Dottorato di Ricerca: Ingegneria	
Dipartimento di riferimento: Ingegneria	**Sede: C/da di Dio S.Agata di Messina**
Anno accademico: 2025-26	**Ciclo: LXI**

Calendario delle attività formative (D.PHD.2.1)

Indicazioni/suggerimenti: Definire un calendario di attività formative (corsi, seminari, eventi scientifici…) adeguato in termini quantitativi e qualitativi, che preveda anche la partecipazione di studiosi ed esperti italiani e stranieri di elevato profilo provenienti dal mondo accademico, dagli Enti di ricerca, dalle aziende, dalle istituzioni culturali e sociali.
Le attività formative coprono sia tematiche riconducibili al progetto formativo del Dottorando, sia tematiche di rilevanza per il dibattito sulla scienza e l'impatto sulla società della ricerca scientifica del macrosettore di riferimento (formazione all'imprenditoria, accesso a finanziamenti competitivi, obiettivi dello sviluppo sostenibile, formazione alla didattica, Open Science, Citizen science, ect).
L'impegno didattico dei dottorandi deve risultare adeguato a favorire la crescita scientifica senza limitarne le attività di ricerca.

- **Insegnamenti previsti (distinti da quelli impartiti in insegnamenti relativi ai CdS di primo e secondo livello)**

n.	Denominazione insegnamento	SSD	N. di ore	CFU	Anno	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale (SI/NO)	Docente	Note
1	DOE (Design of Experiments) e analisi statistica dei dati sperimentali	IIND-04/A	6	1	1	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 approcciano 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. Contenuti del corso: Cosa è la pianificazione delle	TUTTI		NO	Prof. Chiara Borsellino	CORSO OBBLIGATORIO

n.	Denominazione insegnamento	SSD	N. di ore	CFU	Anno	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale (SI/NO)	Docente	Note
						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..).					
2	Hardware e Software per l'acquisizione e l'elaborazione dati	IINF-01/A	6	1	1	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. 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.	TUTTI		NO	Prof. Gino Giusi	CORSO OBBLIGATORIO
3	Modelli matematici per l'Ingegneria	MATH-04/A	6	1	1	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. 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:	TUTTI		NO	Prof. Giovanna Valenti	CORSO OBBLIGATORIO

n.	Denominazione insegnamento	SSD	N. di ore	CFU	Anno	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale (SI/NO)	Docente	Note
						soluzione di D'Alembert Problema di tipo misto: Metodo di separazione delle variabili.					
4	Transizione ecologica e digitale (Materiali e Tecnologie per l'economia circolare)	CEAR 08/A	6	1	1	Obiettivo del corso è quello di fornire ai dottorandi le conoscenze base su materiali, tecniche e 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 emissionie rifiuti. Contenuti - Le chiusure verticali, opache e trasparenti: soluzioni funzionali e alternative tecniche - 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) - 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) - La valutazione prestazionale degli edifici; i	TUTTI		NO	Prof. Fabio Minutoli	CORSO OBBLIGATORIO

n.	Denominazione insegnamento	SSD	N. di ore	CFU	Anno	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale (SI/NO)	Docente	Note
						protocolli di sostenibilità nazionali e internazionali					
5	Nanocompositi a matrice polimerica	IMAT-01/A	6	1	1	Descrizione del corso 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 . 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	INGEGNERIA INDUSTRIALE		NO	Prof.ssa Annamaria Visco	CORSO A SCELTA
6	Tecnologie e sensoristica per applicazioni industriali	CHEM-06/A	6	1	1	Obiettivi L'obiettivo principale del corso è quello di fornire allo studente le conoscenze fondamentali sulle tecnologie sensoristiche. 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. Contenuti del corso 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.	INGEGNERIA INDUSTRIALE		NO	Prof. Giovanni Neri	CORSO A SCELTA

n.	Denominazione insegnamento	SSD	N. di ore	CFU	Anno	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale (SI/NO)	Docente	Note
7	Mechanical gears vs magnetic gears	IIND-02/A	6	1	1	Obiettivi 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 studi discendenti (laurea triennale e magistrale) in modo da fargli acquisire un modus operandi critico con soluzioni innovative per risolvere nuove problematiche. Contenuti del corso 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'atra soluzione e si valuteranno le possibili applicazioni in campo della micro-meccanica e della robotica..	INGEGNERIA INDUSTRIALE		NO	Prof.ssa Francesca Garescì	CORSO A SCELTA
8	Strutture innovative composte da funi per superare le grandi luci	CEAR-07/A	6	1	1	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. 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	INGEGNERIA CIVILE ED ARCHITETTURA		NO	Prof. Antonino Recupero	CORSO A SCELTA

n.	Denominazione insegnamento	SSD	N. di ore	CFU	Anno	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale (SI/NO)	Docente	Note
						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. 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. 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.					

