

# Offerta formativa Dottorato Ingegneria Industriale e dell'Informazione – ciclo XXXVIII

## 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). Si prevede che ogni insegnamento sia di 1 CFU (corrispondente a 6h di lezione frontale).

L'attività formativa prevede l'acquisizione di n. 20 CFU totali ottenuti grazie alla frequenza di cicli di lezioni offerti dall'Università Messina.

I 20 CFU del primo, secondo e terzo anno, dovranno essere conseguiti con la frequenza di lezioni e seminari di approfondimento nelle aree disciplinari (SSD) dei singoli indirizzi coadiuvate da attività di perfezionamento linguistico ed informatico. Una parte delle attività didattiche sarà dedicata all'approfondimento delle tematiche riguardanti la valorizzazione e disseminazione dei risultati, della proprietà intellettuale e dell'accesso aperto ai dati e ai prodotti della ricerca, nonché la gestione della ricerca e della conoscenza dei sistemi di ricerca europei ed internazionali.

Il restante numero di crediti formativi (n. 160 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 stesura tesi.

Nello specifico, i crediti formativi sono così distribuiti:

- attività individuale di ricerca, da discutere nella relazione per il passaggio agli anni successivi al primo (n. 117 CFU)
- stesura tesi (n. 28 CFU)
- partecipazione ad attività connesse con la ricerca a scelta del dottorando: convegni, congressi, soggiorni all'estero di tipo "Erasmus" o di altro tipo (n. 15 CFU).

Per l'ultimo anno di corso n. 28 CFU vengono attribuiti alla stesura della tesi di Dottorato e i restanti n. 32 CFU vengono attribuiti alle lezioni (2 CFU), all'attività di ricerca (25) ed alle altre attività a scelta del dottorando (5).

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

ANNO	LEZIONI	ATTIVITA' DI RICERCA	ALTRE ATTIVITA'	STESURA TESI	TOTALE
primo	12	45	3	0	60
secondo	6	47	7	0	60
terzo	2	25	5	28	60
TOTALE	20	117	15	28	180

### Legenda per l'attribuzione dei crediti alle attività formative a scelta

- 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 consiglio dei docenti ai fini dell'attribuzione dei crediti formativi e della sua quantificazione
- 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
- L'attività di tutorato degli studenti nei corsi di Laurea e Laurea magistrale dell'Università Messina sarà valutata dal consiglio dei docenti ai fini dell'attribuzione dei crediti formativi e della sua quantificazione
- L'attività di didattica integrativa sarà valutata dal consiglio dei docenti del ai fini dell'attribuzione dei crediti formativi e della sua quantificazione

I crediti formativi in esubero, dunque, non saranno computati ai fini del raggiungimento della soglia annua.

Il Collegio del Corso di Dottorato in Ingegneria Industriale 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.

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://www.unime.it/it/dottorato/ingegneria-chimica-materiali-costruzioni> nella sezione Didattica erogata

## **Carattere Internazionale del Dottorato**

### **Principali Atenei e centri di ricerca internazionali con i quali il collegio mantiene collaborazioni di ricerca:**

L'organizzazione del corso di dottorato è fortemente orientata verso l'internazionalizzazione dei propri dottorandi, mediante la stipula, già da diversi anni, di accordi di co-tutela per lo svolgimento della tesi di dottorato, o mantenendo collaborazioni di ricerca con diversi atenei e centri di ricerca internazionali, pubblici e privati (quali ad esempio, il Fritz Haber Institute Der Max Planck, Berlino (Germania), il Dipartimento di Mechanical & Ocean Engineering della Florida Atlantic University (Boca Raton, Usa), il Tokyo Institute of Technology (Tokyo, Giappone), l'Università di Saragozza

(Spagna), il Department of Materials dell'Università di Loughborouglu (UK), l'Australian National University (Australia), il Fraunhofer Institute for Solar Energy Sytems di Freiburg (Germania), l'Avantium Chemicals di Amsterdam, etc.). Le tematiche di ricerca assegnate ai dottorandi sono infatti inserite all'interno di diverse collaborazioni nazionali ed internazionali che vedono coinvolti diversi componenti del collegio docenti. In tal modo l'iter formativo dei dottorandi può facilmente arricchirsi della qualificazione scientifica di esperti esterni appartenenti sia a strutture di ricerca pubbliche che private, italiane ed estere.

