

# CORSO DI DOTTORATO DI RICERCA IN INGEGNERIA

## DIDATTICA PROGRAMMATA

Anno Accademico 2025 - 2026

Ciclo LXI

### Curricula:

**Ingegneria Industriale;**

**Ingegneria dell'Informazione;**

**Ingegneria Civile e Architettura**

### Offerta formativa e articolazione in CFU

L'impegno complessivo è di 180 crediti formativi, distribuiti uniformemente sui tre anni di corso (60 CFU per ogni singolo anno). L'erogazione di 1 CFU corrispondente a 6h di didattica frontale erogata.

L'attività formativa prevede l'acquisizione di n. **21** CFU totali di cui **13** (pari a 78 h) di didattica frontale erogata in cicli di lezioni specificatamente offerti dall'Università Messina e 8 di attività formative di complemento obbligatorie. La fruizione della didattica frontale può avvenire anche in modalità telematica sincrona per i dottorandi che sono impegnati in altre attività legate allo svolgimento della propria attività di ricerca o svolgono i periodi di ricerca obbligatori, previsti nel loro progetto di ricerca e preventivamente autorizzate dal Collegio, presso istituzioni estere o in aziende con sede non nel Comune di Messina. La frequenza al corso sarà attestata dal docente. Solo per i dottorandi che sono impossibilitati a seguire anche in modalità telematica la didattica erogata possono essere previste attività formative alternative, definite dal docente responsabile, previa opportuna richiesta, utili all'acquisizione dei crediti formativi obbligatori. Per l'acquisizione dei 13 CFU di didattica frontale è necessario frequentare almeno l'85% delle ore di didattica erogata (oltre 66 h). Il restante numero di crediti formativi (n. **159** CFU) viene attribuito dal collegio docenti alle attività connesse con la ricerca specifica dei singoli dottorandi, incluse le attività di partecipazione a congressi, seminari, scuole, soggiorni all'estero e le attività di stesura della tesi.

Nello specifico, i crediti formativi sono così distribuiti:

- attività di didattica frontale: n. **13** CFU
- Attività formative di complemento obbligatorie (linguistiche, informatiche, gestionali, etc.): n. **9** CFU
- Partecipazione ad attività connesse con la ricerca a scelta del dottorando: partecipazione a convegni, congressi; soggiorni all'estero di tipo "Erasmus" o di altro tipo; pubblicazioni; attività di tutorato; attività di didattica integrativa: n. **13** CFU
- attività individuale di ricerca, da illustrare e discutere nella relazione annuale per il passaggio agli anni successivi al primo: n. **117** CFU
- stesura tesi: n. **28** CFU

Per l'attribuzione dei crediti formativi alle attività liberamente scelte dal dottorando si useranno i seguenti criteri

- Partecipazione a convegno, congresso o seminario (n 0.5 CFU/giorno di partecipazione) in accordo con la Delibera del S.A. del 23/12/2013
- Partecipazione a convegno, congresso o seminario come relatore (n. 1 CFU/giorno di partecipazione)
- Soggiorno di ricerca all'estero di tipo Erasmus o di altro tipo (n. 1 CFU/mese di permanenza all'estero) in accordo con la Delibera del S.A. del 21/12/2018
- La frequenza di corsi di specializzazione o di attività formative certificabili connesse con l'attività formativa e di ricerca del dottorando sarà valutata dal Collegio dei docenti ai fini dell'attribuzione dei crediti formativi e della sua quantificazione sulla base delle indicazioni fornite dall'organizzatore.
- La pubblicazione di articoli scientifici su rivista, di saggi in volume, di capitoli di libro o di monografia, per la quale farà fede la data di accettazione del contributo o la pubblicazione del volume, sarà valutata dal consiglio dei docenti ai fini dell'attribuzione dei crediti formativi e della sua quantificazione (da 1 CFU per pubblicazione su rivista nazionale o non censita a 5 CFU per pubblicazione su rivista ISI o Scopus di classe Q1 o A).
- L'attività di tutorato degli studenti nei corsi di Laurea e Laurea magistrale dell'Università Messina, previo nulla osta del Collegio dei docenti, potrà essere valutata ai fini dell'attribuzione dei crediti formativi e della sua quantificazione (1 credito ogni 8 ore; fino a un massimo di 5 CFU per anno accademico)
- L'attività di didattica integrativa, sempre entro il limite massimo cumulativo di 40 ore annue e previo nulla osta del Collegio dei docenti, potrà essere valutata ai fini dell'attribuzione dei crediti formativi e della sua quantificazione (1 CFU ogni 5 ore di didattica integrativa fino ad un massimo di 4 CFU).
- I crediti formativi in esubero non saranno computati ai fini del raggiungimento della soglia annua.

Il Collegio del Corso di Dottorato in Ingegneria approva le attività didattiche associate ad ogni anno di corso (Piano delle Attività)

Non sono previsti esami/verifiche con idoneità da parte dei singoli docenti. I crediti relativi ai corsi istituzionali sono specificati nel Manifesto degli Studi annuale e hanno valore nell'anno in cui il corso è frequentato.

Per l'ammissione all'esame finale è necessario aver prodotto **2** pubblicazioni scientifiche (articolo su rivista, articolo su atti di convegno/proceedings, monografia, o aver sottomesso a valutazione dei pari almeno due lavori).

La lingua ufficiale è l'italiano, tuttavia i corsi potranno essere tenuti in lingua inglese qualora fossero presenti studenti stranieri.

Il Calendario delle lezioni sarà pubblicizzato sulla pagina WEB del Dottorato <https://ingegneria.phd.unime.it/it> nella sezione Didattica erogata.

Al fine di ottemperare alla normativa vigente, relativa alla formazione obbligatoria (ai sensi dell'art. 36 e 37 del D. Lgs. 81/08 e s.m.i.), i dottorandi che non siano in possesso di altre attestazioni sulla sicurezza

rilasciati dall'Università degli Studi di Messina, sono obbligati a partecipare al Corso di Formazione Generale in materia di sicurezza sul lavoro della durata di 4 ore, con test di verifica dell'apprendimento, in modalità telematica, accessibile al seguente indirizzo: [Servizio Autonomo di Prevenzione e Protezione](mailto:codicefiscale@studenti.unime.it) attraverso le credenziali istituzionali (codicefiscale@studenti.unime.it) sulla piattaforma Moodle.

La programmazione dei crediti formativi come descritti è riportata, per anno di corso, nella seguente tabella.

Piano delle Attività

<b>ANNO</b>	<b>Offerta didattica obbligatoria (CFU)</b>	<b>Offerta didattica a scelta (CFU)</b>	<b>Ore totali di didattica frontale erogata (h)</b>	<b>Attività formative di complemento obbligatorie (linguistiche, informatiche, gestionali, etc..) (CFU)</b>	<b>Altre attività (Seminari, Congressi, ERASMUS, articoli, etc...) (CFU)</b>	<b>Attività di ricerca (CFU)</b>	<b>Stesura tesi</b>	<b>TOTALE (CFU)</b>
<b>I</b>	4	1	30	8	2	45	0	60
<b>II</b>	2	3	30	1	7	47	0	60
<b>III</b>	1	2	18	-	4	25	28	60
<b>TOTALE</b>	7	6	78	9	13	117	28	180