n.	Denominazione insegnamento	SSD	N. di ore	CFU	Anno	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale (SI/NO)	Docente	Note
9	Gestione sostenibile del patrimonio culturale	CEAR 10/A	6	1	1	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. 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. Contestualmente, momento preliminare della ricerca, rimane sempre l'indagine archivistica e bibliografica che ha lo scopo di ripercorrere le	INGEGNERIA CIVILE ED ARCHITETTURA		NO	Prof-. Adriana Arena	CORSO A SCELTA

n.	Denominazione insegnamento	SSD	N. di ore	CFU	Anno	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale (SI/NO)	Docente	Note
						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.					
10	La simulazione ad eventi discreti	IINF-05/A	6	1	1	Obiettivi: Fornire i fondamenti 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. 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 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	INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE		NO	Prof. Marco Lucio Scarpa	CORSO A SCELTA
11	La programmazione dei Controllori a Logica Programmabile (PLC)	IINF-04/A	6	1	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 Scheider 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.	INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE		NO	Prof. Riccardo Caponetto	CORSO A SCELTA
12	Reti e Protocolli per l'industria 4.0	IINF-03/A	6	1	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.	INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE		NO	Prof. Giuseppe Campobello	CORSO A SCELTA

n.	Denominazione insegnamento	SSD	N. di ore	CFU	Anno	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale (SI/NO)	Docente	Note
						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.					
13	Modelli Stocastici e simulazioni Monte Carlo	CEAR-01/B	6	1	2	Obiettivi 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. Contenuti del corso 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.	TUTTI		NO	Prof.ssa Brunella Bonaccorso	CORSO OBBLIGATORIO
14	Tecniche di Decision Making	ICHI-02/B	6	1	2	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	TUTTI		NO	Prof.ssa Rosa Micale	CORSO OBBLIGATORIO

n.	Denominazione insegnamento	SSD	N. di ore	CFU	Anno	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale (SI/NO)	Docente	Note
						un ordinamento tra esse. Viene infine fornito un quadro tra le principali tecniche multi-criterio. Contenuti: - Introduzione - 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) - Le principali tecniche di decision making suddivise in metodi di scelta, di ordinamento e di clusterizzazione - Il Weighted (WS) Method - La normalizzazione - L'Analytic Hierarchy Process (AHP) - Esercitazione					
15	Giunzioni saldate innovative per applicazioni nel settore navale	IIND-01/B	6	1	2	Obiettivi Il Corso si propone l'approfondimento delle principali problematiche strutturali e delle conoscenze relative a materiali e tecniche di giunzioni utilizzati nelle costruzioni; - 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; - 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.	INGEGNERIA INDUSTRIALE		NO	Prof.ssa Giulia Palomba	CORSO A SCELTA
16	Metallurgia delle leghe di titanio e tecniche di manifattura additiva	IIND-03/C	6	1	2	Obiettivi 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	INGEGNERIA INDUSTRIALE		NO	Prof. Andrea Mariano Sili	CORSO A SCELTA

n.	Denominazione insegnamento	SSD	N. di ore	CFU	Anno	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale (SI/NO)	Docente	Note
						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. Contenuti -Metallurgia delle leghe di titanio, elementi α-stabilizzanti e β-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.					
17	Processi catalitici innovativi per la produzione energia	CHEM 04/A	6	1	2	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". Contenuti del Corso. 1) Catalisi e Catalizzatori: Principi teorici dei fenomeni catalitici e Proprietà	INGEGNERIA INDUSTRIALE		NO	Prof. Francesco Arena	CORSO A SCELTA

n.	Denominazione insegnamento	SSD	N. di ore	CFU	Anno	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale (SI/NO)	Docente	Note
						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.					
18	Processi avanzati di conversione	CHEM 06/A	6	1	2	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. 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.	INGEGNERIA INDUSTRIALE		NO	Prof.ssa Claudia Espro	CORSO A SCELTA
19	Sistemi ITS per la logistica	CEAR-03/B	6	1	2	Il corso fornirà le basi teoriche relative allo sviluppo dei sistemi ITS (Intelligent Transport	INGEGNERIA CIVILE ED		NO	Prof. Massimo di Gangi	CORSO A SCELTA

n.	Denominazione insegnamento	SSD	N. di ore	CFU	Anno	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale (SI/NO)	Docente	Note
						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 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).	ARCHITETTURA				
20	Metodi sperimentalie numerici per lo studio di processi idro-morfodinamici	CEAR 01/A	6	1	2	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	INGEGNERIA CIVILE ED ARCHITETTURA		No	Prof.ssa Carla Faraci	CORSO A SCELTA

n.	Denominazione insegnamento	SSD	N. di ore	CFU	Anno	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale (SI/NO)	Docente	Note
						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.					
21	Comportamento sismico dei sistemi geotecnici: analisi delle condizioni di sicurezza e valutazione delle prestazioni	CEAR-05/A	6	1	2	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.	INGEGNERIA CIVILE ED ARCHITETTURA		No	Prof. Giovanni Biondi	CORSO A SCELTA
22	Strumenti di	CEAR-12/A	6	1	2	Il corso si pone l'obiettivo di approfondire le conoscenze di base relative alla disciplina urbanistica, con particolare riferimento alle	INGEGNERIA CIVILE ED ARCHITETTURA		NO	Prof.ssa Marina Arena	CORSO A SCELTA

	pianificazione progettazione per la										

n.	Denominazione insegnamento	SSD	N. di ore	CFU	Anno	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale (SI/NO)	Docente	Note
	Rigenerazione urbana					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.					

