

<b>Università</b>	Politecnico di TORINO
<b>Classe</b>	LM-23 - Ingegneria civile
<b>Nome del corso in italiano</b>	Ingegneria civile <i>modifica di: Ingegneria civile (1390564)</i>
<b>Nome del corso in inglese</b>	Civil Engineering
<b>Lingua in cui si tiene il corso</b>	italiano, inglese
<b>Codice interno all'ateneo del corso</b>	32030
<b>Data di approvazione della struttura didattica</b>	14/12/2020
<b>Data di approvazione del senato accademico/consiglio di amministrazione</b>	26/01/2021
<b>Data della consultazione con le organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, servizi, professioni</b>	18/01/2010 -
<b>Data del parere favorevole del Comitato regionale di Coordinamento</b>	
<b>Modalità di svolgimento</b>	a. Corso di studio convenzionale
<b>Eventuale indirizzo internet del corso di laurea</b>	<a href="http://offerta.polito.it/laurea_magistrale/Civile">http://offerta.polito.it/laurea_magistrale/Civile</a>
<b>Dipartimento di riferimento ai fini amministrativi</b>	INGEGNERIA STRUTTURALE, EDILE E GEOTECNICA
<b>EX facoltà di riferimento ai fini amministrativi</b>	
<b>Massimo numero di crediti riconoscibili</b>	12 DM 16/3/2007 Art 4 <b>Nota 1063 del 29/04/2011</b>

### **Obiettivi formativi qualificanti della classe: LM-23 Ingegneria civile**

I laureati nei corsi di laurea magistrale della classe devono:

- conoscere approfonditamente gli aspetti teorico-scientifici della matematica e delle altre scienze di base ed essere capaci di utilizzare tale conoscenza per interpretare e descrivere i problemi dell'ingegneria complessi o che richiedono un approccio interdisciplinare;
- conoscere approfonditamente gli aspetti teorico-scientifici dell'ingegneria, sia in generale, sia in modo approfondito relativamente a quelli dell'ingegneria civile, nella quale sono capaci di identificare, formulare e risolvere, anche in modo innovativo, problemi complessi o che richiedono un approccio interdisciplinare;
- essere capaci di ideare, pianificare, progettare e gestire sistemi, processi e servizi complessi e/o innovativi;
- essere capaci di progettare e gestire esperimenti di elevata complessità;
- essere dotati di conoscenze di contesto e di capacità trasversali;
- avere conoscenze nel campo dell'organizzazione aziendale (cultura d'impresa) e dell'etica professionale;
- essere in grado di utilizzare fluentemente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell'Unione Europea oltre l'italiano, con riferimento anche ai lessici disciplinari.

L'ammissione ai corsi di laurea magistrale della classe richiede il possesso di requisiti curriculari che prevedano, comunque, un'adeguata padronanza di metodi e contenuti scientifici generali nelle discipline scientifiche di base e nelle discipline dell'ingegneria, propedeutiche a quelle caratterizzanti previste nell'ordinamento della presente classe di laurea magistrale.

I corsi di laurea magistrale della classe devono inoltre culminare in una importante attività di progettazione che si concluda con un elaborato che dimostri la padronanza degli argomenti, la capacità di operare in modo autonomo e un buon livello di capacità di comunicazione.

I principali sbocchi occupazionali previsti dai corsi di laurea magistrale della classe sono quelli dell'innovazione e dello sviluppo della produzione, della progettazione avanzata, della pianificazione e della programmazione, della gestione di sistemi complessi, sia nella libera professione, sia nelle imprese manifatturiere o di servizi e nelle amministrazioni pubbliche. I laureati magistrali potranno trovare occupazione presso imprese di costruzione e manutenzione di opere civili, impianti e infrastrutture civili; studi professionali e società di progettazione di opere, impianti e infrastrutture; uffici pubblici di progettazione, pianificazione, gestione e controllo di sistemi urbani e territoriali; aziende, enti, consorzi ed agenzie di gestione e controllo di sistemi di opere e servizi; società di servizi per lo studio di fattibilità dell'impatto urbano e territoriale delle infrastrutture.

Gli atenei organizzano, in accordo con enti pubblici e privati, stages e tirocini.

### **Sintesi della relazione tecnica del nucleo di valutazione**

Il corso è una trasformazione, anche in adeguamento al D.M. 270/04, del pre-esistente corso in Ingegneria Civile (il corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Civile per la Gestione delle Acque, tenuto nella sede decentrata di Mondovì, è stato disattivato). Le risorse di personale, tecnologiche e materiali appaiono sufficienti. Con riferimento al corso pre-esistente, in base agli ultimi dati disponibili, gli studenti iscritti negli A.A. dal 2004-2005 al 2008-2009, sono cresciuti da 96 a 314, ed i laureati hanno avuto una crescita da 18 a 61. Il Nucleo di Valutazione constata come la progettazione del Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Civile LM-23, sia stata effettuata nell'ambito dell'azione di coordinamento condotta a livello complessivo di Ateneo come si evince dai verbali del Senato Accademico. A parere del Nucleo, la proposta risulta quindi adeguatamente progettata, con obiettivi formativi chiaramente formulati.

Il Nucleo conferma inoltre che il Corso di Laurea è proposto dalla I Facoltà di Ingegneria che soddisfa i requisiti di docenza con risorse proprie.

### **Sintesi della consultazione con le organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, servizi, professioni**

La consultazione con il sistema socio-economico e le parti interessate, è avvenuta il 18 gennaio 2010 in un incontro della Consulta di Ateneo, a cui sono stati invitati 28 rappresentanti di organizzazioni della produzione, dei servizi e delle professioni, aziende di respiro locale, nazionale ma anche internazionale; presenti anche importanti rappresentanti di esponenti della cultura.

Nell'incontro sono stati delineati elementi di carattere generale rispetto alle attività dell'ateneo, una dettagliata presentazione della riprogettazione dell'offerta formativa ed il percorso di deliberazione degli organi di governo.

Sono stati illustrati gli obiettivi formativi specifici dei corsi di studio, le modalità di accesso ai corsi di studio, la struttura e i contenuti dei nuovi percorsi formativi e gli sbocchi occupazionali.