### Elenco della didattica programmata e altre attività didattiche I anno (1 CFU a scelta)

Tipologia attività	Denominazione attività/insegnamento	Curriculum	Lingua	CFU	SSD	Ore Lezione frontale
<b>Attività didattica obbligatoria</b>  <b>(4 CFU)</b>						
	DOE (Design of Experiments) e analisi statistica dei dati sperimentali	Tutti	Inglese	1	IIND-04/A	6
	Hardware e Software per l'acquisizione e l'elaborazione dati	Tutti	Inglese	1	IINF-01/A	6
	Modelli matematici per l'ingegneria	Tutti	Inglese	1	MATH-04/A	6
	Transizione ecologica e digitale (Materiali e Tecnologie per l'economia circolare)	Tutti	Inglese	1	CEAR-08/A	6
<b>Attività didattica a scelta</b>  <b>(1 CFU)</b>	Nanocompositi a matrice polimerica	Ing. Industriale	Inglese	1	IMAT-01/A	6
	Tecnologie e sensoristica per applicazioni industriali	Ing. Industriale	Inglese	1	CHEM-06/A	6
	Mechanical gears vs magnetic gears	Ing. Industriale	Inglese	1	IIND-02/A	6
	Strutture innovative composte da funi per superare le grandi luci	Ing. Civile e Architettura	Italiano	1	CEAR-07/A	6
	Gestione sostenibile del patrimonio culturale	Ing. Civile e Architettura	Italiano	1	CEAR-10/A	6
	La simulazione ad eventi discreti	Ing. Informazione	Inglese	1	IINF-05/A	6
	La programmazione dei Controllori a Logica Programmabile (PLC)	Ing. Informazione	Inglese	1	IINF-04/A	6
	Reti e protocolli per l'Industria 4.0	Ing. Informazione	Inglese	1	IINF-03A	6
	TOTALE					30

Attività formative di complemento						
				CFU		Ore dedicate
	Attività di acquisizione competenze informatiche <sup>1</sup>	Tutti		2		12
	Attività di perfezionamento linguistico <sup>2</sup>	Tutti		3		75
	Acquisizione competenze trasversali					
	Applicazione di una proposta di ricerca per Post Doctoral Fellowship Marie Sklodovska Curie Actions: stesura, sperimentazione e gestione <sup>3</sup>	Tutti	Inglese	1		6
	Modalità di scrittura di un documento scientifico <sup>4</sup>			1		6
	Serendipità e Scienza: Come la Mente Aperta e il Metodo Scientifico Generano Scoperte			1		6
	<b>TOTALE</b>			<b>13</b>		

### Modalità delle verifiche per l'ammissione all'anno successivo

Alla fine dell'anno di Corso, per l'ammissione all'anno successivo, il dottorando è tenuto a presentare al Collegio dei docenti una relazione sull'attività di ricerca svolta e sui risultati conseguiti. Il Collegio dei docenti può decidere che la relazione debba essere integrata con una presentazione orale e, eventualmente, con un colloquio.

<sup>1</sup> Le attività prevedono l'acquisizione di competenze informatiche legate alla ricerca, soprattutto software (banche dati; programmi di indicizzazione; programmi per content analysis; programmi di elaborazione statistica – MATLAB, SPSS; programmi di elaborazione di immagine – Indesign Adobe; X press). Si prevede di organizzare in accordo con gli altri dottorati dell'Ateneo attività di perfezionamento informatico (corsi e/o seminari) su sistemi operativi, programmazione anche a linguaggi evoluti/integrati di programmazione scientifica. I dottorandi avranno inoltre la possibilità di partecipare a seminari e corsi di aggiornamento/training organizzati dalle ditte fornitrici di apparecchiature scientifiche e di supporto informatico alle attività di ricerca.

<sup>2</sup> Tutti i dottorandi saranno stimolati a sostenere gli esami che consentono di ottenere attestati riconosciuti a livello internazionale anche usufruendo della piattaforma ROSETTA STONE, messa a disposizione dell'Ateneo. A tal proposito, la conoscenza della lingua inglese, fondamentale per le attività di ricerca e studio tecnico scientifico a livello internazionale, è specificamente valutata in sede di esame di ammissione. I dottorandi si troveranno inoltre ad eseguire ricerche ed approfondimenti su fonti bibliografiche in lingua inglese, ad esprimersi in conferenze internazionali ed alla stesura di relazioni e lavori tecnico-scientifici in lingua inglese.

<sup>3</sup> Seminario organizzato ed erogato da docenti del Collegio o docenti esterni

<sup>4</sup> Seminario organizzato ed erogato da docenti del Collegio o docenti esterni



### Elenco della didattica programmata e altre attività didattiche II anno (3 CFU a scelta)

Tipologia attività	Denominazione attività/insegnamento	Curriculum	Lingua	CFU	SSD	Ore Lezione frontale
<b>Attività didattica obbligatoria</b>  (2 CFU)	Modelli stocastici e simulazioni Monte Carlo	Tutti	Inglese	1	CEAR-01/B	6
	Tecniche di decision making	Tutti	Inglese	1	IIND-05/A	6
<b>Attività didattica a scelta</b>  (3 CFU)	Giunzioni saldate innovative per applicazioni nel settore navale	Ing. Industriale.	Italiano	1	IIND-01/B	6
	Metallurgia delle leghe di titanio e tecniche di manifattura additiva	Ing. Industriale	Italiano	1	IIND-03/C	6
	Processi catalitici innovativi per la produzione di energia e la salvaguardia ambientale	Ing. Industriale	Italiano	1	CHEM-04/A	6
	Processi avanzati di conversione di biomasse per la produzione di energia e la mobilità	Ing. Industriale	Italiano	1	CHEM-06/A	6
	Sistemi ITS per la logistica	Ing. Civile e Architettura	Italiano	1	CEAR-03/B	6
	Metodi sperimentali e numerici per lo studio di processi idro-morfodinamici	Ing. Civile e Architettura	Italiano	1	CEAR-01/A	6
	Comportamento dei sistemi geotecnici soggetti ad azioni sismiche: analisi delle condizioni di sicurezza e valutazione delle prestazioni	Ing. Civile e Architettura	Italiano	1	CEAR-05/A	6
	Rigenerazione urbana	Ing. Civile e Architettura	Italiano	1	CEAR-12/A	6
	Principi di edge e fog computing	Ing. Informazione	Inglese	1	IINF-05/A	6
	Identificazione di sistemi dinamici non lineari	Ing. Informazione	Inglese	1	IINF-04/A	6
	Cybersecurity in cyber physical systems	Ing. Informazione	Inglese	1	IINF-05/A	6
<b>Attività formative di complemento</b>  (linguistiche,						
	Valorizzazione e disseminazione dei risultati, della proprietà intellettuale e dell'accesso aperto ai dati e ai prodotti della ricerca		Inglese	1		6

informatiche, gestionali, etc..)  (1 CFU)						
	<b>TOTALE</b>					<b>36</b>

### Modalità delle verifiche per l'ammissione all'anno successivo

Alla fine dell'anno di Corso, per l'ammissione all'anno successivo, il dottorando è tenuto a presentare al Collegio dei docenti una relazione sull'attività di ricerca svolta e sui risultati conseguiti. Il Collegio dei docenti può decidere che la relazione debba essere integrata con una presentazione orale e, eventualmente, con un colloquio.