Il periodo di studio all'estero viene usualmente pianificato a partire dal secondo anno di dottorato così da consentire al dottorando di approfondire o concludere la propria attività di ricerca/formazione dopo aver avuto il tempo di acquisire una buona padronanza degli argomenti inerenti la propria tematica di ricerca ed anche la sufficiente autonomia scientifica per confrontarsi con contesti di ricerca e sviluppo internazionali.

A ciò bisogna aggiungere che il dottorato ha già stipulato negli ultimi anni diversi accordi di co-tutela con università straniere, sia come home che come host institution, quali l'Università di Sfax (Tunisia), l'Università Lione 1, la RWTH University di Aachen e l'Ecole Nationale Superieure de Chimie de Montpellier nell'ambito del progetto Erasmus Mundus Joint Doctorate SINCHEM (Sustainable Industrial Chemistry), che ha coinvolto una media di 2-3 dottorandi per anno, che consentono quindi di garantire ulteriormente una costante presenza di esperti di comprovata qualificazione internazionale nell'ambito delle attività di dottorato.

## Piano delle Attività

### Elenco dei corsi e altre attività didattiche primo anno (1 CFU a scelta)

Denominazione attività/insegnamento	CFU	SSD*	Ore Lezione frontale*	Descrizione	TIPOLOGIA	NOTE
Tecnologie e sensoristica per applicazioni industriali <b>Prof. Neri</b>	1	CHIM/07	6		INSEGNAMENTO	Insegnamento obbligatorio (1CFU)
DOE (Design of Experiments) e analisi statistica dei dati sperimentali <b>Prof. Borsellino</b>	1	ING/IND 16	6		INSEGNAMENTO	Insegnamento obbligatorio (1CFU)
Hardware e Software per l'acquisizione e l'elaborazione dati. <b>Prof. Giusi</b>	1	ING/INF 01	6		INSEGNAMENTO	Insegnamento obbligatorio (1CFU)
Reti e protocolli per l'Industria 4.0 <b>Prof. Campobello</b>	1	ING/INF 03	6		INSEGNAMENTO	Insegnamento obbligatorio (1CFU)
Metallurgia delle leghe di titanio e tecniche di manifattura additiva <b>Prof. Sili</b>	1	ING/IND 21	6		INSEGNAMENTO	Corso a scelta dello studente (1CFU)
Assorbitori dinamici delle vibrazioni <b>Prof. Garescì</b>		ING/IND 13	6		INSEGNAMENTO	Corso a scelta dello studente (1CFU)
Nanocompositi a matrice polimerica <b>Prof. Visco</b>		ING/IND 22	6		INSEGNAMENTO	Corso a scelta dello studente (1CFU)
La simulazione ad eventi discreti		ING/INF 05	6		INSEGNAMENTO	Corso a scelta dello studente (1CFU)
Attività di acquisizione competenze informatiche	2		12		ALTRE ATTIVITA' DIDATTICHE	PERFEZIONAMENTO INFORMATICO
Attività di perfezionamento linguistico	3		18		ALTRE ATTIVITA' DIDATTICHE	PERFEZIONAMENTO LINGUISTICO
Applicazione di una proposta di ricerca per Post Doctoral Fellowship Marie Sklodovska Curie Actions: stesura, sperimentazione e gestione- Caso Studio: materiali perovskitici per accumulo di energia solare <b>Prof. E. Mastronardo</b>	1		6		ALTRE ATTIVITA' DIDATTICHE	Gestione della ricerca e della conoscenza dei sistemi di ricerca europei ed internazionali
Modalità di scrittura di un documento scientifico	1		6		ALTRE ATTIVITA' DIDATTICHE	Valorizzazione e disseminazione dei risultati, della proprietà intellettuale e dell'accesso aperto ai dati e ai prodotti della ricerca.
<b>TOTALE</b>	<b>12</b>		<b>72</b>			