n.	Denominazione insegnamento	SSD	N. di ore	CFU	Anno	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale (SI/NO)	Docente	Note
						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					
24	Principi di edge e fog computing	IINF-05/A	6	1	2	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. 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 e' stato possibile integrare soluzioni e servizi di fornitori diversi usando API comuni dashboard condivise.	INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE		NO	Prof. Antonio Puliafito	CORSO A SCELTA
25	Identificazione di sistemi dinamici non lineari	IINF-04/A	6	1	2	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. 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.	INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE		NO	Prof.ssa Gabriella Xibilia	CORSO A SCELTA

n.	Denominazione insegnamento	SSD	N. di ore	CFU	Anno	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale (SI/NO)	Docente	Note
26	Cybersecurity nei cyber physical systems	IINF-05/A	6	1	2	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.	INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE		NO	Prof. Francesco Longo	CORSO A SCELTA
27	Innovazione e trasferimento tecnologico	IEGE-01/A	6	1	3	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. Obiettivi: Il modulo mira a fornire ai partecipanti gli strumenti necessari per: • Comprendere il processo di gestione dell'innovazione e del trasferimento tecnologico in ambito ingegneristico. • Analizzare il potenziale commerciale di una tecnologia ingegneristica e sviluppare una strategia di trasferimento tecnologico efficace. • Acquisire conoscenze sulle tecniche di protezione della proprietà intellettuale e sull'importanza di una gestione adeguata della proprietà intellettuale nel processo di trasferimento tecnologico. • Identificare i fattori critici per il successo del trasferimento tecnologico in un ambiente internazionale e globale. Contenuti: Il modulo si articola in tre parti: Gestione dell'innovazione:	TUTTI		NO	Prof. Vincenzo Corvello	CORSO OBBLIGATORIO

n.	Denominazione insegnamento	SSD	N. di ore	CFU	Anno	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale (SI/NO)	Docente	Note
						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. Trasferimento tecnologico: 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. Proprietà intellettuale e ambiente internazionale: 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.					
28	Sostenibilità ambientale mediante analisi di ciclo vita dei prodotti	IIND-03/B	6	1	3	Obiettivi 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. Contenuti del corso Introduzione alla progettazione orientata. Ciclo vita del prodotto, LCA. Unità funzionale. Analisi	INGEGNERIA INDUSTRIALE		NO	Prof. Felice Sfravara	CORSO A SCELTA

n.	Denominazione insegnamento	SSD	N. di ore	CFU	Anno	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale (SI/NO)	Docente	Note
						di inventario. Metodi di valutazione degli impatti. Allocazione dei carichi ambientali. Applicazione pratica con esercitazione.					
29	Tecniche sperimentali e analisi agli elementi finiti per il settore industriale	IIND-03/A	6	1	3	Obiettivi Formativi Il Corso si propone di: - fornire la capacità di scegliere il metodo sperimentale più appropriato a supporto della progettazione di strutture biomeccaniche; - fornire le conoscenze di base per l'utilizzo dei codici di calcolo numerico a supporto della progettazione di strutture biomeccaniche; - far acquisire un linguaggio tecnico appropriato, anche con l'utilizzo di terminologia scientifica in lingua inglese. Contenuti del corso Indagini sperimentali su strutture microreticolari in metallo Analisi agli elementi finiti di dispositivi protesici	INGEGNERIA INDUSTRIALE		NO	Prof.ssa Gabriella Epasto	CORSO A SCELTA
30	Modelli e tecniche per la valutazione del rischio per una industria sostenibile	ICHI-02/A	6	1	3	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 - Introduzione - Modelli di analisi del rischio dovuto al deterioramento delle apparecchiature • Statistica degli estremi e applicazione per l'analisi del rischio • Probabilità di failure di apparecchiature • Esercitazione numerica - Metodi di investigazione del deterioramento delle superfici • Tecniche di caratterizzazione superficiali	INGEGNERIA INDUSTRIALE		NO	Prof.ssa M. Francesca Milazzo	CORSO A SCELTA

n.	Denominazione insegnamento	SSD	N. di ore	CFU	Anno	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale (SI/NO)	Docente	Note
						• Esercitazione in laboratorio - Uso delle tecnologie abilitanti per l'analisi e la gestione del rischio					
31	Modellazione delle incertezze nei materiali da costruzione e calcolo della risposta delle strutture	CEAR-06/A	6	1	3	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.	INGEGNERIA CIVILE ED ARCHITETTURA		NO	Prof.ssa Roberta Santoro	CORSO A SCELTA
32	Approcci BIM per la progettazione e la gestione della manutenzione delle infrastrutture di trasporto	CEAR-03/A	6	1	3	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	INGEGNERIA CIVILE ED ARCHITETTURA		NO	Prof. Gaetano Bosurgi	CORSO A SCELTA

n.	Denominazione insegnamento	SSD	N. di ore	CFU	Anno	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale (SI/NO)	Docente	Note
						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.					
33	Sostenibilità e resilienza dei sistemi di drenaggio urbano: i SUDS	CEAR-01/B	6	1	3	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.	INGEGNERIA CIVILE ED ARCHITETTURA		NO	Prof. Giuseppe Tito Aronica	CORSO A SCELTA
34	Evoluzione e applicazioni dei sistemi digitali riconfigurabili: dall'Apollo Guidance Computer ai dispositivi FPGA	IINF-01/A	6	1	3	Obiettivi 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	INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE		NO	Prof. Carmine Ciofi	CORSO A SCELTA

n.	Denominazione insegnamento	SSD	N. di ore	CFU	Anno	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale (SI/NO)	Docente	Note
						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. Contenuti del corso 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. Cenni ai linguaggi di descrizione dell'hardware (HDL) e ai metodi di progettazione per l'implementazione su dispositivi FPGA. Esempi di realizzazione di sistemi digitali dedicati ad applicazioni specifiche: circuiti di temporizzazione, circuiti di controllo e azionamento, circuiti per la sintesi digitale diretta.					