**Elenco della didattica programmata e altre attività didattiche III anno (2 CFU a scelta)**

Tipologia attività	Denominazione attività/insegnamento	Curriculum	Lingua	CFU	SSD	Ore Lezione frontale
<b>Attività didattica obbligatoria (1 CFU)</b>	Innovazione e trasferimento tecnologico	Tutti	Inglese	1	IEGE-01/A	6
<b>Attività didattica a scelta (2 CFU)</b>	Sostenibilità ambientale mediante analisi di ciclo vita dei prodotti	Ing. Industriale	Inglese	1	IIND-03/B	6
	Tecniche sperimentali e analisi agli elementi finiti per il settore industriale	Ing. Industriale.	Inglese	1	IIND-03/A	6
	Modelli e tecniche per la valutazione del rischio per una industria sostenibile	Ing. Industriale.	Inglese	1	ICHI-02/A	6
	Modellazione delle incertezze nei materiali da costruzione e calcolo della risposta delle strutture	Ing. Civile e Architettura	Italiano	1	CEAR-06/A	6
	Approcci BIM per la progettazione e la gestione della manutenzione delle infrastrutture di trasporto	Ing. Civile e Architettura	Italiano	1	CEAR-03/A	6
	Sostenibilità e resilienza dei sistemi di drenaggio urbano: i SUDS	Ing. Civile e Architettura	Italiano	1	CEAR-01/A	6
	Evoluzione e applicazioni dei sistemi digitali riconfigurabili: dall'Apollo Guidance Computer ai dispositivi FPGA	Ing. Informazione	Inglese	1	IINF-01/A	6
	Stima dell'incertezza di misura nelle attività sperimentali	Ing. Informazione	Inglese	1	MIS-01/A	6
	<b>TOTALE</b>			<b>2</b>		<b>12</b>

## ELENCO COMPLETO DEI CORSI DEL I ANNO CON DESCRIZIONE

Denominazione attività/insegnamento	SSD*	Ore Lezione frontale*	CFU	Descrizione	TIPOLOGIA	CURRICULUM
DOE (Design of Experiments) e analisi statistica dei dati sperimentali	ING/IND 16	6	1	<p>Obiettivi: Il Corso richiama concetti basilari di statistica, analisi statistica dei dati e pianificazione dei piani sperimentali, con l'obiettivo di fornire uno strumento di lettura e di impiego pratico per coloro che si avvicinano alla ricerca. Gli allievi dottorandi acquisiranno la terminologia tecnica e impareranno a usare un software per il trattamento dei dati. Saranno in grado di definire un piano degli esperimenti, individuando i fattori e i livelli di variabilità e in seguito analizzare se vi è effetto dei fattori ed eventuali loro interazioni tramite l'analisi della varianza.</p> <p>Contenuti Cosa è la pianificazione delle prove sperimentali (il Design of Experiment) e a cosa serve. Fattori e livelli. Piani fattoriali. L'analisi della varianza (ANOVA). Esperimenti con un fattore e con più fattori. Uso del Software Minitab® - Esempi di analisi della varianza su dati sperimentali, a un fattore e a due fattori. Esempi sulla valutazione della interazione. Rappresentazione dei dati statistici (istogrammi, diagrammi, boxplot..).</p>	CORSO OBBLIGATORIO	TUTTI
Hardware e Software per l'acquisizione e l'elaborazione dati.	ING/INF 01	6	1	<p>Obiettivi Il modulo si concentra su aspetti hardware e software legati ai sistemi di acquisizione ed elaborazione dati con applicazioni nell'ambito delle misure elettroniche.</p> <p>Contenuti del corso Introduzione al processamento digitale dei segnali; fondamenti di sistemi di acquisizione dati; fondamenti sulla strumentazione di misura, interfacce e schede di acquisizione DSA/DAQ; software per l'acquisizione, l'elaborazione e il plotting dei dati; algoritmi numerici per il calcolo di integrali, filtraggio numerico e analisi spettrale.</p>	CORSO OBBLIGATORIO	TUTTI
Modelli matematici per l'Ingegneria	MAT/07	6	1	<p>L'obiettivo del corso è quello di fornire i principali strumenti matematici utili alla risoluzione di modelli matematici descritti da equazioni differenziali alle derivate parziali di interesse nelle applicazioni di ingegneria.</p> <p>Contenuti: Equazioni alle derivate parziali quasilineari, semilineari, lineari. Leggi di bilancio. Equazioni del primo ordine: metodo delle caratteristiche. Trasporto di inquinanti nei fiumi e un modello del traffico. Classificazione delle equazioni del secondo ordine: iperboliche, paraboliche, ellittiche. Curve caratteristiche e forma canonica delle equazioni differenziali alle derivate parziali del secondo ordine. Fenomeni ondulatori. Equazione della corda vibrante: soluzione di D'Alembert Problema di tipo misto: Metodo di separazione delle variabili.</p>	CORSO OBBLIGATORIO	TUTTI
Transizione ecologica e digitale	ICAR/10	6	1	<p>Obiettivo del corso è quello di fornire ai dottorandi le conoscenze base su materiali, tecniche e</p>	CORSO	TUTTI

(Materiali e Tecnologie per l'economia circolare)				<p>procedimenti costruttivi sostenibili necessari per conferire all'involucro edilizio migliori prestazioni in rapporto alle esigenze di benessere e consentire adeguamenti in linea con gli obiettivi europei in termini di economia circolare. Con riferimento alle chiusure verticali, opache e trasparenti, si farà particolare riferimento a soluzioni costruttive rispondenti alle indicazioni del CAM Edilizia 2022 e in linea con gli obiettivi dell'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile guardando all'intero ciclo di vita delle risorse impegnate e all'abbattimento di emissioni e rifiuti.</p> <p>Contenuti</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le chiusure verticali, opache e trasparenti: soluzioni funzionali e alternative tecniche</li> <li>- L'evoluzione tecnologica che ha investito le soluzioni per il risparmio energetico dell'involucro edilizio: materiali isolanti convenzionali (minerali, animali, vegetali, sintetici, compositi) e non convenzionali (VIP, termoriflettenti, aerogels, materiali a cambiamento di fase)</li> <li>- L'innovazione tecnologica delle soluzioni finestrate per ottimizzare la risposta ottica ed energetica: serramenti misti e disassemblabili, canalini a bordo caldo, filtri vetrati statici (assorbenti, riflettenti, bassoemissivi, selettivi, TIM), dinamici (cromogenici, a selettività angolare), modulabili (sistemi meccanici, ottici, elettrici)</li> <li>- La valutazione prestazionale degli edifici; i protocolli di sostenibilità nazionali e internazionali</li> </ul>	OBBLIGATORIO	
Nanocompositi a matrice polimerica	ING/IND 22	6	1	<p>Descrizione del corso</p> <p>Il corso si pone l'obiettivo di approfondire le conoscenze di base relative ai materiali compositi a matrice polimerica impiegabili in applicazioni industriali avanzate. Particolare enfasi sarà data agli aspetti legati alla progettazione, sviluppo ed industrializzazione dei materiali .</p> <p>I materiali compositi e nano compositi. Le matrici polimeriche. I filler di rinforzo. La compatibilizzazione fisica e chimica. Proprietà fisico-meccaniche. Tecniche di caratterizzazione. Tecnologie di produzione. Applicazioni ingegneristiche dei nanocompositi a matrice polimerica.</p>	CORSO A SCELTA	INGEGNERIA INDUSTRIALE
Tecnologie e sensoristica per applicazioni industriali	CHIM/07	6	1	<p>Obiettivi</p> <p>L'obiettivo principale del corso è quello di fornire allo studente le conoscenze fondamentali sulle tecnologie sensoristiche.</p> <p>Si farà particolare riferimento alle specifiche dei sistemi di sensing e piattaforme di trasduzione, nonché alle metodologie di progettazione/realizzazione di sensori per varie applicazioni.</p> <p>Contenuti del corso</p> <p>Caratteristiche delle differenti tipologie di sensori. Principi di funzionamento. Sensori a semiconduttore: Sensori resistivi di temperatura (RTD, Termistori NTC, Termistori PTC), sensori resistivi di radiazione luminosa (LDR), sensori di gas resistivi, sensori di liquidi; sensori capacitivi. Sensori elettrochimici. Biosensori. Sensori MEMS. Sensori indossabili.</p>	CORSO A SCELTA	INGEGNERIA INDUSTRIALE
Mechanical gears vs magnetic gears	ING/IND 13	6		<p>Obiettivi</p> <p>L'obiettivo del corso è di stimolare lo studente ad una visione più ampia di una problematica quale la trasmissione del moto trattata nei corsi di studio discendenti (laurea triennale e magistrale) in modo da fargli acquisire un modus operandi critico con soluzioni innovative per risolvere nuove problematiche.</p> <p>Contenuti del corso</p> <p>Partendo dalle conoscenze sugli ingranaggi meccanici maggiormente utilizzati si analizzeranno gli ingranaggi che sfruttando la presenza di un campo magnetico permettono la trasmissione tra un movente ed un cedente. Si evidenzieranno i vantaggi e gli svantaggi dell'una e dell'altra</p>	CORSO A SCELTA	INGEGNERIA INDUSTRIALE