Sono emersi ampi consensi per lo sforzo di razionalizzazione fatto sui corsi, sia numerico sia geografico, anche a fronte di una difficoltà attuativa ma guidata da una

chiarezza di sostenibilità economica al fine di perseguire un sempre più alto livello qualitativo con l'attenzione anche all'internazionalizzazione. Consensi che hanno trovato riscontro in una votazione formale con esito unanime rispetto al percorso e alle risultanze della riprogettazione dell'Offerta formativa.

### **Obiettivi formativi specifici del corso e descrizione del percorso formativo**

Il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Civile è finalizzato alla formazione di una figura professionale avente un ampio spettro di conoscenze e competenze riferibili alla progettazione, realizzazione, gestione, rilevamento, controllo e manutenzione delle costruzioni (edifici civili ed industriali), delle grandi opere (ponti, dighe, gallerie) e delle infrastrutture (vie e trasporti, sistemi di raccolta, distribuzione e smaltimento delle acque).

Il percorso formativo biennale è progettato in modo tale da consentire agli allievi di acquisire una autonoma capacità di analisi di problematiche ingegneristiche complesse negli ambiti su indicati, con la conseguente possibilità di inserimento, nel contesto nazionale ed internazionale, sia nel mondo del lavoro sia in quello della ricerca e dello sviluppo.

La formazione degli allievi viene fondata su insegnamenti che da una parte rafforzano la preparazione ingegneristica acquisita nel Corso di Laurea triennale, e dall'altra introducono elementi che concorrono a delineare in maniera più completa la preparazione necessaria per ricoprire funzioni di responsabilità nel processo di progettazione, costruzione e gestione delle opere civili, anche con riferimento alle loro interazioni con il territorio. In particolare, il percorso didattico si compone di un gruppo di insegnamenti comuni a tutti gli orientamenti a cui si aggiungono gli insegnamenti riconducibili ai vari settori specialistici dell'Ingegneria Civile affinché essi possano affrontare, mediante un ampliamento della preparazione teorica e molteplici applicazioni pratiche, problematiche ingegneristiche caratterizzate da un elevato livello di complessità. In tal senso, i contenuti di tali insegnamenti sono fortemente correlati, oltre che alla pratica ingegneristica condivisa, alle innovazioni ed ai risultati raggiunti in sede di ricerca.

I laureati nel Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Civile potranno trovare sbocchi occupazionali nel mercato del lavoro nazionale e internazionale presso studi professionali, società di consulenza e progettazione, imprese di costruzione, gestione e manutenzione di opere civili, infrastrutture e impianti, imprese manifatturiere o di servizi, enti pubblici e privati, gestori e concessionari di opere, reti e servizi, operanti nei seguenti settori:

- pianificazione, progettazione, costruzione, manutenzione e gestione di opere civili, impianti, infrastrutture e reti di servizi;
- pianificazione, progettazione, gestione e controllo di sistemi urbani, territoriali e di trasporto;
- adeguamento sismico e miglioramento delle prestazioni funzionali del patrimonio edilizio esistente, nonché operazioni peritali e forensi ad esso connesse;
- rilevamento e controllo del territorio.

I laureati magistrali potranno inoltre trovare occupazione presso Università ed enti di ricerca, nel campo dell'alta formazione e della ricerca.

I laureati magistrali potranno infine svolgere attività libero-professionale accedendo all'ordine degli Ingegneri, previo superamento dell'esame di stato e iscrizione all'albo.

A seconda del percorso formativo scelto, i laureati magistrali in Ingegneria Civile acquisiscono competenze specifiche che corrispondono a figure professionali ben distinte. Si sottolinea tuttavia come la base di preparazione comune a tutti gli allievi, finalizzata all'acquisizione di capacità di analisi trasversali a tutte le tematiche specialistiche, sia caratterizzata da un livello di approfondimento e da una estensione tali da consentire ai laureati una certa versatilità.

Il percorso formativo è strutturato in due anni ed è articolato in cinque orientamenti, di seguito elencati: Idraulica (Water), Strutture (Structures), Geotecnica (Geotechnics), Infrastrutture e Sistemi di Trasporto (Infrastructures and Transportation Systems), Gestione e Riquadificazione delle Costruzioni e delle Infrastrutture. I primi quattro sono offerti attraverso percorsi totalmente in inglese ovvero attraverso percorsi misti italiano-inglese; il quinto orientamento è offerto totalmente in italiano.

La formazione viene completata con la Tesi di Laurea che costituisce un momento di sintesi nel quale gli allievi affrontano autonomamente, ed in un'ottica multidisciplinare, temi progettuali o di ricerca caratterizzati da elementi di originalità ed innovazione.

Gli insegnamenti comuni a tutti gli allievi che rafforzano la preparazione nell'area dell'ingegneria di base relativa al settore delle costruzioni riguardano la teoria delle strutture, con particolare riferimento alla risoluzione di strutture bidimensionali e tridimensionali, la tecnologia dei materiali, con particolare riferimento ai fenomeni di degrado e alle tecniche di prevenzione, la geomatica, con la possibilità di sviluppare competenze per quel che riguarda l'acquisizione, la modellazione e l'analisi, anche con strumenti tecnologicamente avanzati, di dati geografici spaziali georeferenziati, la gestione dei progetti secondo le metodologie del project management.

Gli insegnamenti comuni a tutti gli allievi che rafforzano la preparazione nell'area dell'ingegneria civile forniscono elementi utili per la progettazione avanzata di strutture ed infrastrutture coprendo un ampio spettro di tematiche progettuali. Vengono infatti sviluppate, da un punto di vista teorico ed applicativo, tematiche inerenti alle strutture in calcestruzzo armato e in acciaio, le fondazioni superficiali e su pali, progettazione e la costruzione delle infrastrutture viarie.