### Modalità di scelta del soggetto della tesi

Il Collegio dei docenti assegna, contestualmente all'avvio dei corsi, a ciascun dottorando un Tutor, con il compito di seguire e orientarlo nell'attività di ricerca e nell'elaborazione della tesi e di informare il Collegio su eventuali problemi ed esigenze relativi alla ricerca. Il Tutor può essere individuato tra i componenti del

Collegio dei docenti. Il Collegio dei docenti può indicare, ove lo ritenga necessario per particolari esigenze della ricerca, anche un cotutor.

### 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 dei corsi/attività secondo anno (tre CFU a scelta)

Denominazione attività/insegnamento	CFU	SSD*	Ore Lezione frontale*	descrizione	Tipologia	note
Principi di edge e fog computing <b>Prof. Puliafito</b>	1	ING/INF 05	6		INSEGNAMENTO	Insegnamento obbligatorio (1CFU)
Caratterizzazione elettrica di dispositivi e materiali <b>Prof. Scandurra</b>	1	ING/INF 01	6		INSEGNAMENTO	Insegnamento obbligatorio (1CFU)
Contesti applicativi di materiali macroporosi per applicazioni energetiche: Mod. 1: progettazione e realizzazione dei materiali Mod. 2 verifica sperimentale dei materiali sviluppati <b>Prof. Calabrese/ Piperopoulos</b>	3	ING/IND 22-ING/IND 27	12		INSEGNAMENTO	Corso a scelta dello studente (2 CFU)
Tecniche diffrattometriche per la caratterizzazione e la valutazione non distruttiva dei materiali <b>Prof. Proverbio</b>		ING/IND 22	6		INSEGNAMENTO	Corso a scelta dello studente (1CFU)
Processi catalitici innovativi per la produzione di energia e la salvaguardia ambientale <b>Prof. Arena</b>		CHIM/04	6		INSEGNAMENTO	Corso a scelta dello studente (1CFU)
Processi avanzati di conversione di biomasse per la produzione di energia e la mobilità <b>Prof. Espro</b>		CHIM/07	6		INSEGNAMENTO	Corso a scelta dello studente (1CFU)
Giunzioni saldate innovative per applicazioni nel settore navale <b>Prof. Corigliano</b>		ING/IND 02	6		INSEGNAMENTO	Corso a scelta dello studente (1CFU)
Identificazione di sistemi dinamici non lineari			6		INSEGNAMENTO	Corso a scelta dello studente (1CFU)
Valorizzazione e disseminazione dei risultati, della proprietà intellettuale e dell'accesso aperto ai dati e ai prodotti della ricerca	1		6	L'innovazione e della ricerca e trasferimento tecnologico	ALTRE ATTIVITA' DIDATTICHE	SEMINARI
<b>TOTALE</b>	<b>6</b>		<b>36</b>			

### Modalità di preparazione della tesi

La tesi di Dottorato, corredata di una sintesi in lingua italiana e/o inglese, è normalmente redatta in lingua italiana e/o inglese; può anche essere redatta in altra lingua europea, previa autorizzazione del Collegio dei docenti.

### 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 dei corsi/attività terzo anno (1 CFU a scelta)

Denominazione attività/insegnamento	CFU	SSD*	Ore Lezione frontale*	DESCRIZIONE	TIPOLOGIA	NOTE
Sostenibilità ambientale mediante analisi di ciclo vita dei prodotti <b>Prof. F. Cucinotta</b>	1	ING/IND 15	6		INSEGNAMENTO	Insegnamento obbligatorio (1CFU)
Tecniche sperimentali e analisi agli elementi finiti per il settore industriale <b>Prof.ssa G. Epasto</b>	1	ING/IND 14			INSEGNAMENTO	Corso a scelta dello studente (1CFU)
Evoluzione e applicazioni dei sistemi digitali riconfigurabili: dall'Apollo Guidance Computer ai dispositivi FPGA <b>Prof. Ciofi</b>		ING/INF01	1		INSEGNAMENTO	Corso a scelta dello studente (1CFU)
<b>TOTALE</b>	<b>2</b>		<b>12</b>			