n.	Denominazione insegnamento	SSD	N. di ore	CFU	Anno	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale (SI/NO)	Docente	Note
						energetiche rinnovabili nel sistema elettrico nazionale, alla diffusione dei sistemi di generazione ed accumulo distribuiti sul territorio ed all'elettrificazione dei consumi finali di energia. Saranno inoltre discusse le interazioni tra evoluzione del sistema elettrico nazionale e diffusione della mobilità elettrica.					
35	Stima dell'incertezza di misura nelle attività sperimentali	MIS-01/A	6	1	3	Obiettivi 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 Incertezza di tipo A. Incertezza di tipo B. Incertezza tipo composta. Incertezza estesa e intervalli di confidenza. Il metodo Montecarlo	INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE		NO	Prof. Roberto Montanini	CORSO A SCELTA

N. totale insegnamenti previsti: 35

Di cui è prevista verifica finale: 0

- **Perfezionamento informatico (seminari, attività di laboratorio e di ricerca, formazione interdisciplinare, multidisciplinare e transdisciplinare)**

n.	Tipo di attività	Descrizione dell'attività (e delle modalità di accesso alle infrastrutture per i dottorati nazionali)	Ore	CFU riconosciuti	Anno di svolgimento	Eventuale curriculum di riferimento	Note
	ATTIVITÀ FORMATIVE DI COMPLEMENTO OBBLIGATORIE (LINGUISTICHE, INFORMATICHE, GESTIONALI, ETC..)	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).	12	2	1	TUTTI	

- **Perfezionamento linguistico (seminari, attività di laboratorio e di ricerca, formazione interdisciplinare, multidisciplinare e transdisciplinare)**

n.	Tipo di attività	Descrizione dell'attività (e delle modalità di accesso alle infrastrutture per i dottorati nazionali)	Ore	CFU riconosciuti	Anno di svolgimento	Eventuale curriculum di riferimento	Note
	ATTIVITÀ FORMATIVE DI COMPLEMENTO OBBLIGATORIE (LINGUISTICHE, INFORMATICHE, GESTIONALI, ETC..)	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	18	3	1	TUTTI	

n.	Tipo di attività	Descrizione dell'attività (e delle modalità di accesso alle infrastrutture per i dottorati nazionali)	Ore	CFU riconosciuti	Anno di svolgimento	Eventuale curriculum di riferimento	Note
		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.					
	…						

- **Gestione della ricerca e della conoscenza dei sistemi di ricerca europei e internazionali (seminari, attività di laboratorio e di ricerca, formazione interdisciplinare, multidisciplinare e transdisciplinare)**

n.	Tipo di attività	Descrizione dell'attività (e delle modalità di accesso alle infrastrutture per i dottorati nazionali)	Ore	CFU riconosciuti	Anno di svolgimento	Eventuale curriculum di riferimento	Note
	ATTIVITÀ FORMATIVE DI COMPLEMENTO OBBLIGATORIE (LINGUISTICHE, INFORMATICHE, GESTIONALI, ETC..)	Applicazione di una proposta di ricerca per Post Doctoral Fellowship Marie Sklodovska Curie Actions: stesura, sperimentazione e gestione. Prof. Emanuela Mastronardo	6	1	1	TUTTI	

- **Valorizzazione e disseminazione dei risultati, della proprietà intellettuale e dell'accesso aperto ai dati e ai prodotti della ricerca (seminari, attività di laboratorio e di ricerca, formazione interdisciplinare, multidisciplinare e transdisciplinare)**

n.	Tipo di attività	Descrizione dell'attività (e delle modalità di accesso alle infrastrutture per i dottorati nazionali)	Ore	CFU riconosciuti	Anno di svolgimento	Eventuale curriculum di riferimento	Note
	ATTIVITÀ						
	FORMATIVE DI COMPLEMENTO OBBLIGATORIE (LINGUISTICHE, INFORMATICHE, GESTIONALI, ETC..)	Modalità di scrittura di un documento scientifico	6	1	1	TUTTI	
	FORMATIVE DI COMPLEMENTO OBBLIGATORIE (LINGUISTICHE, INFORMATICHE, GESTIONALI, ETC..)	Approccio alla ricerca scientifica. Serendipità e Scienza: Come la Mente Aperta e il Metodo Scientifico Generano Scoperte	6	1	1	TUTTI	
	ATTIVITÀ FORMATIVE DI COMPLEMENTO OBBLIGATORIE (LINGUISTICHE, INFORMATICHE, GESTIONALI, ETC..)	Valorizzazione e disseminazione dei risultati, della proprietà' intellettuale e dell'accesso aperto ai dati e ai prodotti della ricerca.	6	1	2	TUTTI	

- **Altre attività didattiche (seminari, attività di laboratorio e di ricerca, formazione interdisciplinare, multidisciplinare e transdisciplinare)**

n.	Tipo di attività	Descrizione dell'attività (e delle modalità di accesso alle infrastrutture per i dottorati nazionali)	Ore	CFU riconosciuti	Anno di svolgimento	Eventuale curriculum di riferimento	Note
1	Altre attività	Partecipazione ad attività connesse con la ricerca a scelta del dottorando: convegni, congressi, soggiorni all'estero. Attività seminariali organizzate dal Collegio dei docenti con studiosi ed esperti italiani e stranieri di elevato profilo provenienti dal mondo accademico, dagli Enti di ricerca, dalle aziende, dalle istituzioni culturali e sociali.	In funzione della tipologia di attività	2	PRIMO	TUTTI	
	Altre attività	Partecipazione ad attività connesse con la ricerca a scelta del dottorando: convegni, congressi, soggiorni all'estero Attività seminariali organizzate dal Collegio dei docenti con studiosi ed esperti italiani e stranieri di elevato profilo provenienti dal mondo accademico, dagli Enti di ricerca, dalle aziende, dalle istituzioni culturali e sociali.	In funzione della tipologia di attività	7	SECONDO	TUTTI	
	Altre attività	Partecipazione ad attività connesse con la ricerca a scelta del dottorando: convegni, congressi, soggiorni all'estero Attività seminariali organizzate dal Collegio dei docenti con studiosi ed esperti italiani e stranieri di elevato profilo provenienti dal mondo accademico, dagli Enti di ricerca, dalle aziende, dalle istituzioni culturali e sociali.	In funzione della tipologia di attività	4	TERZO	TUTTI	
	…						