Gli insegnamenti specialistici proposti per i vari orientamenti prima indicati concorrono a definire curricula molto specifici, legati anche alle particolari competenze che nel corso degli anni sono state sviluppate dai docenti del Politecnico di Torino attraverso attività di alta consulenza istituzionale e di ricerca applicata. Nell'orientamento relativo all'ingegneria geotecnica vengono trattate questioni connesse con la modellazione del comportamento meccanico degli ammassi rocciosi, con la modellazione numerica di rocce e terreni, con lo studio del comportamento dinamico dei terreni, con la geomeccanica avanzata, e con la valutazione della stabilità di pendii naturali ed artificiali. Nell'orientamento relativo all'ingegneria idraulica, viene sviluppata una trattazione approfondita dell'idrologia fisica e del rischio idrogeologico, della gestione delle risorse idriche, la progettazione e la gestione di dighe, serbatoi e impianti idroelettrici, la progettazione dei sistemi di drenaggio urbano, ingegneria fluviale e delle correnti a superficie libera. Nell'orientamento relativo all'ingegneria delle infrastrutture e dei sistemi di trasporto vengono analizzate le problematiche inerenti alla tecnica ed economia dei trasporti, al comportamento e alla progettazione strutturale e funzionale delle sovrastrutture di strade, ferrovie ed aeroporti, alla pianificazione dei trasporti, alla progettazione esecutiva di infrastrutture viarie, ai materiali e alle tecniche di costruzione di strade, ferrovie e aeroporti, alla sicurezza stradale, e ai sistemi di trasporto nonché alla raccolta e analisi di grandi volumi di dati di interesse trasportistico. Nell'orientamento relativo all'ingegneria strutturale, vengono approfonditi i temi relativi alla dinamica delle strutture, all'instabilità statica e dinamica, allo studio della plasticità e della meccanica della frattura; vengono altresì fornite le conoscenze teoriche ed applicative necessarie per la progettazione delle costruzioni in acciaio, le costruzioni in calcestruzzo armato e precompresso, la progettazione e costruzione dei ponti, ingegneria sismica. Nell'orientamento relativo alla gestione e riquadificazione delle costruzioni e delle infrastrutture, vengono offerti gli insegnamenti comuni agli altri orientamenti a cui si aggiungono altri insegnamenti in cui vengono affrontate le problematiche inerenti alle costruzioni esistenti in zona sismica, al monitoraggio delle strutture, alle tecniche di consolidamento strutturale, ai metodi e alle tecnologie per la manutenzione delle infrastrutture viarie. Il percorso prevede altresì un atelier multidisciplinare di progettazione e consolidamento di ponti.

### **Risultati di apprendimento attesi, espressi tramite i Descrittori europei del titolo di studio (DM 16/03/2007, art. 3, comma 7)**

#### **Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding)**

I contenuti scientifico disciplinari sono suddivisi nelle tre aree di apprendimento descritte nel seguito in termini di conoscenza e comprensione:

- Ingegneria di base (settore delle costruzioni). Gli insegnamenti estendono e rafforzano le conoscenze e la capacità di comprensione già acquisite nell'ambito del Corso di Laurea in Ingegneria Civile per quel che riguarda i metodi e le applicazioni delle scienze di base e delle tecnologie costruttive di carattere generale applicabili alle costruzioni.
- Ingegneria Civile. Gli insegnamenti estendono e rafforzano le conoscenze e la capacità di comprensione già acquisite nell'ambito del Corso di Laurea in Ingegneria Civile per quel che riguarda i metodi e le applicazioni delle scienze per le analisi e la progettazione di opere di ingegneria civile, anche con riferimento alle problematiche riguardanti il loro inserimento nel territorio.
- Ingegneria Civile (settori specialistici). Gli insegnamenti indirizzano le conoscenze e la capacità di comprensione acquisite nell'ambito del Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Civile all'interno di quattro specifiche aree tematiche riferibili alla geotecnica, all'idraulica, alle infrastrutture e sistemi di trasporto, alle strutture. A quest'insieme aggiunge una quinta area tematica riferibile alla gestione e riquadificazione delle costruzioni e infrastrutture esistenti. Alle diverse aree tematiche corrispondono altrettanti orientamenti che costituiscono i settori di specializzazione degli allievi a cui è offerto un percorso di ampliamento della preparazione teorica e molteplici applicazioni pratiche, al fine di metterli in grado di affrontare problematiche ingegneristiche caratterizzate da un elevato livello di complessità. L'acquisizione di conoscenza e capacità di comprensione della lingua inglese avviene nelle quattro abilità comunicative principali (produzione verbale e scritta, ascolto, lettura). In particolare, alcuni insegnamenti sono interamente erogati in lingua inglese, inclusi gli accertamenti di profitto.

Modalità didattiche

Le conoscenze e le capacità vengono acquisite dagli studenti attraverso lezioni frontali, esercitazioni in aula e in laboratori informatici. Ogni insegnamento indica

quanti crediti sono riservati a ciascuna modalità didattica.

Modalità di accertamento.

L'accertamento delle conoscenze e della capacità di comprensione avviene tramite esami scritti e orali, che possono comprendere test a risposte chiuse, esercizi di tipo algebrico o numerico, quesiti relativi agli aspetti teorici. Si richiede la capacità di integrare le conoscenze acquisite in insegnamenti e contesti diversi, e la capacità di valutare criticamente e scegliere modelli e metodi di soluzione. Le tipologie di esame dei vari insegnamenti sono definite in modo da esporre ogni studente a diverse modalità di accertamento.

### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione (applying knowledge and understanding)**

Per le tre aree di apprendimento, la capacità di applicare conoscenza e comprensione è descritta nel seguito:

- Ingegneria di base (settore delle costruzioni): si ottiene la capacità critica di selezionare le più opportune tecniche di rilievo e rappresentazione di opere civili e del territorio e di utilizzarle nelle prassi professionali dell'ingegneria delle costruzioni civili; si raggiungono le capacità, sia critiche che selettive e sintetiche, per la selezione dei materiali da costruzione di tipo ordinario e innovativo in relazione alle destinazioni d'uso e ai fenomeni di degrado nonché di predisporre le adeguate misure di protezione; si ottengono le capacità legate alla valutazione del comportamento meccanico di strutture piane e tridimensionali facendo uso della dualità statico-cinematica, principio valido per tutti gli elementi strutturali (travi, archi, funi, lastre, gusci, membrane, solidi tridimensionali), che permette una diretta implementazione numerica tramite discretizzazione agli elementi finiti del dominio elastico; si ottengono le capacità necessarie alla gestione di progetti complessi, dalla valutazione della fattibilità fino al controllo e alla conduzione dei lavori in cantiere.
- Ingegneria Civile: si ottengono capacità che possono essere utilizzate tanto per la progettazione esecutiva di strutture complesse, in cemento e in acciaio; si raggiungono le capacità, sia critiche, che selettive e sintetiche, di progettare strutture di fondazione per opere civili di diversa complessità, tenendo conto delle peculiari condizioni di interazione che si realizzano tra terreni e strutture; si conseguono le capacità necessarie per progettare e coordinare la costruzione di strade, ferrovie ed aeroporti, con particolare attenzione alla gestione del sistema di accettazione e controllo dei materiali ed all'analisi e valutazione di scenari di mobilità e dei relativi impatti sul territorio.
- Ingegneria Civile (settori specialistici): si ottengono capacità di applicare le conoscenze acquisite per la risoluzione di problematiche complesse legate alla efficienza e funzionalità delle opere civili nonché alla loro interazione con il territorio nello specifico settore dell'Ingegneria Civile in relazione all'orientamento prescelto dallo studente (geotecnica, idraulica, infrastrutture e sistemi di trasporto, strutture, gestione e riqualificazione delle costruzioni e delle infrastrutture).

Modalità didattiche

La capacità di applicare conoscenze e comprensione è acquisita dallo studente tramite lo sviluppo di esercizi guidati e di progetti, che richiedono l'uso dei modelli e delle metodologie descritte nelle lezioni. Le esercitazioni di laboratorio mirano anche a individuare criticità e limiti dei modelli matematici rispetto alle situazioni reali. In alcuni insegnamenti sono previste attività progettuali condotte in modo autonomo da ciascuno studente o da gruppi di lavoro, secondo modalità indicate dai docenti.

Modalità di accertamento.

Le verifiche avvengono con esami scritti e orali, comprensivi di esercizi di progetto e/o della stesura di elaborati riguardanti argomenti monografici e/o applicazioni progettuali. Un accertamento complessivo delle capacità di applicare quanto appreso nei diversi insegnamenti avviene con l'elaborazione della tesi di laurea. Questa prova finale richiede l'integrazione di conoscenze acquisite e la capacità di apportare nuovi sviluppi e può essere correlata all'attività facoltativa di tirocinio svolta presso aziende e/o enti esterni.

### **Autonomia di giudizio (making judgements)**

La struttura della didattica, tipica dell'area politecnica dell'ingegneria, impartisce conoscenze teoriche seguite da applicazioni nelle esercitazioni. Sono appunto queste ultime che stimolano nello studente la opportunità e la necessità di compiere scelte, basate sulla interpretazione di dati organizzati in categorie. I dati e le categorie sono anche frutto delle elaborazioni dello stesso studente. Le esercitazioni dell'area della formazione scientifica di base abitano all'analisi e alla modellazione. Queste vengono arricchite con le conoscenze applicate alle opere civili e con le capacità di integrare istanze di vario tipo organizzate dalle discipline progettuali o realizzative. In ognuna delle aree di apprendimento è centrale l'educazione al contesto, intesa come consapevolezza dei fattori etici, economici, sociali, istituzionali ed ambientali che hanno implicazioni per le attività dell'Ingegnere Civile. La verifica del grado di autonomia di giudizio avviene tramite la presentazione e la discussione degli elaborati progettuali.

### **Abilità comunicative (communication skills)**

Le attività di apprendimento sono sia singole che di gruppo. All'interno del gruppo si sviluppano e si sperimentano le capacità di lavoro, tramite collaborazione, confronto, rispetto, governo del personale e disponibilità a essere guidati. Nel confronto con l'esterno, il corso di laurea favorisce la crescita dell'offerta e della ricerca di informazioni, idee, problemi e soluzioni, utilizzando opportunamente linguaggi specialistici e non specialistici. Si sottolinea ancora l'importanza della cultura politecnica, allenata dalla sintesi multidisciplinare, radicata in lezioni ed esercitazioni. Anche le prove d'esame orale di parecchi insegnamenti e la prova finale, con marcate caratteristiche di sintesi, accrescono le abilità comunicative.

### **Capacità di apprendimento (learning skills)**

Il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Civile si preoccupa di fornire agli allievi metodi, strumenti e comportamenti utilizzabili con un alto grado di autonomia. Tale caratteristica è fondamentale per la successiva formazione continua, che presuppone disponibilità all'aggiornamento delle proprie conoscenze, interazione col mondo delle scienze applicate, capacità di controllare e verificare le fonti documentarie e corrispondente capacità di spiegare e documentare le proprie scelte.

### **Conoscenze richieste per l'accesso**

#### **(DM 270/04, art 6, comma 1 e 2)**

Costituiscono requisiti curriculari il titolo di laurea o di un diploma universitario di durata triennale ovvero di altro titolo di studio conseguito all'estero, riconosciuto idoneo, e le competenze e conoscenze che lo studente deve aver acquisito nel percorso formativo pregresso, espresse sotto forma di crediti riferiti a specifici settori scientifico-disciplinari o a gruppi di essi. In particolare lo studente deve aver acquisito un minimo di 40 cfu sui settori scientifico-disciplinari di base CHIM/03, CHIM/07, FIS/01, FIS/03, ING-INF/05, MAT/02, MAT/03, MAT/05, MAT/06, MAT/07, MAT/08, MAT/09, SECS-S/02 e 60 cfu sui settori scientifico-disciplinari caratterizzanti e affini BIO/07, CHIM/07, GEO/05, GEO/11, ICAR/01, ICAR/02, ICAR/03, ICAR/04, ICAR/05, ICAR/06, ICAR/07, ICAR/08, ICAR/09, ICAR/10, ICAR/11, ICAR/17, ICAR/20, ING-IND/10, ING-IND/11, ING-IND/15, ING-IND/22, ING-IND/28, ING-IND/29, ING-IND/31.