### Modalità di ammissione all'esame finale

L'ammissione all'esame finale avviene a seguito della presentazione della tesi di ricerca e una relazione del dottorando sulle attività svolte nel corso del dottorato e sulle eventuali pubblicazioni. La valutazione è valutata da almeno due docenti di elevata qualificazione, anche appartenenti a istituzioni estere, esterni ai soggetti che hanno concorso al rilascio del titolo di dottorato, di seguito denominati valutatori, nominati dal Direttore di Dipartimento in cui è incardinato il Corso di dottorato. I valutatori esprimono un giudizio analitico scritto sulla tesi e ne propongono l'ammissione alla discussione pubblica o il rinvio per un periodo non superiore a sei mesi se ritengono necessarie significative integrazioni o correzioni. Trascorso tale periodo, la tesi è in ogni caso ammessa alla discussione pubblica, corredata da un nuovo parere scritto dei medesimi valutatori, reso alla luce delle correzioni o integrazioni eventualmente apportate.

### Modalità di svolgimento dell'esame finale

Il titolo di dottore di ricerca, viene rilasciato a seguito della positiva valutazione di una tesi di ricerca che contribuisca all'avanzamento delle conoscenze o delle metodologie nel campo di indagine prescelto. La discussione pubblica si svolge innanzi a una Commissione, nominata dal Direttore del Dipartimento in cui è incardinato il Corso di dottorato, su proposta del Collegio dei docenti. La Commissione giudicatrice è composta da tre membri scelti tra i professori e ricercatori universitari di ruolo afferenti ai settori scientifico-disciplinari cui si riferisce il Corso. Due dei membri individuati non devono essere componenti del Collegio stesso e devono appartenere ad Università, anche straniera, non partecipanti al dottorato; almeno due membri della commissione devono essere professori di ruolo. Il Collegio dei docenti individua due membri supplenti. Possono essere aggiunti non più di due esperti esterni all'Ateneo, anche stranieri,

scelti nell'ambito degli enti e delle strutture pubbliche e private di ricerca, anche straniere. La presidenza della Commissione giudicatrice è assunta dal professore più anziano in ruolo; a parità, dal più anziano d'età. Nel caso di dottorati istituiti a seguito di accordi internazionali la Commissione giudicatrice è costituita secondo le modalità previste negli accordi stessi. Non possono far parte della commissione giudicatrice dell'esame finale per il conseguimento del titolo di dottore di ricerca docenti che abbiano fatto parte della commissione giudicatrice del medesimo Corso di dottorato per l'anno precedente.

Il Corso di Dottorato offre la possibilità ai dottorandi di completare il proprio piano formativo mediante la scelta di 4 corsi tra una serie di insegnamenti di carattere specialistico approvati dal Collegio dei Docenti:

### Materie a scelta

Denominazione attività/insegnamento	CFU		Ore Lezione frontale*
Metallurgia delle leghe di titanio e tecniche di manifattura additiva <b>Prof. Sili</b>	1	ING/IND 21	6
Assorbitori dinamici delle vibrazioni <b>Prof. Garesci</b>	1	ING/IND 13	6
Nanocompositi a matrice polimerica <b>Prof. Visco</b>	1	CHIM 07	6
Contesti applicativi di materiali macroporosi per applicazioni energetiche: Mod. 1: progettazione e realizzazione dei materiali Mod. 2 verifica sperimentale dei materiali sviluppati <b>Prof. Calabrese/ Piperopoulos</b>	2	ING-IND 22 /ING-IND 27	12
Tecniche diffrattometriche per la caratterizzazione e la valutazione non distruttiva dei materiali <b>Prof. Proverbio</b>	1	ING/IND 22	1
Processi catalitici innovativi per la produzione di energia e la salvaguardia ambientale <b>Prof. Arena</b>	1	CHIM/04	6
Processi avanzati di conversione di biomasse per la produzione di energia e la mobilità <b>Prof. Espro</b>	1	CHIM/07	6
Giunzioni saldate innovative per applicazioni nel settore navale <b>Prof. Corigliano</b>	1	ING/IND 02	6
Tecniche sperimentali e analisi agli elementi finiti per il settore industriale <b>Prof.ssa G. Epasto</b>	1	ING/IND 14	6
Evoluzione e applicazioni dei sistemi digitali riconfigurabili: dall'Apollo Guidance Computer ai dispositivi FPGA <b>Prof. Ciofi</b>	1	ING/INF 01	6
Identificazione di sistemi dinamici non lineari <b>Prof. MG Xibilia</b>	1	ING-INF/04	6
La simulazione ad eventi discreti <b>Prof. M.Scarpa</b>	1	ING/INF 05	6