Integrazione dei dottorandi nella comunità scientifica (D.PHD.2.2)

Indicazioni/suggerimenti: Il Corso di Dottorato deve garantire e stimolare la crescita dei dottorandi come membri della comunità scientifica, sia all'interno del corso attraverso il confronto tra dottorandi, sia attraverso la partecipazione dei dottorandi (anche in qualità di relatori) a congressi e/o workshop e/o scuole di formazione dedicate nazionali e internazionali.
Momenti formativi di scambio/presentazione dei risultati della ricerca, sono da considerarsi una buona prassi.
Le scuole di formazione per i dottorandi sono in genere iniziative di formazione dei dottorandi (sia trasversali, sia afferenti a specifici SSD) organizzate ad esempio in forma di summer school che coinvolgono dottorandi, assegnisti e giovani ricercatori con cadenza generalmente annuale per intercettare in maniera opportuna i diversi cicli di dottorato

- **Momenti formativi di scambio/presentazione dei risultati della ricerca**
  Indicazione/suggerimento: indicare anche il numero e la cadenza temporale dei momenti formativi previsti

Il Corso di Dottorato è organizzato in modo da stimolare e garantire la crescita dei dottorandi in quanto membri della comunità scientifica agendo all'interno del corso attraverso il confronto tra dottorandi. Nello specifico già da diversi anni è stato istituito il ciclo di seminari dal titolo *"La ricerca dentro UNIME" (*https://ingegneria.phd.unime.it/it) *,* che vede coinvolti i dottorandi dei diversi cicli dando loro la possibilità di condividere i risultati delle loro ricerche sia con altri dottorandi che con giovani ricercatori ed assegnisti di ricerca, in modo da favorire anche l'instaurarsi di collaborazioni scientifiche interdisciplinari.

La crescita del bagaglio culturale dei dottorandi viene inoltre, garantita dalla possibilità di partecipare, anche in qualità di relatori, ad eventi scientifici divulgativi sia di carattere nazionale che internazionale, quali *summer school* e scuole di alta formazione (https://www.unime.it/didattica/post-laurea/dottorati-di-ricerca).

- **Partecipazione a congressi e/o workshop nazionali e internazionali, anche in qualità di relatori**
  Indicazione/suggerimento: indicare anche il numero annuo per dottorando di eventi previsti

Il corso di dottorato incoraggia e promuove fortemente la partecipazione dei dottorandi ad eventi di carattere scientifico quali congressi e workshop, sia a carattere nazionale che internazionale, anche in qualità di relatori, consentendo così al dottorando di acquisire una maggiore consapevolezza e padronanza delle tematiche e degli ambiti di ricerca del proprio percorso dottorale.

E' prevista mediamente la partecipazione a 2-3 eventi annui per ogni singolo dottorando.

- **Partecipazione a scuole di formazione nazionali e internazionali**
  Indicazione/suggerimento: indicare anche il numero annuo per dottorando di eventi previsti

Il corso di dottorato promuove la partecipazione dei dottorandi a scuole di alta formazione, sia a carattere nazionale che internazionale, quali iniziative di perfezionamento scientifico multidisciplinare, con lo scopo di fornire conoscenze e competenze avanzate spendibili, una volta concluso il ciclo dottorale, nei diversi ambiti lavorativi che intraprenderanno i dottorandi.

E' prevista mediamente la partecipazione a 1-2 scuole di formazione per anno per ogni singolo dottorando.

Autonomia del dottorando (D.PHD.2.3)

Indicazioni/suggerimenti: l'organizzazione del Corso di Dottorato di Ricerca crea i presupposti per l'autonomia del dottorando nel concepire, progettare, realizzare e divulgare programmi di ricerca e/o di innovazione e prevede guida e sostegno adeguati da parte dei tutor, del Collegio dei Docenti e, auspicabilmente, da eventuali tutor esterni di caratura nazionale/internazionale e/o professionale con particolare riferimento ai dottorati industriali.
Nell'ambito del Dottorato di Ricerca il termine "tutor" designa il supervisore accademico.
Fra le attività sviluppabili dai dottorandi rientrano ad esempio i PhD simposia, le attività di terza missione/impatto sociale, etc.
La numerosità e composizione disciplinare del Collegio dei docenti deve essere adeguata al numero dei curricula attivati e al numero di borse assegnate al dottorato.
L'attività di supervisione deve essere circoscritta ad un numero limitato di dottorandi per ciascun tutor al fine di garantire un adeguato supporto ad ognuno di essi; in alcuni casi al tutor viene assegnato un solo dottorando. Con riferimento ai dottorati industriali deve essere assicurata una adeguata co-supervisione presso l'impresa in cui viene svolto il progetto di ricerca attraverso l'assegnazione di un co-supervisore all'interno dell'impresa; anche in questo caso è opportuno che allo stesso supervisore sia affidato un numero limitato di dottorandi.