Inoltre, lo studente deve essere in possesso di un'adeguata preparazione personale e della conoscenza della Lingua inglese a livello QCER B2 o superiore, con riferimento anche ai lessici disciplinari.

Le modalità di verifica dell'adeguatezza della preparazione personale, i criteri per il riconoscimento della conoscenza certificata della lingua inglese e le modalità di superamento della prova di accesso sono riportati nel regolamento didattico del corso di studio.

### **Caratteristiche della prova finale**

#### **(DM 270/04, art 11, comma 3-d)**

La prova finale rappresenta un importante momento formativo del corso di laurea magistrale e consiste in una tesi che deve essere elaborata in modo originale dallo studente sotto la guida di un relatore. E' richiesto che lo studente svolga autonomamente la fase di studio approfondito di un problema tecnico, progettuale o sperimentale, prenda in esame criticamente la documentazione disponibile ed elabori il problema, proponendo soluzioni adeguate. Il lavoro può essere svolto presso i dipartimenti e i laboratori dell'Ateneo, presso altre università italiane o straniere, presso laboratori di ricerca esterni e presso industrie e studi professionali con i quali sono stabiliti rapporti di collaborazione.

L'esposizione e la discussione dell'elaborato avvengono di fronte ad apposita commissione. Il laureando dovrà dimostrare capacità di operare in modo autonomo, padronanza dei temi trattati e attitudine alla sintesi nel comunicarne i contenuti e nel sostenere una discussione.

La Tesi può essere eventualmente redatta e presentata in lingua inglese. Per gli studenti che seguono il percorso in lingua inglese, la tesi va redatta e presentata

esclusivamente in lingua inglese.

Modalità di assegnazione e dettagli sullo svolgimento della prova finale sono precisati nel regolamento didattico di Corso di Laurea Magistrale.

Sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati
<b>Ingegnere Civile</b>
<b>funzione in un contesto di lavoro:</b> Il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Civile è finalizzato alla formazione di una figura professionale avente un ampio spettro di conoscenze e competenze riferibili alla progettazione, realizzazione, gestione, rilevamento, controllo e manutenzione delle costruzioni (edifici civili ed industriali), delle grandi opere (ponti, dighe, gallerie) e delle infrastrutture (vie e trasporti, sistemi di raccolta, distribuzione e smaltimento delle acque). Il percorso formativo biennale è strutturato in modo tale da consentire agli allievi di acquisire una autonoma capacità di analisi di problematiche ingegneristiche complesse negli ambiti su indicati, con la conseguente possibilità di inserimento, nel contesto nazionale ed internazionale, sia nel mondo del lavoro (in ambito pubblico e privato) e professionale, sia in quello della ricerca e dello sviluppo. La formazione degli allievi viene fondata su insegnamenti che da una parte rafforzano la preparazione ingegneristica acquisita nel Corso di Laurea e dall'altra introducono elementi che concorrono a delineare in maniera più completa la preparazione necessaria per ricoprire funzioni di responsabilità nel processo di progettazione e gestione delle opere civili, anche con riferimento alle loro interazioni con il territorio. Agli allievi vengono quindi proposti gruppi di insegnamenti riconducibili a diverse aree tematiche specialistiche affinché essi possano affrontare, mediante un ampliamento della preparazione teorica e molteplici applicazioni pratiche, problematiche ingegneristiche caratterizzate da un elevato livello di complessità. In tal senso, i contenuti di tali insegnamenti sono fortemente correlati, oltre che alla pratica ingegneristica condivisa, alle innovazioni ed ai risultati raggiunti in sede di ricerca.
<b>competenze associate alla funzione:</b> I laureati del corso di laurea magistrale in Ingegneria Civile devono: <ul style="list-style-type: none"><li>- possedere una conoscenza approfondita degli aspetti teorico-scientifici dell'ingegneria, della matematica e delle altre scienze di base ed essere capaci di utilizzare tale conoscenza per identificare, formulare e risolvere i problemi dell'ingegneria civile caratterizzati da elevata complessità, secondo una visione sistemica e un approccio integrato e interdisciplinare;</li><li>- acquisire un'adeguata sensibilità rispetto alle incertezze che caratterizzano i problemi dell'ingegneria civile e conoscere le basi metodologiche per la loro modellazione e implementazione nei processi di valutazione di affidabilità e analisi di rischio;</li><li>- essere capaci di comprendere che i requisiti di sicurezza e funzionalità devono essere garantiti nel tempo, tenendo conto dei processi di degrado e di invecchiamento di materiali e componenti e dell'esposizione a possibili eventi estremi di origine naturale e antropica e agli effetti dei cambiamenti climatici;</li><li>- essere capaci di utilizzare le tecnologie dell'informazione e delle telecomunicazioni nella rappresentazione del territorio e nell'acquisizione, gestione e interpretazione dei dati ottenuti da telerilevamento e da reti di monitoraggio distribuito, per una corretta implementazione nei processi di analisi e progettazione a ciclo di vita;</li><li>- essere in grado di ideare, realizzare e utilizzare consapevolmente modelli fisici, matematici e numerici per la progettazione di strutture e infrastrutture;</li><li>- essere in grado di affrontare i molteplici problemi relativi alla progettazione, verifica, manutenzione e gestione delle opere e dei sistemi dell'ingegneria civile nel quadro di uno sviluppo sostenibile e nel rispetto dell'etica professionale;</li><li>- essere in grado di interagire con gruppi di lavoro interdisciplinari;</li><li>- conoscere i contesti aziendali e professionali e la cultura d'impresa nei suoi aspetti economici, gestionali e organizzativi nonché le metodologie del project management;</li><li>- comunicare efficacemente, in forma scritta e orale, in lingua italiana o inglese, anche con riferimento ai lessici disciplinari.</li></ul>
<b>sbocchi occupazionali:</b> Oltre alla possibilità di svolgere la libera professione previa iscrizione all'Ordine degli Ingegneri, i laureati magistrali potranno trovare sbocchi occupazionali nel mercato del lavoro nazionale e internazionale presso studi professionali, società di consulenza e progettazione, imprese di costruzione, gestione e manutenzione di opere civili, infrastrutture e impianti, imprese manifatturiere o di servizi, enti pubblici e privati, gestori e concessionari di opere, reti e servizi. I laureati magistrali potranno inoltre trovare occupazione presso Università ed enti di ricerca, nel campo dell'alta formazione e della ricerca.
<b>Ingegnere Civile, specializzato in Ingegneria Geotecnica</b>
<b>funzione in un contesto di lavoro:</b> Un tecnico capace di sviluppare autonomamente, e con funzioni di responsabilità, analisi di dettaglio relative alla progettazione, realizzazione, gestione, rilevamento, controllo e manutenzione delle opere civili, con particolare riferimento a quelle aventi specifiche implicazioni riguardanti il comportamento di rocce e terreni.
<b>competenze associate alla funzione:</b> Oltre alle competenze indicate per la figura professionale più generale di Ingegnere Civile, l'Ingegnere Civile specializzato in Ingegneria Geotecnica ha competenze di settore che sono riconducibili alle capacità di: <ul style="list-style-type: none"><li>- applicare i principi, le teorie e le metodologie analitiche, computazionali e sperimentali per la modellazione fisico-meccanica delle terre e delle rocce e per la valutazione del loro comportamento in campo statico e dinamico;</li><li>- sviluppare le procedure per la caratterizzazione geotecnica del territorio con particolare riferimento alla realizzazione di opere civili e alla conseguente valutazione dei rischi naturali;</li><li>- analizzare e progettare fondazioni, costruzioni in sotterraneo, muri, gallerie, rilevati e costruzioni in materiali sciolti;</li><li>- progettare e sovraintendere alla realizzazione di interventi per la stabilizzazione dei pendii e per il miglioramento delle proprietà dei terreni.</li></ul>
<b>sbocchi occupazionali:</b> Oltre alla possibilità di svolgere la libera professione previa iscrizione all'Ordine degli Ingegneri, i laureati magistrali in Ingegneria Geotecnica potranno trovare sbocchi occupazionali nel mercato del lavoro nazionale e internazionale presso studi professionali, società di consulenza e progettazione, imprese di costruzione, gestione e manutenzione di opere civili, infrastrutture e impianti, imprese manifatturiere o di servizi, enti pubblici e privati, gestori e concessionari di opere, reti e servizi. I laureati magistrali specializzati in Ingegneria Geotecnica potranno inoltre trovare occupazione presso Università ed enti di ricerca, nel campo dell'alta formazione e della ricerca.
<b>Ingegnere Civile, specializzato in Ingegneria Idraulica</b>
<b>funzione in un contesto di lavoro:</b> Un tecnico capace di sviluppare autonomamente, e con funzioni di responsabilità, analisi di dettaglio relative alla progettazione, realizzazione, gestione, rilevamento, controllo e manutenzione delle opere civili, con particolare riferimento a quelle aventi specifiche implicazioni riguardanti il comportamento di corsi d'acqua e di opere idrauliche di salvaguardia del territorio e di servizio alle esigenze della collettività.