Denominazione attività/insegnamento	SSD*	Ore Lezione frontale*	Descrizione
Tecnologie e sensoristica per applicazioni industriali <b>Prof. Neri</b>	CHIM/07	6	<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>
DOE (Design of Experiments) e analisi statistica dei dati sperimentali <b>Prof. Borsellino</b>	ING/IND 16	6	<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</p> <p>Cosa è la pianificazione delle prove sperimentali (il Design of Experiment) e a cosa serve.</p> <p>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>
Hardware e Software per l'acquisizione e l'elaborazione dati. <b>Prof. Giusi</b>	ING/INF 01	6	<p>Obiettivi</p> <p>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</p> <p>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>
Reti e protocolli per l'Industria 4.0 <b>Prof. Campobello</b>	ING/INF 03	6	<p>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.</p> <p>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;</p>



			tecnologie wireless e protocolli per l'Industria 4.0; attività di ricerca nell'ambito dell'Industrial Internet of Things.
Metallurgia delle leghe di titanio e tecniche di manifattura additiva <b>Prof. Sili</b>	ING/IND 21	6	<p><b>Obiettivi</b> 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 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><b>Contenuti</b> -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. -Tecniche di manifattura additiva: LBM e EBM, parametri di processo. -Metodi analitici per la simulazione dei campi termici indotti da sorgenti mobili.</p> <p><b>Prerequisiti</b> Conoscenze di metallurgia: trasformazioni di fase, tecniche metallografiche, proprietà meccaniche dei materiali metallici, equazioni di Fick.</p>
Assorbitori dinamici delle vibrazioni <b>Prof. Garesci</b>	ING/IND 13	6	<p><b>Obiettivi</b> L'obiettivo principale del corso è quello di fornire allo studente un esempio tipo di argomento multidisciplinare che partendo dalla conoscenza teorica delle equazioni dei sistemi vibranti a parametri concentrati permette lo studio di sistemi complessi (macchinari, motori, edifici, ponti...) per la risoluzione sia in fase di progettazione che di utilizzo, delle problematiche legate alla risposta dinamica di sistemi.</p> <p><b>Contenuti del corso</b> Introduzione teorica di sistemi vibranti a parametri concentrati a 1-2 gradi di libertà. Principali applicazioni in campo meccanico (veicoli terrestri e marini) e applicazioni in altri ambiti (edifici, ponti, catenarie, turbine eoliche,...): soluzioni smorzanti (Tuned mass damper (TMD), Flap mass damper (FMD), Stockebridge damper). Studio delle varie tipologie di forzanti che possono introdurre energia all'interno del sistema (deterministiche e non deterministiche). Principali prodotti commerciali per la riduzione delle vibrazioni. Soluzioni alternative/innovative.</p>
Nanocompositi a matrice polimerica <b>Prof. Visco</b>	ING/IND 22	6	<p><b>Descrizione del corso</b> 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>
La simulazione ad eventi discreti <b>Prof. M. Scarpa</b>	ING/INF 05	6	<p><b>Obiettivi:</b> 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><b>Contenuti:</b> 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 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</p>
Attività di acquisizione competenze informatiche		12	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 di perfezionamento linguistico		18	<p>Obiettivi specifici di tale attività didattica sono:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- fornire sicure competenze linguistico-tecniche orali e scritte;</li> <li>- mettere gli studenti in grado di utilizzare gli strumenti per la comunicazione e la gestione dell'informazione;</li> <li>- 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;</li> <li>- 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.</li> </ul> <p>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.</p>
Applicazione di una proposta di ricerca per Post Doctoral Fellowship Marie Sklodovska Curie Actions: stesura, sperimentazione e gestione- Caso Studio: materiali perovskitici per accumulo di energia solare <b>Prof. E. Mastronardo</b>		6	<p>Obiettivi</p> <p>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 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</p> <p>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: materiali perovskitici per accumulo di energia solare. Approccio bottom-up e ricerca di frontiera/applicata a sostegno del Green Deal europeo e delle sfide legate al clima e all'ambiente. L'importanza dei materiali nel settore energetico.</p>
Modalità di scrittura di un documento scientifico		6	<p>Obiettivi</p> <p>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.</p> <p>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>Descrizione</p> <p>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>
<b>TOTALE</b>		<b>72</b>	