- **attività organizzate per sviluppare l'autonomia del dottorando nel concepire, progettare, realizzare e divulgare programmi di ricerca e/o di innovazione**

Il Corso di Dottorato, sin dalla fase iniziale di ammissione, stimola il dottorando ad acquisire la piena autonomia gestionale nella progettazione, realizzazione e divulgazione dei risultati del proprio programma di ricerca individuale. Il Collegio dei Docenti, e ancor di più il Tutor supervisionano costantemente le attività didattico-formative e di ricerca svolte dal dottorando.

- **presenza di componenti del Collegio dei docenti, tutor esterni di caratura nazionale/internazionale e/o professionale che svolgono funzioni di supporto e guida**

Il Corso di Dottorato assicura la presenza all'interno del proprio Collegio dei Docenti di tutor esterni appartenenti ad enti di ricerca, università, istituzioni pubbliche e private sia di carattere nazionale che internazionale, con funzioni di supporto e guida per i dottorandi sia nelle loro attività all'interno della struttura, che all'esterno (svolgimento di periodi di ricerca al di fuori della propria struttura di appartenenza, sia all'estero, che presso aziende/enti pubblici e privati di carattere nazionale).

I dottorandi possono essere, inoltre coadiuvati nel loro percorso da un co-supervisore, sia appartenente al Collegio dei docenti del dottorato, che anche appartenente ad enti/ università sia nazionali che internazionali con cui vengono instaurati rapporti di collaborazione e partnership.

Per il 41° ciclo sono presenti nel collegio dei docenti:

n° 68 docenti e ricercatori delle Università Italiane

n° 6 componente non accademico dipendente di Ente italiano (CNR)

n° 4 componenti provenienti da imprese, p.a., istituzioni culturali e infrastrutture di ricerca

- **Presenza di un co-supervisore all'interno dell'impresa per i dottorati industriali**

Con riferimento ai dottorati industriali, il corso di dottorato garantisce una adeguata co-supervisione presso l'impresa in cui viene svolto il progetto di ricerca mediante l'assegnazione di un co-supervisore all'interno dell'impresa, che assicurerà costantemente il corretto svolgimento delle attività previste dal progetto individuale dottorale, nello specifico sono individuati le seguenti figure nell'ambito dei dottorati industriali:

Azienda	**Co-supervisore aziendale**
GR Consulting	Forte Angelo
GR Consulting	Raoli Giancarlo
STMicroelectronics S.r.l	Calabretta Michele
STMicroelectronics S.r.l	Sitta Alessandro

- **Modalità di individuazione del tutor e il numero massimo di dottorandi assegnati**

Il Collegio di Dottorato nomina i tutor ed i co-tutor in base alla congruenza ed affinità del SSD del docente tutor con il progetto di ricerca assegnato al dottorando.

L'ampiezza del Collegio dei Docenti garantisce una ottima capacità di gestione della distribuzione dei tutor. A ciascun tutor possono venir assegnati al massimo 2 dottorandi per ciclo tenendo anche conto della contemporaneità di dottorandi dei cicli precedenti.

Risorse finanziarie e strutturali (D.PHD.2.4)

Indicazioni/suggerimenti: Indicare le risorse finanziarie e strutturali messe a disposizione dei dottorandi per lo svolgimento delle loro attività di ricerca.
Le risorse finanziarie comprendono sia le risorse fornite dall'Ateneo al Dottorato di Ricerca, sia le risorse messe a disposizione dai Dipartimenti e/o dai docenti tutor in coerenza con il modello organizzativo e gestionale dell'Ateneo e dei suoi Centri di Spesa.
Le strutture operative e scientifiche messe a disposizione dei dottorandi devono essere qualificate per garantire lo svolgimento dell'attività di studio e ricerca, adeguate al numero dei dottorandi del corso e risultare effettivamente fruibili dai dottorandi.

- **Posti, borse e budget per la ricerca**

	Descrizione	Posti (N.)	Euro
A - Posti banditi (incluse le borse PNRR)	1. Posti banditi con borsa	11	
	2. Posti coperti da assegni di ricerca		
	3. Posti coperti da contratti di apprendistato		
	Sub totale posti finanziati (A1+A2+A3)		
	4. Eventuali posti senza borsa	3	
B - Posti con borsa riservati a laureati in università estere			
C - Posti riservati a borsisti di Stati esteri			
D - Posti riservati a borsisti in specifici programmi di mobilità internazionale			
E - Nel caso di dottorato industriale, posti riservati a dipendenti delle imprese o a dipendenti degli enti convenzionati impegnati in attività di elevata qualificazione (con mantenimento dello stipendio)		1	
F - Posti senza borsa riservati a laureati in Università estere			
(G) TOTALE = A + B + C + D + E + F			
(H) DI CUI CON BORSA = TOTALE - A4 - F			
Importo di ogni posto con borsa (importo annuale al lordo degli oneri previdenziali a carico del percipiente)	**(1)** Euro: _____	Totale Euro: (1) x (H-D) x n. anni del corso	
Budget pro-capite annuo per ogni posto con e senza borsa per attività di ricerca in Italia e all'Estero coerenti con il progetto di ricerca (in termini % rispetto al valore annuale della borsa al lordo degli oneri previdenziali a carico del percipiente)	(***min. 10% importo borsa; min 20% per dottorati nazionali***): _____		
	(2) Euro: _____	Totale Euro: (2) x (G-D) x n. anni del corso	
Importo aggiuntivo per mese di soggiorno di ricerca all'estero per ogni posto con e senza borsa (In termini % rispetto al valore mensile della borsa al lordo degli oneri previdenziali a carico del percipiente)	(MIN 50% importo borsa mensile):		
	Mesi (max 12, ovvero 18 per i dottorati co-tutela o con università estere): _____		
	(3) Euro: _____	Totale Euro: (3)x(G-D)	
BUDGET complessivo del corso di dottorato (in €)			