---

**competenze associate alla funzione:**

Oltre alle competenze indicate per la figura professionale più generale di Ingegnere Civile, l'Ingegnere Civile specializzato in Ingegneria Idraulica ha competenze di settore che sono riconducibili alle capacità di:

- applicare i principi e le teorie dell'idraulica a problematiche complesse inerenti il moto dell'acqua in sistemi naturali (mare, laghi, fiumi, falde sotterranee) ed artificiali (canalizzazioni, impianti, macchine, dispositivi);
  - analizzare l'interazione del moto dell'acqua in relazione alle condizioni al contorno derivanti dai vincoli territoriali (ingegneria fluviale e costiera);
  - applicare le metodologie analitiche, computazionali e sperimentali per la modellazione fisica e matematica dei sistemi idraulici;
  - provvedere alla pianificazione degli interventi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle opere e degli impianti destinati alla protezione del territorio nei confronti delle piogge, dei corsi d'acqua e del mare, nonché all'utilizzazione ed alla valorizzazione della risorsa idraulica;
  - definire metodologie e strategie per la gestione delle risorse idriche, nonché per la loro raccolta, distribuzione e scarico in ambiente urbano, agricolo ed industriale.
- 

**sbocchi occupazionali:**

Oltre alla possibilità di svolgere la libera professione previa iscrizione all'Ordine degli Ingegneri, i laureati magistrali specializzati in Ingegneria Idraulica

potranno trovare sbocchi occupazionali nel mercato del lavoro nazionale e internazionale presso studi professionali, società di consulenza e progettazione, imprese di costruzione, gestione e manutenzione di opere civili, infrastrutture e impianti, imprese manifatturiere o di servizi, enti pubblici e privati, gestori e concessionari di opere, reti e servizi.

I laureati magistrali specializzati in Ingegneria Idraulica potranno inoltre trovare occupazione presso Università ed enti di ricerca, nel campo dell'alta formazione e della ricerca.

---

**Ingegnere Civile, specializzato in Ingegneria delle Infrastrutture e dei Sistemi di Trasporto**

---

**funzione in un contesto di lavoro:**

Un tecnico capace di sviluppare autonomamente, e con funzioni di responsabilità, analisi di dettaglio relative alla progettazione, realizzazione, gestione, rilevamento, controllo e manutenzione delle opere civili, con particolare riferimento a quelle aventi specifiche implicazioni riguardanti le infrastrutture, i sistemi di trasporto ed i flussi di traffico.