## ELENCO COMPLETO CORSI E DESCRIZIONE

Denominazione attività/insegnamento	SSD*	Ore Lezione frontale *	descrizione
Principi di edge e fog computing <b>Prof. Puliafito</b>	ING/INF 05	6	<p>Obiettivi: introdurre i concetti di fog ed edge computing applicati alla smart cities ed ai sistemi industriali 5.0. Presentare l'architettura Arancino ed i prodotti di riferimento. Mostrare l'integrazione di servizi diversi all'interno di un unico ambiente di programmazione e gestione.</p> <p>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.</p> <p>Saranno presentati alcuni casi d'uso sia di città smart che di fabbriche innovative in cui e' stato possibile integrare soluzioni e servizi di fornitori diversi usando API comuni dashboard condivise.</p>
Caratterizzazione elettrica di dispositivi e materiali <b>Prof. G. Scandurra</b>	ING/INF 01	6	<p>Obiettivi: Quando si valuta la qualità dei materiali o l'affidabilità di dispositivi, è importante disporre di tecniche di caratterizzazione elettrica rapide, non distruttive, accurate e di facile implementazione. Obiettivo del modulo è fornire la conoscenza delle tecniche più utilizzate per la caratterizzazione elettrica non solo di dispositivi ma anche di materiali in genere, spaziando dalle più semplici caratterizzazioni corrente-tensione a tecniche più sofisticate quali le misure di rumore a bassa frequenza e la spettroscopia di impedenza.</p> <p>Contenuti: principi fisici alla base delle tecniche di caratterizzazione; principali strumenti di misura da banco con cenni ai metodi di progetto di strumentazione dedicata; esempi di applicazioni riferite a diversi settori (elettronica, medicina, sicurezza alimentare, monitoraggio ambientale). Caratterizzazione, progettazione e analisi di dispositivi, componenti e sistemi elettronici attivi e passivi dalle basse alle altissime frequenze. Tecnologie elettroniche innovative per l'acquisizione e il trattamento di segnali in sistemi wired e wireless. Valutazione dell'impatto di nuove tecnologie in relazione al contesto sociale e ambientale</p>
Contesti applicativi di materiali macroporosi per applicazioni energetiche: Mod 1: progettazione e realizzazione dei materiali Mod. 2 verifica sperimentale dei materiali sviluppati <b>Prof. Calabrese/ Piperopoulos</b>	ING/IND 22- ING/IND 27	12	<p>Obiettivi del corso</p> <p>L'obiettivo principale del corso è quello di fornire allo studente le conoscenze su materiali compositi innovativi. In particolare si concentra sullo studio delle schiume silossaniche e delle loro applicazioni ingegneristiche. Il corso si propone inoltre di fornire allo studente esperienze pratiche che riguardano i processi di sintesi di tali materiali e la loro caratterizzazione, per ampliare le competenze dello studente nell'ambito della strumentazione laboratoriale.</p> <p>Contenuti del corso</p> <p>Introduzione al concetto di materiali compositi macroporosi. Schiume silossaniche, preparazione e applicazioni. Attività laboratoriali: sintesi schiume silossaniche e caratterizzazione. Microscopio Ottico e a scansione. Proprietà meccaniche delle schiume. Prove a compressione e trazione. Casi studio: accumulo di energia termica, oil recovery.</p>
Tecniche diffrattometriche per la caratterizzazione e la valutazione non distruttiva dei materiali <b>Prof. Proverbio</b>	ING/IND 22	6	<p>Obiettivi</p> <p>La tecnica di diffrazione dei raggi X partendo dalle prime applicazioni per studi cristallografici è divenuta una tecnica di caratterizzazione fondamentale in moltissimi campi della scienza e dell'ingegneria trovando ampia applicazione nella valutazione delle tensioni residue e degli stati tensionali nell'ingegneria industriale. Obiettivo del corso è mettere in grado il discente di comprendere i fenomeni fisici alla base della tecnica per permettere una agevole e corretta interpretazione delle risultanze sperimentali, evidenziare le problematiche di impiego, ampliare la conoscenza sui campi applicativi e promuovere il giusto grado di criticismo nell'utilizzo della tecnica.</p> <p>Descrizione</p> <p>Il seminario fornisce le nozioni di base per comprendere il fenomeno della diffrazione dei raggi X. Sono successivamente illustrate le applicazioni della stessa nel campo della caratterizzazione dei materiali utili sia nel settore della chimica dei materiali che nelle applicazioni ingegneristiche nel settore della metallurgia, dei materiali per le costruzioni, etc.. Particolare attenzione viene posta ad illustrare l'utilizzo della tecnica per lo studio della deformazione dei metalli, della valutazione delle tensioni residue e per la stima degli stati tensionali</p>