(2) : *(importo borsa annuale * % importo borsa mensile)*
(3) : *(% importo borsa mensile * (importo borsa annuale/12) * mesi estero)*

- **Fonti di copertura del budget del corso di dottorato (incluse le borse)**

FONTE	Importo (€)	% Copertura	Descrizione Tipologia (max 200 caratteri)
Fondi ateneo (in caso di forma associata il capofila)			
Fondi MUR			
di cui eventuali fondi PNRR			
Fondi di altri Ministeri o altri soggetti pubblici/privati			
di cui eventuali fondi PNRR			
Fondi da bandi competitivi a livello nazionale o internazionale			
Finanziamenti degli altri soggetti che partecipano alla convenzione/consorzio (nel caso di dottorati in forma associata)			
Altro			
Totale			

- **Strutture operative e scientifiche**

Tipologia		Descrizione sintetica *(max 500 caratteri per ogni descrizione)*
Attrezzature e/o Laboratori		Nel Dipartimento di Ingegneria sono presenti i laboratori di sintesi, caratterizzazione e testing dei materiali, progettazione, misure e tecnologie meccaniche, elettronica e magnetismo nonché quelli di robotica, sistemi RFID e embedded e il laboratorio di Cloud Computing, i laboratori pesanti di Ingegneria Civile, di Infrastrutture Viarie, Geotecnica, Idraulica e Costruzioni Idrauliche. I dottorandi potranno inoltre usufruire delle facilities dei centri di eccellenza CERISI, CSEEM e INTEP.
Patrimonio librario	consistenza in volumi e copertura delle tematiche del corso	I dottorandi potranno usufruire della Biblioteca del Dipartimento di Ingegneria, dotata di un elevato numero di fonti bibliografiche, anche in forma cartacea, su tutte le tematiche inerenti il corso e sale studio e postazioni PC per la ricerca bibliografica sul web; inoltre, la possibilità di accedere ai servizi del sistema informatizzato d'ateneo SBA assicura la fruizione del patrimonio bibliografico dell'Ateneo
	abbonamenti a riviste (numero, annate possedute, copertura delle tematiche del corso)	Il sistema bibliotecario dell'Università di Messina mette a disposizione dei dottorandi oltre ad un elevato numero di riviste cartacee, le riviste on-line degli editori ACS, RSC, Science Direct (Elsevier), Wiley, Springer, etc che coprono tutte le tematiche del corso.
E-resources	**Banche dati** (accesso al contenuto di insiemi di riviste e/o collane editoriali)	I dottorandi potranno usufruire del sistema informatizzato d'ateneo SBA per l'accesso alle principali Banche Dati bibliografiche (SciFinder, ISI Web of Science, SCOPUS, etc.) consultabili 24 ore su 24 sia dall'interno dell'Ateneo che attraverso accesso remoto tramite VPN.
	Software specificatamente attinenti ai settori di ricerca previsti	I dottorandi potranno usufruire delle computer facilities messe a disposizione dei gruppi di ricerca con i quali svolgeranno la loro attività nonchè di 2 aule computer. Sono utilizzabili i principali software per la gestione degli strumenti di ricerca ed elaborazione dati necessari ai settori di ricerca interessati (Autocad, Matlab, Aspen, Ansys, ecc.).
	Spazi e risorse per i dottorandi e per il calcolo elettronico	I dottorandi potranno usufruire degli spazi e risorse di calcolo elettronico messe a disposizione dal Centro Informatico di Ateneo. Inoltre, i dottorandi dispongono del servizio di webmail d'Ateneo e,

Tipologia		Descrizione sintetica *(max 500 caratteri per ogni descrizione)*
		tramite le medesime credenziali, la rete wireless universitaria consente loro un libero accesso alle risorse di rete.
Altro		

- **Risorse fornite dal Dipartimento e/o dai supervisori**
  Indicazioni/suggerimenti: Indicare le risorse finanziarie e strutturali messe a disposizione dei dottorandi per lo svolgimento delle loro attività di ricerca direttamente dal Dipartimento e/o dai supervisori.

Il Corso di Dottorato mette a disposizione dei dottorandi adeguate risorse finanziarie e strutturali, avvalendosi dei laboratori di ricerca, delle strumentazioni scientifiche e dei fondi di ricerca di cui dispongono i docenti supervisori e co-supervisori dei singoli dottorandi.

Attività didattiche e di tutoraggio (D.PHD.2.5)

Indicazioni/suggerimenti: il Corso di Dottorato di Ricerca consente e favorisce la partecipazione dei dottorandi ad attività didattiche e di tutoraggio nei limiti della coerenza e compatibilità con le attività di ricerca svolte.
L'attività didattica svolta dai dottorandi non può essere sostitutiva di quella dei docenti di ruolo e non può risultare troppo impegnativa in termini di CFU erogati per non incidere negativamente sulle attività di ricerca dei dottorandi stessi.

- **Attività di didattica e/o tutoraggio coerenti con il progetto di ricerca consentite ad ogni dottorando (numero massimo di ore annue).**

Il Corso di Dottorato di Ricerca consente e favorisce la partecipazione dei dottorandi ad attività didattiche, anche retribuita, nei limiti della coerenza e compatibilità con le attività di ricerca svolte. I dottorandi possono svolgere, come parte integrante del progetto formativo, previo nulla osta del collegio dei docenti, attività di tutorato, anche retribuita, degli studenti dei corsi di laurea e di laurea magistrale, nonché, entro il limite di quaranta ore per ciascun anno accademico, attività di didattica integrativa.