				soluzione e si valuteranno le possibili applicazioni in campo della micro-meccanica e della robotica.		
Strutture innovative composte da funi per superare le grandi luci	ICAR/09	6	1	<p>Le strutture composte da cavi rappresentano da sempre una costante nella storia degli uomini, in passato venivano usati materiali naturali quali il legno e le corde vegetali. Nei paesi a scarsa industrializzazione il ponte sospeso di cavi metallici ed impalcato in legno rappresenta una regola non l'eccezione, anche per superare luci modeste.</p> <p>Il corso si prefigge l'obiettivo di fornire agli studenti conoscenze avanzate sulle problematiche legate alla ideazione ed al progetto di grandi coperture e di ponti e viadotti di grande luce, con particolare riguardo all'impiego di tecnologie e materiali innovativi, poiché, con il crescere delle luci delle campate e delle altezze delle pile il progettista deve affinare le strategie di analisi ed i criteri della verifica in termini di sicurezza e funzionalità.</p> <p>Parimenti nei paesi ad alta industrializzazione le coperture dei grandi stadi, dei centri commerciali, dei palazzetti dello sport ed i ponti di grande luce impiegano in maniera vantaggiosa la medesima tecnica. Infatti, è noto che a parità di superficie coperta e/o di luce superata le strutture sorretti da funi sono molto più leggere di quelle tradizionali.</p> <p>Quanto previsto dalle procedure codificate dai codici non è in questo caso esaustivo e deve essere esteso con particolare riguardo alla dimensione dell'opera analizzata. Inoltre, si devono impiegare, per il montaggio delle opere progettate, tecnologie innovative sempre più sofisticate. Le analisi devono essere condotte con particolare attenzione a quei fenomeni che per le strutture ordinarie possono essere trascurati per garantire loro la opportuna resilienza. I modelli si arricchiscono di particolari che nella progettazione classica e nei corsi di base di I e II livello non possono essere trattati con la completezza richiesta.</p>	CORSO A SCELTA	INGEGNERIA CIVILE E ARCHITETTURA
Gestione sostenibile del patrimonio culturale	ICAR/17	6	1	<p>Il tema della conoscenza e della gestione sostenibile del patrimonio architettonico e urbano, in funzione dello sviluppo sociale, economico e culturale di un territorio, è da sempre al centro degli studi e dei progetti legati al suo futuro. In alcuni casi, l'obiettivo di comprendere le stratificazioni che caratterizzano le città e le architetture che ne fanno parte, mettendo in relazione l'assetto attuale con quello originario e con le trasformazioni subite nel corso dei secoli risulta particolarmente complesso se portato avanti esclusivamente con i tradizionali strumenti del rilievo. Diventa quindi imprescindibile l'integrazione tra la dimensione transdisciplinare del tema trattato e gli strumenti digitali che aprono a prospettive sempre più ibride per rispondere alle esigenze di conoscenza, documentazione e divulgazione del valore culturale e identitario di ciascun luogo o manufatto.</p> <p>Le metodologie contemporanee di rilievo integrato e modellazione 3D si configurano quindi come strumenti di assoluta importanza da utilizzare non solo per la documentazione del patrimonio culturale ma anche, grazie all'elevata precisione metrica, per formulare ipotesi ricostruttive o di completamento di edifici storici dal forte impatto culturale.</p> <p>Contestualmente, momento preliminare della ricerca, rimane sempre l'indagine archivistica e bibliografica che ha lo scopo di ripercorrere le fasi salienti dell'iter progettuale e che costituisce una base imprescindibile da implementare con nuove metodologie digitali al fine di creare prodotti utili alla promozione del patrimonio culturale su una rigorosa base scientifica ma condivisibili anche con un pubblico eterogeneo.</p>	CORSO A SCELTA	INGEGNERIA CIVILE E ARCHITETTURA
La simulazione ad eventi discreti	ING/INF 05	6	1	<p>Obiettivi: Fornire i fondamenti della struttura di un simulatore ad eventi discreti e le basi statistiche per l'analisi e l'interpretazione dei dati da esso prodotti.</p> <p>Contenuti: Struttura di un simulatore ad eventi discreti. Generatori di numeri casuali; . Modelli di simulazione. Analisi dell'output per un singolo modello; definizione delle misure di interesse del modello di simulazione. Stima di una misura di probabilità. Stima dell'intervallo di</p>	CORSO A SCELTA	INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE

				confidenza. Analisi dell'output per la simulazione a termine. Analisi dell'output per la simulazione allo stato stazionario. Definizione del piano di test. Definizione e verifica della campagna di misure		
La programmazione dei Controllori a Logica Programmabile (PLC)	ING-INF/04	6	1	Il corso introduce alla programmazione dei Controllori a Logica Programmabile (PLC). Dopo aver definito struttura, funzionalità e linguaggi di programmazione, utilizzando il PLC Zelio della Schneider Electric, verranno sviluppati programmi in linguaggio Ladder ed FBD. Verranno testati sul PLC programmi che implementano funzionalità di base quali ingressi e uscite analogiche e digitali, relè ausiliari, timer, confronti analogici e contatori.	CORSO A SCELTA	INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE
Reti e protocolli per l'Industria 4.0	ING/INF 03	6	1	Obiettivi: Il corso ha come obiettivo principale quello di fornire allo studente le conoscenze di base relative alle reti e ai principali standard di comunicazione e protocolli usati per la trasmissione dati in ambienti industriali; particolare enfasi sarà data alle attività di ricerca in tale contesto. Contenuti del corso: Evoluzione delle reti dati per il controllo e l'automazione industriale (dai bus di campo all'Industrial Internet of Things); requisiti delle reti per applicazioni industriali; architettura e funzionalità dei sistemi di trasmissione dati per ambienti industriali; tecnologie wireless e protocolli per l'Industria 4.0; attività di ricerca nell'ambito dell'Industrial Internet of Things.	CORSO A SCELTA	INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE
Attività di acquisizione competenze informatiche		12	2	L'integrazione tra solida preparazione di base e comprensione ed utilizzo delle tecnologie informatiche più evolute costituisce elemento fondamentale del corso di dottorato, indispensabile a produrre quelle competenze necessarie per comprendere l'evoluzione tecnologica, interpretarne i contenuti, individuarne le applicazioni, ampliare e modificare il modo di operare. Le attività prevedono l'acquisizione di competenze informatiche legate alla ricerca, soprattutto software (banche dati; programmi di indicizzazione; programmi per content analysis; programmi di elaborazione statistica – MATLAB, SPSS; programmi di elaborazione di immagine – Indesign Adobe; X press).	ATTIVITÀ FORMATIVE DI COMPLEMENTO OBBLIGATORIE (LINGUISTICHE, INFORMATICHE, GESTIONALI, ETC..)	TUTTI
Attività di perfezionamento linguistico		18	3	Obiettivi specifici di tale attività didattica sono: - fornire sicure competenze linguistico-tecniche orali e scritte; - mettere gli studenti in grado di utilizzare gli strumenti per la comunicazione e la gestione dell'informazione; - aiutare gli studenti a imparare a imparare nuove lingue straniere diventando sempre più autonomi nel controllo del proprio processo di apprendimento e consolidamento delle loro competenze linguistiche e professionali; - aiutare gli studenti ad acquisire competenze trasversali - soft skills (cognitive, relazionali, realizzative, ecc.) per favorire la creatività, la flessibilità, la capacità di parlare in pubblico, la capacità organizzativa e lo spirito di gruppo; nonché la capacità di risolvere problemi, al fine di facilitarne l'inserimento nel mondo del lavoro. Le attività di perfezionamento linguistico saranno svolte mediante l'utilizzo del software ROSETTA STONE, messo a disposizione dall'Ateneo (con il relativo certificato di competenza linguistica perseguita). A tal proposito, la conoscenza della lingua inglese, fondamentale per le attività di ricerca e studio tecnico scientifico a livello internazionale, è specificamente valutata in sede di esame di ammissione.	ATTIVITÀ FORMATIVE DI COMPLEMENTO OBBLIGATORIE (LINGUISTICHE, INFORMATICHE, GESTIONALI, ETC..)	TUTTI
Applicazione di una proposta di ricerca per Post Doctoral Fellowship Marie Sklodovska Curie Actions: stesura, sperimentazione		6	1	Obiettivi Il corso ha come obiettivo l'analisi nel dettaglio delle caratteristiche dell'azione Marie Sklodowska Curie Postdoctoral Fellowship e l'identificazione di linee guida per la scrittura di una proposta progettuale competitiva. Inoltre, il corso si propone di fornire agli studenti gli	ATTIVITÀ FORMATIVE DI COMPLEMENTO OBBLIGATORIE (LINGUISTICHE,	TUTTI