			nelle strutture metalliche sia nelle applicazioni del settore industriale.
Processi catalitici innovativi per la produzione di energia e la salvaguardia ambientale <b>Prof. Arena</b>	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. (1/3 CFU - 2h); 2) Sviluppo di nuovi catalizzatori eterogenei per la salvaguardia ambientale e applicazioni in campo energetico (1/3 CFU - 2h); 3) Processi di purificazione delle acque reflue industriali e dell'idrogeno per applicazioni energetiche (1/3 CFU - 2h).</p>
Processi avanzati di conversione di biomasse per la produzione di energia e la mobilità <b>Prof. Espro</b>	CHIM/07	6	<p>Obiettivi 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 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>
Giunzioni saldate innovative per applicazioni nel settore navale <b>Prof. Corigliano</b>	ING/IND 02	6	<p>Obiettivi 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>
Identificazione di sistemi dinamici non lineari <b>Prof. MG Xibilia</b>		6	<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>
Patents and related proceedings - Patentability and Infringement		6	<p>Obiettivi 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 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>

<b>TOTALE</b>		<b>36</b>	

<b>Denominazione attività/insegnamento</b>	<b>SSD*</b>	<b>Ore Lezione frontale*</b>	<b>DESCRIZIONE</b>
Sostenibilità ambientale mediante analisi di ciclo vita dei prodotti <b>Prof. F. Cucinotta</b>	ING/IND 15	6	<p><b>Obiettivi</b></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><b>Contenuti del corso</b></p> <p>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.</p>
Tecniche sperimentali e analisi agli elementi finiti per il settore industriale <b>Prof.ssa G. Epasto</b>	ING/IND 14		<p><b>Obiettivi Formativi</b></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><b>Contenuti del corso</b></p> <p>Indagini sperimentali su strutture microreticolari in metallo Analisi agli elementi finiti di dispositivi protesici Syllabus Experimental investigation of metallic micro-lattice structures Finite element analysis of biomedical devices</p>
Evoluzione e applicazioni dei sistemi digitali riconfigurabili: dall'Apollo Guidance Computer ai dispositivi FPGA <b>Prof. Ciofi</b>	ING/INF01	1	<p><b>Obiettivi</b></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><b>Contenuti del corso</b></p> <p>Richiami sui sistemi elettronici digitali. Circuiti alla base dei sistemi digitali riconfigurabili.</p> <p>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>
<b>TOTALE</b>		<b>12</b>	