È previsto che i dottorandi possano svolgere attività di tutorato	SI	
È previsto che i dottorandi possano svolgere attività di didattica integrativa	SI	Ore previste:___40_____
È previsto che i dottorandi svolgano attività di terza missione?	SI	Ore previste:___20_____

Relazioni scientifiche e mobilità dei dottorandi (D.PHD.2.6)

Indicazioni/suggerimenti: il Corso di Dottorato di Ricerca contribuisce al rafforzamento delle relazioni scientifiche nazionali e internazionali e assicura al dottorando periodi di mobilità coerenti con il progetto di ricerca e di durata congrua presso qualificate Istituzioni accademiche e/o industriali o presso Enti di ricerca pubblici o privati, italiani o esteri.
La promozione di cotutele, il rilascio del titolo di Doctor Europeus, etc. sono da considerarsi buone prassi.
Nel caso di Corsi di Dottorato attivati in convenzione o in consorzio, inclusi i dottorati Industriali e Nazionali, le attività di formazione, ricerca, trasferimento tecnologico e le ricadute della ricerca sono adeguatamente distribuite fra le diverse sedi.

- **Presenza di cotutele e/o il rilascio di titoli multipli.**

  Il Corso di Dottorato di Ricerca persegue obiettivi di mobilità e internazionalizzazione anche attraverso lo scambio di dottorandi con altre sedi italiane o straniere. 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 alla propria tematica di ricerca ed anche la sufficiente autonomia scientifica per confrontarsi con contesti di ricerca e sviluppo internazionali. Il Corso di dottorato promuove lo svolgimento del periodo di studio all'estero consentendo l'acquisizione del doppio titolo italiano e Titolo di Doctor Europeaus. 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 di Cordoba (Spagna), 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.

- **Durata di periodi di mobilità obbligatoria dei dottorandi presso qualificate Istituzioni accademiche e/o industriali o presso Enti di ricerca pubblici o privati, italiani o esteri.**

La mobilità obbligatoria è prevista per le borse di dottorato associate a finanziamenti PON, PNRR o PO-FESR. In questi casi i periodi di mobilità vanno da 6 a 9 mesi per la mobilità all'estero e da 6 a 12 mesi per la mobilità presso qualificate Istituzioni accademiche e/o industriali o presso Enti di ricerca pubblici o privati, italiani. Non sono previsti periodi di mobilità obbligatoria (anche se fortemente caldeggiata) per le altre tipologie di borse. In questi casi per i soggiorni di ricerca in Italia il periodo medio previsto è di 2 mesi per studente, non è previsto un periodo minimo, mentre il periodo massimo previsto è di 18 mesi. Per i soggiorni di ricerca all'estero il periodo medio previsto è di 3 mesi per studente, non è previsto un periodo minimo, mentre il periodo massimo previsto è di 18 mesi.

		Periodo medio previsto (in mesi per studente):	periodo minimo previsto (facoltativo)	periodo massimo previsto (facoltativo)
Soggiorni di ricerca (ITALIA - al di fuori delle istituzioni coinvolte)	SI	4 mesi	0 mesi	18 mesi
Soggiorni di ricerca (ESTERO nell'ambito delle istituzioni coinvolte)	SI	4 mesi	0 mesi	18 mesi
Soggiorni di ricerca (ESTERO - al di fuori delle istituzioni coinvolte)	SI	3 mesi	0 mesi	18 mesi

Prodotti della ricerca (D.PHD.2.7)

Indicazioni/suggerimenti: il Corso di Dottorato di Ricerca garantisce che la ricerca svolta dai dottorandi generi prodotti direttamente riconducibili al dottorando (individualmente o in collaborazione) e che tali prodotti vengano adeguatamente resi accessibili nel rispetto dei meccanismi di protezione intellettuale dei prodotti della ricerca, ove applicabili.
Indicare pubblicazioni su riviste, pubblicazione della tesi, deposito di brevetti, sviluppo di strumenti o software, etc. anche con modalità di open science tenendo conto delle necessarie azioni relative alla protezione intellettuale.

- **Indicare la tipologia e il numero dei prodotti della ricerca attesi per ogni dottorando (pubblicazioni su riviste, pubblicazione della tesi, deposito di brevetti, sviluppo di strumenti o software, etc…).**

  Il Corso di Dottorato di Ricerca assicura che le attività di ricerca condotte dai dottorandi siano adeguate a garantire la generazione di prodotti della ricerca direttamente riconducibili al dottorando, sia prodotti in maniera individuale, che in collaborazione. I prodotti della ricerca saranno resi accessibili e consultabili mediante la loro pubblicazione su riviste scientifiche di carattere nazionale ed internazionale indicizzate, nel rispetto dei meccanismi di protezione intellettuale dei prodotti della ricerca, ove applicabili.

  Ove i risultati della ricerca lo consentiranno verrà stimolata e favorita la forma di protezione della proprietà intellettuale mediante il deposito di brevetti. Nonché la realizzazione e lo sviluppo di strumenti hardware e software, tenendo conto delle necessarie azioni relative alla protezione intellettuale.
  Tutti i dottorandi hanno accesso alla propria pagina personale sulla piattaforma IRIS Ricerca per caricare i propri prodotti della ricerca e renderli disponibili per le finalità istituzionali.