e gestione.				<p>strumenti per la gestione scientifica ed amministrativa del progetto attraverso un caso studio riguardante la progettazione e realizzazione di materiali perovskitici per accumulo di energia solare.</p> <p>Contenuti del corso          Introduzione alle Post Doctoral Fellowship Marie Sklodowska Curie Actions: Work Programme, obiettivi, elementi caratterizzanti, criteri di eleggibilità e budget. Mobilità internazionale, interdisciplinare e intersettoriale. Strumenti e linee guida per la stesura di una proposta progettuale competitiva: sezioni Eccellenza, Impatto e Implementazione. Il CV del ricercatore. Processo di valutazione. Gestione di un progetto MSCA attraverso un caso studio.</p>	INFORMATICHE, GESTIONALI, ETC..)	
Modalità di scrittura di un documento scientifico		6	1	<p><b>Obiettivi</b>          La misura della produttività di un ricercatore è basata fondamentalmente sul numero di articoli pubblicati. Tale produttività è alla base di molte valutazioni che vanno dalla progressione in carriera alla richiesta di fondi. Spesso viene valutata anche la qualità della produttività basandosi sul prestigio delle riviste ove avviene la pubblicazione.          La strada per la pubblicazione è raramente semplice; poche riviste forniscono una guida pratica ai ricercatori che stanno impegnandosi per pubblicare i propri dati. Obiettivo di questo seminario è quello di fornire i principali strumenti per affrontare i passaggi pratici in ciascuna parte del processo di pubblicazione e arrivare con successo all'accettazione del lavoro.</p> <p><b>Descrizione</b>          Il seminario illustra le varie fasi del processo di elaborazione, redazione e finalizzazione di un articolo scientifico, indicando le modalità della corretta esposizione dei risultati della ricerca e mettendo in evidenza quali sono gli aspetti su cui prestare particolare attenzione. Uno specifico approfondimento è posto agli aspetti legati al cosiddetto "plagio" e in particolare all'auto-plagio.</p>	ATTIVITÀ FORMATIVE DI COMPLEMENTO OBBLIGATORIE (LINGUISTICHE, INFORMATICHE, GESTIONALI, ETC..)	TUTTI
Serendipità e Scienza: Come la Mente Aperta e il Metodo Scientifico Generano Scoperte		6	1	<p><b>Obiettivi:</b>          Fornire le basi necessarie a:          - Scoprire il ruolo della serendipità nelle scoperte scientifiche attraverso esempi reali.          - Comprendere come una mentalità aperta favorisca l'innovazione e la capacità di cogliere opportunità inattese nel lavoro di ricerca.          - Esplorare il metodo scientifico non solo dal punto di vista teorico, ma come strumento pratico e dinamico per affrontare l'imprevisto.          - Imparare strategie per stimolare la creatività e la flessibilità nel processo di ricerca e sperimentazione.          - Analizzare casi concreti, con un focus su scoperte nate da intuizioni inaspettate e dal costante dialogo tra rigore e casualità.</p>	ATTIVITÀ FORMATIVE DI COMPLEMENTO OBBLIGATORIE (LINGUISTICHE, INFORMATICHE, GESTIONALI, ETC..)	TUTTI

## ELENCO COMPLETO CORSI DEL II ANNO E DESCRIZIONE

Denominazione attività/insegnamento	SSD*	Ore Lezione frontale*	CFU	Descrizione	TIPOLOGIA	CURRICULUM
Modelli stocastici e simulazioni Monte Carlo	ICAR/02	6	1	<p>Obiettivi</p> <p>Il corso si propone di fornire nozioni fondamentali sull'analisi delle serie temporali e sulla teoria dei processi stocastici. In particolare, si affronterà il tema dell'adattamento di modelli stocastici stazionari a campioni di dati ai fini della generazione di serie sintetiche mediante tecniche di simulazione Monte Carlo. Oltre agli aspetti teorici saranno proposti esempi numerici in ambiente Matlab attraverso i quali i dottorandi acquisiranno le conoscenze di base per selezionare i modelli da applicare alla soluzione di problemi tipici dell'ingegneria.</p> <p>Contenuti del corso</p> <p>Introduzione all'analisi delle serie temporali. Trend, salti e stagionalità nelle serie temporali. Memoria di un processo. Concetto di stazionarietà ed ergodicità. Valore atteso, varianza, autocovarianza e autocorrelazione. Modelli stazionari indipendenti e identicamente distribuiti. White noise. Modelli stazionari gaussiani. Modelli stazionari autoregressivi e a media mobile ARIMAX. Metodi di simulazione Monte Carlo. Applicazioni in Matlab.</p>	CORSO OBBLIGATORIO	TUTTI
Tecniche di decision making	ING-IND/17	6	1	<p>Scopo del corso è fornire agli studenti i concetti base sulle tecniche decisionali multi-criterio. Lo studente sarà in grado di valutare diverse alternative sulla base di molteplici aspetti spesso in conflitto tra loro e di effettuare una scelta e/o un ordinamento tra esse. Viene infine fornito un quadro tra le principali tecniche multi-criterio.</p> <p>Contenuti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduzione</li> <li>- Classificazione dei metodi multi-criterio: (Multi-Objective Decision- Making vs Multi-Attribute Decision- Making, Metodi compensativi e non, la teoria dell'utilità, l'analisi gerarchica e le tecniche di outranking)</li> <li>- Le principali tecniche di decision making suddivise in metodi di scelta, di ordinamento e di clusterizzazione</li> <li>- Il Weighted (WS) Method</li> <li>- La normalizzazione</li> <li>- L'Analytic Hierarchy Process (AHP)</li> <li>- Esercitazione</li> </ul>	CORSO OBBLIGATORIO	TUTTI
Giunzioni saldate innovative per applicazioni nel settore navale	ING/IND 02	6	1	<p>Obiettivi</p> <p>Il Corso si propone l'approfondimento delle principali problematiche strutturali e delle conoscenze relative a materiali e tecniche di giunzioni utilizzati nelle costruzioni;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Particolare rilievo sarà dato all'acquisizione della competenza e padronanza nel metodo scientifico di indagine attraverso l'analisi di prove di laboratorio e agli elementi finiti;</li> <li>- Il corso si propone inoltre fornire e stimolare l'uso di un linguaggio tecnico appropriato in modalità avanzata mediante l'approfondimento della tematica attraverso la valutazione di casi studio.</li> </ul>	CORSO A SCELTA	INGEGNERIA INDUSTRIALE
Metallurgia delle leghe di titanio e tecniche di manifattura additiva	ING/IND 21	6	1	<p>Obiettivi</p> <p>Obiettivo del corso è l'approfondimento delle tematiche riguardanti la metallurgia del titanio in relazione alle recenti tecniche di manifattura additiva quali Laser Beam Melting (LBM) e</p>	CORSO A SCELTA	INGEGNERIA INDUSTRIALE