---

**competenze associate alla funzione:**

Oltre alle competenze indicate per la figura professionale più generale di Ingegnere Civile, l'Ingegnere Civile specializzato in Ingegneria delle Infrastrutture e dei Sistemi di Trasporto ha competenze di settore che sono riconducibili alle capacità di:

- coordinare la concezione, progettazione, costruzione, adeguamento, gestione, manutenzione e controllo delle infrastrutture viarie (stradali e ferroviarie incluse quelle in sotterraneo, aeroportuali e speciali);
  - definire le caratteristiche delle infrastrutture in relazione alla domanda di trasporto, al fattore umano, alla sicurezza della circolazione, all'impatto sull'ambiente ed alla efficacia economica degli interventi;
  - analizzare le problematiche avanzate relative ai materiali impiegati per la costruzione delle infrastrutture, alla stabilità ed all'analisi computazionale statica e dinamica del corpo stradale e delle sovrastrutture;
  - modellare il comportamento funzionale e strutturale delle sovrastrutture stradali, aeroportuali e ferroviarie in relazione alle caratteristiche dei veicoli ed dei velivoli che le impegnano nel corso della loro vita utile;
  - progettare i componenti, gli impianti e i dispositivi complementari delle infrastrutture viarie;
  - coordinare, con funzioni di responsabilità, le procedure finalizzate ad assicurare la qualità delle opere ed l'organizzazione e sicurezza dei cantieri;
  - comprendere e modellare, con adeguati strumenti analitici e numerici, i fenomeni riguardanti la mobilità di persone e merci;
  - definire la configurazione del miglior sistema di trasporto sotto gli aspetti tecnologici, funzionali, economici, finanziari, territoriali, ambientali e della sicurezza, con riferimento anche alla logistica, alla gestione ed all'esercizio dei sistemi;
  - provvedere, mediante adeguati metodi e tecniche, alla simulazione della domanda di mobilità, dell'offerta di trasporto, dell'interazione domanda/offerta, degli impatti economici, territoriali, ambientali e dell'incidentalità;
  - coordinare e sviluppare la pianificazione tattica e strategica dei trasporti;
  - definire le tecnologie peculiari dei diversi modi di trasporto, della loro regolazione e del loro controllo.
- 

**sbocchi occupazionali:**

Oltre alla possibilità di svolgere la libera professione previa iscrizione all'Ordine degli Ingegneri, i laureati magistrali specializzati in ingegneria delle Infrastrutture e dei Sistemi di Trasporto potranno trovare sbocchi occupazionali nel mercato del lavoro nazionale e internazionale presso studi professionali, società di consulenza e progettazione, imprese di costruzione, gestione e manutenzione di opere civili, infrastrutture e impianti, imprese manifatturiere o di servizi, enti pubblici e privati, gestori e concessionari di opere, reti e servizi.

I laureati magistrali specializzati in Ingegneria delle Infrastrutture e dei Sistemi di Trasporto potranno inoltre trovare occupazione presso Università ed enti di ricerca, nel campo dell'alta formazione e della ricerca.

---

**Ingegnere Civile, specializzato in Ingegneria delle Strutture**

---

**funzione in un contesto di lavoro:**

Un tecnico capace di sviluppare autonomamente, e con funzioni di responsabilità, analisi di dettaglio relative alla progettazione, realizzazione, gestione, rilevamento, controllo e manutenzione delle opere civili, con particolare riferimento a quelle aventi specifiche implicazioni riguardanti le strutture complesse.

---

**competenze associate alla funzione:**

Oltre alle competenze indicate per la figura professionale più generale di Ingegnere Civile, l'Ingegnere Civile specializzato in Ingegneria delle Strutture ha competenze di settore che sono riconducibili alle capacità di:

- applicare i principi, le teorie e le metodologie analitiche, computazionali e sperimentali per la modellazione fisico-meccanica della risposta delle strutture alle azioni sollecitanti;
  - effettuare valutazioni circa la vulnerabilità, affidabilità, comfort, sicurezza e durabilità delle strutture;
  - sviluppare procedure per l'ottimizzazione delle strutture con riferimento alla statica, dinamica, instabilità, frattura e collasso;
  - utilizzare gli elementi di meccanica computazionale, di analisi sperimentale e di identificazione strutturale per una efficace progettazione delle strutture complesse;
  - comprendere e modellare l'interazione tra le strutture e l'ambiente fisico;
  - sviluppare le metodologie per l'analisi del comportamento meccanico di materiali e strutture non tradizionali;
  - utilizzare le più aggiornate teorie e tecniche per la concezione strutturale ed il dimensionamento di nuove costruzioni, nonché per la riabilitazione strutturale di quelle esistenti;
  - valutare, da un punto di vista quantitativo, le problematiche riguardanti le azioni sulle costruzioni ed i comportamenti che ne conseguono in funzione delle tipologie e delle morfologie, dei materiali e delle tecnologie, dell'interazione col terreno e con l'ambiente, dei modi e delle strategie d'uso e di controllo;
  - utilizzare criticamente i metodi e gli strumenti per la progettazione strutturale e la realizzazione di strutture, nonché per la sperimentazione, il collaudo ed il monitoraggio delle costruzioni.
-

<b>sbocchi occupazionali:</b> Oltre alla possibilità di svolgere la libera professione previa iscrizione all'Ordine degli Ingegneri, i laureati magistrali specializzati in Ingegneria delle Strutture potranno trovare sbocchi occupazionali nel mercato del lavoro nazionale e internazionale presso studi professionali, società di consulenza e progettazione, imprese di costruzione, gestione e manutenzione di opere civili, infrastrutture e impianti, imprese manifatturiere o di servizi, enti pubblici e privati, gestori e concessionari di opere, reti e servizi. I laureati magistrali specializzati in Ingegneria delle Strutture potranno inoltre trovare occupazione presso Università ed enti di ricerca, nel campo dell'alta formazione e della ricerca.
<b>Ingegnere Civile, specializzato in Gestione e Riqualificazione delle Costruzioni e delle Infrastrutture</b>
<b>funzione in un contesto di lavoro:</b> Un tecnico capace di sviluppare autonomamente, e con funzioni di responsabilità, analisi di dettaglio relative alla progettazione, realizzazione, gestione, rilevamento, controllo, manutenzione e consolidamento delle opere civili, con particolare riferimento alle costruzioni e alle infrastrutture esistenti.
<b>competenze associate alla funzione:</b> Oltre alle competenze indicate per la figura professionale più generale di Ingegnere Civile, l'Ingegnere Civile specializzato in Progetto di Infrastrutture ha competenze di settore che sono riconducibili alle capacità di: <ul style="list-style-type: none"> <li>- applicare i principi, le teorie e le metodologie analitiche e computazionali per il consolidamento strutturale e l'adeguamento sismico delle costruzioni esistenti;</li> <li>- progettare, predisporre e gestire sistemi avanzati per il monitoraggio delle strutture;</li> <li>- applicare i principi e le metodologie per la manutenzione delle infrastrutture;</li> <li>- sviluppare il progetto di un'opera complessa, anche ai fini della riqualificazione, in un contesto multisettoriale e interdisciplinare.</li> <li>- sviluppare ed applicare metodologie avanzate di gestione del processo su opere nuove ed esistenti, utilizzando tecnologie informatiche.</li> </ul>
<b>sbocchi occupazionali:</b> Oltre alla possibilità di svolgere la libera professione previa iscrizione all'Ordine degli Ingegneri, i laureati magistrali specializzati in Gestione e Riqualificazione delle Costruzioni e delle Infrastrutture potranno trovare sbocchi occupazionali nel mercato del lavoro nazionale e internazionale presso studi professionali, società di consulenza e progettazione, imprese di costruzione, gestione e manutenzione di opere civili, infrastrutture e impianti, imprese manifatturiere o di servizi, enti pubblici e privati, gestori e concessionari di opere, reti e servizi. I laureati magistrali specializzati in Gestione e Riqualificazione delle Costruzioni e delle Infrastrutture potranno inoltre trovare occupazione presso Università ed enti di ricerca, nel campo dell'alta formazione e della ricerca.
<b>Il corso prepara alla professione di (codifiche ISTAT)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingegneri edili e ambientali - (2.2.1.6.1)</li> <li>• Ingegneri idraulici - (2.2.1.6.2)</li> </ul>
<b>Il corso consente di conseguire l'abilitazione alle seguenti professioni regolamentate:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ingegnere civile e ambientale</li> </ul>

<b>Il rettore dichiara che nella stesura dei regolamenti didattici dei corsi di studio il presente corso ed i suoi eventuali curricula differiranno di almeno 30 crediti dagli altri corsi e curriculum della medesima classe, ai sensi del DM 16/3/2007, art. 1 §2.</b>
--

#### Attività caratterizzanti

ambito disciplinare	settore	CFU		minimo da D.M. per l'ambito
		min	max	
Ingegneria civile	ICAR/01 Idraulica ICAR/02 Costruzioni idrauliche e marittime e idrologia ICAR/04 Strade, ferrovie ed aeroporti ICAR/05 Trasporti ICAR/07 Geotecnica ICAR/08 Scienza delle costruzioni ICAR/09 Tecnica delle costruzioni	48	76	-
<b>Minimo di crediti riservati dall'ateneo minimo da D.M. 45:</b>		-		
<b>Totale Attività Caratterizzanti</b>				48 - 76

### Attività affini

ambito: Attività formative affini o integrative		CFU	
intervallo di crediti da assegnarsi complessivamente all'attività (minimo da D.M. 12)		12	18
<b>A11</b>	ING-IND/17 - Impianti industriali meccanici ING-IND/21 - Metallurgia ING-IND/22 - Scienza e tecnologia dei materiali	6	12
<b>A12</b>	ICAR/02 - Costruzioni idrauliche e marittime e idrologia ICAR/05 - Trasporti ICAR/06 - Topografia e cartografia ICAR/07 - Geotecnica ICAR/09 - Tecnica delle costruzioni	0	6
<b>Totale Attività Affini</b>		12 - 18	

### Altre attività

ambito disciplinare		CFU min	CFU max
A scelta dello studente		12	18
Per la prova finale		16	30
Ulteriori attività formative (art. 10, comma 5, lettera d)	Ulteriori conoscenze linguistiche	0	6
	Abilità informatiche e telematiche	-	-
	Tirocini formativi e di orientamento	0	6
	Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	0	6
Minimo di crediti riservati dall'ateneo alle Attività art. 10, comma 5 lett. d		3	
Per stages e tirocini presso imprese, enti pubblici o privati, ordini professionali		-	-
<b>Totale Altre Attività</b>		31 - 66	

### Riepilogo CFU

<b>CFU totali per il conseguimento del titolo</b>	<b>120</b>
<b>Range CFU totali del corso</b>	<b>91 - 160</b>

### Motivazioni dell'inserimento nelle attività affini di settori previsti dalla classe o Note attività affini

(Settori della classe inseriti nelle attività affini e non in ambiti di base o caratterizzanti : ICAR/06 )

(Settori della classe inseriti nelle attività affini e anche/già inseriti in ambiti di base o caratterizzanti : ICAR/02 , ICAR/05 , ICAR/07 , ICAR/09 )

Sono state inserite fra le attività "affini e integrative" quelle relative ai seguenti SSD:

- ICAR/06 appartenente all'ambito "Ingegneria civile", caratterizzante per la Classe LM-23, in quanto l'organizzazione del Corso di Studio prevede l'erogazione di discipline i cui contenuti formativi costituiscono un completamento della già ampia formazione nell'ambito disciplinare.

- ICAR/02, ICAR/05, ICAR/07 e ICAR/09 appartenenti all'ambito "Ingegneria civile" delle attività formative caratterizzanti, in quanto l'organizzazione del Corso di Studio potrebbe prevedere l'erogazione di discipline i cui contenuti formativi possono in modo opzionale essere riconosciuti all'interno delle attività affini e integrative solo ed esclusivamente quando il loro contributo integra e specializza le conoscenze e competenze fondative già garantite da questi settori negli insegnamenti obbligatori del Corso di studi, fornendo metodologie e strumenti mirati.

Il regolamento didattico del corso di studio e l'offerta formativa saranno tali da consentire agli studenti che lo vogliono di seguire percorsi formativi nei quali sia presente un'adeguata quantità di crediti in settori affini e integrativi che non sono già caratterizzanti.

### Note relative alle altre attività

### Note relative alle attività caratterizzanti