione, riflessione e frangimento; azioni su strutture fisse e mobili; idrodinamica costiera; trasporto solido
3	Strutture marittime Dighe frangiflutti, pontili, banchine (progetto e costruzione)
4	Dinamica di strutture galleggianti e off-shore Analisi dei carichi e della dinamica di strutture off-shore galleggianti e fisse
5	Laboratorio di Ingegneria dei fluidi Modelli idrodinamici; simulatori di manovra; sistemi di misura; progetto di esperimenti.