				<p>Electron Beam Melting (EBM), con riferimento alle caratteristiche microstrutturali peculiari del processo ed alla possibile formazione di difetti. Il corso si propone, pertanto, di fornire gli strumenti cognitivi e le competenze necessarie per definire le proprietà meccaniche dei manufatti in lega di titanio prodotti mediante le nuove tecnologie additive, ottimizzandone le prestazioni in base ad una opportuna scelta dei parametri di stampa e di eventuali trattamenti pre- o post-processo. In questa ottica verranno approfonditi anche gli studi più recenti indirizzati alla simulazione dei campi termici indotti da sorgenti mobili.</p> <p>Contenuti</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Metallurgia delle leghe di titanio, elementi <math>\alpha</math>-stabilizzanti e <math>\beta</math>-stabilizzanti, temperatura di transizione, effetti della velocità di raffreddamento. Comportamento alle alte temperature.</li> <li>-Tecniche di manifattura additiva: LBM e EBM, parametri di processo.</li> <li>-Metodi analitici per la simulazione dei campi termici indotti da sorgenti mobili.</li> </ul>		
Processi catalitici innovativi per la produzione di energia e la salvaguardia ambientale	CHIM/04	6		<p>Obiettivi del Corso. L'obiettivo del corso è quello di fornire allo studente le basi scientifiche per la comprensione dei fenomeni catalitici, delle caratteristiche e della funzionalità dei materiali catalitici eterogenei per applicazioni innovative in campo energetico ed ambientale. In particolare, il corso si propone di fornire allo studente una serie di esempi di applicazioni di nuovi sistemi catalitici a base di ossidi metallici per la purificazione delle acque reflue e della produzione di "idrogeno pulito".</p> <p>Contenuti del Corso. 1) Catalisi e Catalizzatori: Principi teorici dei fenomeni catalitici e Proprietà fondamentali dei catalizzatori eterogenei; 2) Sviluppo di nuovi catalizzatori eterogenei per la salvaguardia ambientale e applicazioni in campo energetico; 3) Processi di purificazione delle acque reflue industriali e dell'idrogeno per applicazioni energetiche.</p>	CORSO A SCELTA	INGEGNERIA INDUSTRIALE
Processi avanzati di conversione di biomasse per la produzione di energia e la mobilità	CHIM/07	6		<p>Obiettivi</p> <p>L'obiettivo principale del corso è quello di fornire allo studente le conoscenze fondamentali circa le tecnologie attuali di trasformazione delle biomasse vegetali per la generazione di bioenergia e per la produzione di bio-chemicals e bioplastiche. Il corso si propone inoltre di fornire allo studente gli strumenti per elaborare razionalmente dei criteri di scelta per l'impiego dei principi della chimica verde nell'ambito di tali processi di conversione.</p> <p>Contenuti del corso</p> <p>Introduzione al concetto di biomassa. Tipologie di biomasse. Principali componenti della biomassa vegetale. Il concetto di Bioraffineria. Tecnologie di pretrattamento delle biomasse vegetali. Caratteristiche di combustione della biomassa vegetale lignocellulosica e processi termochimici per la conversione di questa in bioenergia: gassificazione, pirolisi e pirogassificazione. Conversione di biomassa vegetale mediata da catalizzatori chimici: il ruolo della chimica verde; molecole piattaforma per la produzione di biocarburanti, bio-chemicals, biomateriali; il biodiesel. Cenni sui processi di conversione di tipo biochimico della biomassa vegetale. Le realtà industriali impegnate nella valorizzazione delle biomasse vegetali: alcuni esempi.</p>	CORSO A SCELTA	INGEGNERIA INDUSTRIALE
Sistemi ITS per la logistica	ICAR/05	6	1	<p>Il corso fornirà le basi teoriche relative allo sviluppo dei sistemi ITS (Intelligent Transport Systems) e le relative implicazioni nel settore della logistica, al fine di semplificare e supportare l'ottimizzare delle informazioni e la gestione di magazzino e/o spedizioni, mediante soluzioni interoperabili e interconnesse. Saranno analizzate le strutture di dati e le diverse tipologie di informazioni e misure in tempo reale utilizzate per la pianificazione del viaggio e l'ottimizzazione della catena logistica e saranno studiati i moderni strumenti di simulazione da utilizzare nella pianificazione, progettazione e funzionamento di tali sistemi, considerando le nuove tecnologie a supporto della movimentazione, del magazzinaggio e della distribuzione delle merci. Nell'ambito dell'insegnamento saranno affrontate le basi metodologiche della</p>	CORSO A SCELTA	INGEGNERIA CIVILE E ARCHITETTURA

				terotecnologia stradale, con particolare riferimento allo stato dell'arte e alla pratica corrente per il rilievo degli indicatori di qualità delle pavimentazioni stradali. In particolare, inoltre, saranno approfonditi i recenti avanzamenti del settore per il riconoscimento automatizzato dei degradi delle superfici mediante tecniche di computer vision e analisi delle immagini per l'individuazione delle caratteristiche geometriche e della localizzazione dei principali ammaloramenti (come ad es. fessure e buche).		
Metodi sperimentali e numerici per lo studio di processi idro-morfodinamici	ICAR/01	6	1	Attraverso l'approfondimento di analisi dimensionale e similitudine, il corso si propone di fornire conoscenze sull'applicazione della modellistica fisica di laboratorio e di far acquisire sensibilità e padronanza in merito all'esecuzione di prove sperimentali e al rilevamento delle più diffuse misure idrauliche. Saranno altresì approfondite le tecniche numeriche per la risoluzione delle equazioni della meccanica dei fluidi applicate all'idraulica dei sistemi naturali, con riferimento alle tecniche di meshing agli elementi finiti e ad alcuni software open-source, individuando i codici di simulazione numerica nelle principali attività afferenti al settore dell'idraulica fluviale e marittima. Verranno quindi discusse le scelte che consentono l'individuazione delle principali tipologie sia di modelli fisici, a fondo fisso e mobile, che numerici, discutendo il loro impiego a supporto sia della progettazione e costruzione di opere idrauliche che dello studio di processi idro-morfodinamici.	CORSO A SCELTA	INGEGNERIA CIVILE E ARCHITETTURA
Comportamento sismico dei sistemi geotecnici: analisi delle condizioni di sicurezza e valutazione delle prestazioni	ICAR/07	6	1	Obiettivi Il corso ha come obiettivo principale quello di fornire allo studente conoscenze sulle metodologie di analisi delle condizioni di sicurezza di alcuni sistemi geotecnici e sulle procedure per la valutazione delle loro prestazioni. Le metodologie e le procedure saranno descritte con riferimento ad alcuni classici problemi dell'ingegneria geotecnica sismica che spaziano dal problema della stabilità sismica del sito da costruzione all'analisi del comportamento delle opere. In particolare, verranno approfonditi gli aspetti legati agli effetti del comportamento dei terreni in condizioni di carico ciclico e dinamico ed i loro effetti sulle condizioni di stabilità e di funzionalità post-sismica dei sistemi geotecnici. Saranno anche presi in esame gli effetti delle caratteristiche del moto sismico di riferimento sulla prestazione e sulla funzionalità post-sismica del sistema e le implicazioni sui criteri di selezione delle azioni sismiche di riferimento per l'analisi.	CORSO A SCELTA	INGEGNERIA CIVILE E ARCHITETTURA
Strumenti di pianificazione e progettazione per la Rigenerazione urbana	ICAR/20	6	1	Il corso si pone l'obiettivo di approfondire le conoscenze di base relative alla disciplina urbanistica, con particolare riferimento alle azioni di rigenerazione urbana, sia all'interno della pianificazione attuativa che nell'ambito dei progetti urbani (ecoquartieri, distretti ad energia positiva, ville du quart d'heure, ecc.) Gli allievi dottorandi acquisiranno competenze utili alla comprensione dei nuovi paradigmi finalizzati alla:  - progettazione di insediamenti in grado di adattarsi alle trasformazioni e di ridurre gli impatti umani sull'ecosistema attraverso un approccio proattivo indirizzato alla costruzione di strategie adattive e resilienti (es. Global Public Space Program - Public Space Site-specific Assessment);  - gestione dei processi di rigenerazione urbana e di sviluppo economico, basati su forme di partenariato pubblico-privato e di coinvolgimento attivo delle comunità locali.	CORSO A SCELTA	INGEGNERIA CIVILE E ARCHITETTURA
Principi di edge e fog computing	ING/INF 05	6	1	Obiettivi: introdurre i concetti di fog ed edge computing applicati alla smart cities ed ai sistemi industriali 5.0. Presentare l'architettura Arancio ed i prodotti di riferimento. Mostrare l'integrazione di servizi diversi all'interno di un unico ambiente di programmazione e gestione. Argomenti: Verranno affrontati aspetti di condivisione delle risorse sia a livello hardware che software e di programmazione distribuita. Verrà introdotta la piattaforma Stack4Things e le relative tecniche di programmazione. Saranno presentati alcuni casi d'uso sia di città smart che di fabbriche innovative in cui è stato possibile integrare soluzioni e servizi di fornitori diversi usando API comuni dashboard condivise.	CORSO A SCELTA	INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE

Identificazione di sistemi dinamici non lineari	ING-INF/04	6	1	<p>Obiettivi: Il corso ha come obiettivo quello di fornire le conoscenze di base relative alle tecniche di identificazione di modelli dinamici, lineari e non lineari, di processi industriali, a partire da dati sperimentali.</p> <p>Contenuti: Progettazione degli esperimenti; preprocessamento dei dati; fasi dell'identificazione; classi di modelli; identificazione a minimizzazione dell'errore di predizione; identificazione tramite tecniche di machine-Learning; validazione dei modelli; casi di studio.</p>	CORSO A SCELTA	INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE
Cybersecurity nei cyber physical systems	ING-INF/05	6	1	<p>Il corso mira a fornire ai discenti le basi teoriche, matematiche e tecnologiche necessarie a muoversi con consapevolezza nel mondo della Cyber Security. In particolare, si forniranno nozioni di sicurezza del software, sicurezza nelle reti di calcolatori e sicurezza nel Web nonché i principi fondamentali della crittografia e dei protocolli crittografici. Verranno inoltre illustrate le principali applicazioni nell'ambito dei sistemi cyber-fisici, dell'IoT e delle infrastrutture Cloud/Edge computing.</p>	CORSO A SCELTA	INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE
Valorizzazione e disseminazione dei risultati, della proprietà intellettuale e dell'accesso aperto ai dati e ai prodotti della ricerca		6	1	<p>Obiettivi</p> <p>L'obiettivo principale del corso è quello di fornire allo studente le conoscenze fondamentali sul sistema brevettuale, con un focus specifico sulla struttura di una domanda di brevetto, sui requisiti di brevettabilità e la loro valutazione da parte degli esaminatori, sulle procedure principali e le diverse strategie di brevettazione, su come valutare l'eventuale contraffazione. L'approccio pratico e il confronto con esperti del settore permetteranno ai partecipanti di sviluppare competenze sulla protezione e valorizzazione del patrimonio IP.</p> <p>Contenuti del corso</p> <p>Introduzione ai fondamenti del diritto brevettuale. Struttura di una domanda di brevetto. Valutazione dei requisiti di brevettabilità (novità, attività inventiva, sufficienza di descrizione). Procedure brevettuali e strategie di deposito di brevetto. Regolamento di ateneo sulla proprietà intellettuale. Rappresentazione di un caso studio.</p>	ATTIVITÀ FORMATIVE DI COMPLEMENTO OBBLIGATORIE (LINGUISTICHE, INFORMATICHE, GESTIONALI, ETC..)	TUTTI

### ELENCO COMPLETO DEI CORSI DEL III ANNO CON DESCRIZIONE

Denominazione attività/insegnamento	SSD	Ore Lezione frontale	CFU	Descrizione	TIPOLOGIA	CURRICULUM
Innovazione e trasferimento tecnologico	ING-IND/35	6	1	<p>Il modulo "Innovazione e trasferimento tecnologico", ha l'obiettivo di fornire ai partecipanti una comprensione approfondita del processo di gestione dell'innovazione e del trasferimento tecnologico in ambito ingegneristico.</p> <p>Obiettivi:</p> <p>Il modulo mira a fornire ai partecipanti gli strumenti necessari per:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Comprendere il processo di gestione dell'innovazione e del trasferimento tecnologico in ambito ingegneristico.</li> <li>● Analizzare il potenziale commerciale di una tecnologia ingegneristica e sviluppare una strategia di trasferimento tecnologico efficace.</li> <li>● Acquisire conoscenze sulle tecniche di protezione della proprietà intellettuale e sull'importanza di una gestione adeguata della proprietà intellettuale nel processo di trasferimento tecnologico.</li> <li>● Identificare i fattori critici per il successo del trasferimento tecnologico in un ambiente internazionale e globale.</li> </ul> <p>Contenuti:</p> <p>Il modulo si articola in tre parti:</p> <p>Gestione dell'innovazione:</p> <p>Questa parte del modulo fornisce ai partecipanti una panoramica dei concetti chiave della gestione dell'innovazione in ambito ingegneristico. In particolare, si analizzano le diverse fasi del processo di innovazione, dalle idee iniziali alla commercializzazione del prodotto finale.</p> <p>Trasferimento tecnologico:</p> <p>La seconda parte si concentra sul trasferimento tecnologico. In questa sezione, i partecipanti apprendono le strategie per il trasferimento tecnologico, tra cui il licensing, la creazione di spin-off e l'acquisizione di startup. Inoltre, si discutono le tecniche per valutare il potenziale commerciale di una tecnologia.</p> <p>Proprietà intellettuale e ambiente internazionale:</p> <p>La terza parte affronta il tema della proprietà intellettuale e dell'ambiente internazionale in cui si sviluppa il trasferimento tecnologico. In particolare, si analizzano le tecniche di protezione della proprietà intellettuale, sia a livello nazionale che internazionale. Infine, si discutono le sfide e le opportunità offerte dai mercati internazionali per la commercializzazione di tecnologie.</p>	CORSO OBBLIGATORIO	TUTTI
Sostenibilità ambientale mediante analisi di ciclo vita dei prodotti	ING/IND 15	6		<p>Obiettivi</p> <p>L'obiettivo principale del corso è quello di fornire le conoscenze fondamentali per analizzare un prodotto sotto l'aspetto del suo ciclo vita, valutarne gli impatti sull'ambiente e la salute umana, orientare le scelte progettuali nella direzione della sostenibilità.</p> <p>Contenuti del corso</p>	CORSO A SCELTA	INGEGNERIA INDUSTRIALE

				Introduzione alla progettazione orientata. Ciclo vita del prodotto, LCA. Unità funzionale. Analisi di inventario. Metodi di valutazione degli impatti. Allocazione dei carichi ambientali. Applicazione pratica con esercitazione.		
Tecniche sperimentali e analisi agli elementi finiti per il settore industriale	ING/IND 14	6		<p>Obiettivi Formativi</p> <p>Il Corso si propone di:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- fornire la capacità di scegliere il metodo sperimentale più appropriato a supporto della progettazione di strutture biomeccaniche;</li> <li>- fornire le conoscenze di base per l'utilizzo dei codici di calcolo numerico a supporto della progettazione di strutture biomeccaniche;</li> <li>- far acquisire un linguaggio tecnico appropriato, anche con l'utilizzo di terminologia scientifica in lingua inglese.</li> </ul> <p>Contenuti del corso</p> <p>Indagini sperimentali su strutture microreticolari in metallo</p> <p>Analisi agli elementi finiti di dispositivi protesici</p>	CORSO A SCELTA	INGEGNERIA INDUSTRIALE
Modelli e tecniche per la valutazione del rischio per una industria sostenibile	ING-IND/25	6	1	<p>Scopo del corso è fornire agli studenti i concetti base sui modelli e le tecniche per la valutazione del rischio in un'ottica di sostenibilità e alla loro integrazione con le tecnologie abilitanti. Lo studente sarà in grado di applicare i modelli e le tecniche per valutare alternative e supportare le decisioni</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduzione</li> <li>- Modelli di analisi del rischio dovuto al deterioramento delle apparecchiature <ul style="list-style-type: none"> <li>• Statistica degli estremi e applicazione per l'analisi del rischio</li> <li>• Probabilità di failure di apparecchiature</li> <li>• Esercitazione numerica</li> </ul> </li> <li>- Metodi di investigazione del deterioramento delle superfici <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tecniche di caratterizzazione superficiali</li> <li>• Esercitazione in laboratorio</li> </ul> </li> <li>- Uso delle tecnologie abilitanti per l'analisi e la gestione del rischio</li> </ul>	CORSO A SCELTA	INGEGNERIA INDUSTRIALE
Modellazione delle incertezze nei materiali da costruzione e calcolo della risposta delle strutture	ICAR/08	6	1	<p>L'insegnamento si prefigge l'obiettivo di fornire agli studenti del corso di dottorato conoscenze avanzate sulla modellazione delle incertezze nelle caratteristiche dei materiali e sui metodi di valutazione della risposta strutturale in presenza di incertezze. Nei problemi pratici di ingegneria, le proprietà dei materiali, la geometria e le condizioni al contorno di una struttura possono subire fluttuazioni, a causa di errori di misurazione e fabbricazione, imprecisioni del modello e/o imperfezioni fisiche, che possono influenzare significativamente la risposta strutturale. Per descrivere le incertezze si farà riferimento sia all'approccio probabilistico in base al quale i parametri incerti sono rappresentati attraverso variabili aleatorie con assegnate funzioni densità di probabilità sia ad un approccio non probabilistico sviluppato nell'ambito delle analisi ad intervalli secondo la quale i parametri strutturali incerti sono trattati come variabili ad intervallo definiti da un limite inferiore e superiore. Saranno inoltre forniti gli strumenti per valutare la variabilità della risposta attraverso i metodi propri dell'analisi aleatoria e dell'analisi a intervalli con riferimento a procedure recentemente sviluppate che si distinguono per accuratezza e per limitato onere computazionale.</p>	CORSO A SCELTA	INGEGNERIA CIVILE E ARCHITETTURA
Approcci BIM per la progettazione e la gestione della manutenzione delle infrastrutture di trasporto	ICAR/04	6	1	<p>Il corso di propone di fornire le basi teoriche e operative dei moderni sistemi di gestione BIM (Building Information Modelling), con uno specifico focus alle soluzioni metodologiche e applicative per le infrastrutture di trasporto. Saranno studiati gli aspetti relativi alla caratterizzazione degli smart objects del modello informativo dell'infrastruttura per le applicazioni inerenti alla gestione dei dati di rilievo delle caratteristiche di qualità delle pavimentazioni stradali e per la programmazione degli interventi di manutenzione.</p>	CORSO A SCELTA	INGEGNERIA CIVILE E ARCHITETTURA

Sostenibilità e resilienza dei sistemi di drenaggio urbano: i SUDS	ICAR/02	6	1	Il corso si propone di portare all'attenzione dei partecipanti le più recenti strategie di intervento per la gestione delle acque meteoriche e reflue nelle aree urbane nonché i criteri di progettazione e le tipologie di manufatti idonei a tale scopo. Partendo dall'impatto che i cambiamenti climatici inducono sui sistemi idraulici urbani, si descriveranno gli strumenti di monitoraggio dei sistemi di drenaggio, le tecnologie per il drenaggio urbano sostenibile e resiliente, gli strumenti di calcolo per modellare i vari componenti dei sistemi di drenaggio. Particolare importanza sarà data alla prevenzione e mitigazione dei fenomeni di esondazione provocati dalla crescente impermeabilizzazione del suolo e sulle soluzioni volte a garantire elevati livelli di salvaguardia idraulica e ambientale affrontando il tema dell'invarianza idraulica e della gestione sostenibile delle acque meteoriche urbane.	CORSO A SCELTA	INGEGNERIA CIVILE E ARCHITETTURA
Evoluzione e applicazioni dei sistemi digitali riconfigurabili: dall'Apollo Guidance Computer ai dispositivi FPGA	ING/INF01	6		<p>Obiettivi</p> <p>L'obiettivo principale del corso è quello di introdurre e far comprendere i concetti fondamentali alla base della progettazione dei moderni sistemi digitali basati su FPGA. L'accento verrà posto sulle possibilità offerte dalle moderne tecnologie e metodologie di progettazione ai fini dello sviluppo e implementazione di sistemi digitali complessi con costi di sviluppo contenuti rispetto a metodologie ASIC che sono giustificate solo in presenza di volume di produzione estremamente elevati e che sono pertanto inaccessibili a realtà industriali ad elevato contenuti tecnologico ma di dimensione piccole e medie.</p> <p>Contenuti del corso</p> <p>Richiami sui sistemi elettronici digitali. Circuiti alla base dei sistemi digitali riconfigurabili. Prospettiva storica dell'evoluzione dei sistemi digitali riconfigurabili: dalle PLA (PAL) fino ai sistemi CPLD e FPGA.</p> <p>Cenni ai linguaggi di descrizione dell'hardware (HDL) e ai metodi di progettazione per l'implementazione su dispositivi FPGA.</p> <p>Esempi di realizzazione di sistemi digitali dedicati ad applicazioni specifiche: circuiti di temporizzazione, circuiti di controllo e azionamento, circuiti per la sintesi digitale diretta.</p>	CORSO A SCELTA	INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE
Stima dell'incertezza di misura nelle attività sperimentali	ING-IND/12	6	1	<p>Obiettivi</p> <p>L'obiettivo del corso è quello di fornire le regole generali per la valutazione e l'espressione dell'incertezza di misura, con specifico riferimento alla vigente normativa internazionale. I principi e le metodologie illustrati possono essere applicati ad un vasto spettro di misurazioni, tra cui quelle necessarie per mantenere il controllo e l'assicurazione della qualità nella produzione o per condurre ricerca di base, o applicata, o di sviluppo, nella scienza e nell'ingegneria. Contenuti del corso</p> <p>Incertezza di tipo A. Incertezza di tipo B. Incertezza tipo composta. Incertezza estesa e intervalli di confidenza. Il metodo Montecarlo</p>	CORSO A SCELTA	INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE