



UNIMORE
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI
MODENA E REGGIO EMILIA

**Scheda Annuale del Progetto Formativo e Scientifico
del Corso di Dottorato in
Ingegneria Civile, Ambientale e dei Materiali**

**Contenuti approvati dal Collegio dei Docenti il 30-09-2024
Documento approvato dal Collegio dei Docenti il 30-09-2024**

1. Presentazione generale del Corso di dottorato di ricerca

Il Corso si prefigge la formazione di figure di alto profilo con una solida preparazione multidisciplinare nel campo dell'Ingegneria Civile, Ambientale e dei Materiali, discipline e tematiche strettamente collegate ai Sustainable Development Goals (SDGs) approvati congiuntamente dalla European Commission (European Skills Agenda) e dalle Nazioni Unite (United Nations 2030 Agenda). La formazione che il/la dottorando/a potrà ricevere sarà ampia, approfondita e trasversale in quanto:

- la composizione del Collegio di Dottorato si articola attraverso le competenze proprie dell'Ingegneria Civile, Ambientale e dei Materiali, e si arricchisce del contributo delle materie di base vocate allo studio dei materiali, rendendo così completo il panorama di conoscenze che il/la dottorando/a potrà acquisire durante il percorso intrapreso;
- l'approccio dei membri del Collegio di Dottorato alle rispettive discipline spazia dalle modellazioni analitiche/numeriche alle attività sperimentali, i "case studies" e i laboratori didattici, offrendo così un panorama di strumenti (skills) che possano essere agevolmente trasferiti al futuro professionale degli studenti;
- accanto alle hard skills, il Corso, in coerenza con la European Skills Agenda, porrà particolare accento sullo sviluppo di "soft skills" quali le capacità di comunicazione e relazionali, il "team work" e il "problem solving", l'apertura mentale e l'adattabilità, attraverso lo sviluppo di lavori di gruppo, "project works" e laboratori.

In virtù della formazione ricevuta, il/la dottorando/a sarà in grado di esprimere caratteri, comuni alle diverse aree culturali, di innovazione e originalità nelle proprie mansioni, in ciò sostenuto da una solida preparazione tecnica e da una spiccata attitudine al pensiero critico. Con queste qualità, egli/ella potrà efficacemente contribuire allo sviluppo tecnico-scientifico della comunità e del territorio, con importanti ricadute industriali, economiche e sociali. Le caratteristiche dell'offerta formativa sono coerenti con le necessità proprie dei settori della Ricerca e dello Sviluppo, pubblici e privati, per la redazione/pubblicazione di lavori tecnico/scientifici, la redazione di progetti e la partecipazione a bandi competitivi, promuovendo, in generale, lo sviluppo dell'attitudine alla ricerca e alla cooperazione scientifica internazionale. Questa è promossa attraverso la partecipazione a convegni ed eventi internazionali e ad estesi periodi di formazione e ricerca all'estero per tramite di un ampio network di collaborazioni internazionali. Il contributo scientifico dovrà coniugarsi alla capacità di interazione con il comprensorio industriale-economico, capacità che verrà sviluppata in tutti gli ambiti disciplinari del dottorato vista la vivace presenza dei membri del Collegio nel panorama locale, regionale, nazionale e internazionale.

2. Temi di ricerca del Dottorato distinti per aree di ricerca

Gli ambiti di indagine che il Corso abbraccia riguardano molteplici tematiche proprie dell'ingegneria civile, ambientale e dei materiali e di settori della ricerca a questi complementari, con connotazioni sia teoriche che sperimentali e applicative in vari settori scientifico-disciplinari. Per questo motivo, il Corso di Dottorato è stato organizzato in tre curricula distinti che riflettono sia le tematiche di ricerca, che quelle a scopo formativo del Corso stesso. Nello specifico, le principali tematiche di ricerca trattate all'interno dei 3 curricula sono:

- Curriculum Ingegneria Civile - In questo curriculum, particolare enfasi sarà posta sul carattere innovativo delle costruzioni, coniugando prestazione, sicurezza, durabilità e salubrità, con i temi della mitigazione del rischio (sismico, idrogeologico, di incendio, biologico), il recupero, il riutilizzo e la gestione del fine vita dei materiali, anche con riferimento alle recenti normative armonizzate sul Public Procurement, il risparmio energetico, il green building e la bioedilizia, la sostenibilità ed il riciclo. Per raggiungere

questi obiettivi è fondamentale il contributo offerto dall'utilizzo consapevole dei nuovi materiali quali, ad esempio, i compositi strutturali (FRP, FRCM, TRM, TRC) e con fibre naturali e/o riciclate, i laminati, i materiali smart e ingegnerizzati (metamateriali), i materiali a memoria di forma e le tensegrity, i leganti ad alte prestazioni (HPC, UHPFRC), self-healing e naturali, i biomateriali ed i materiali bio-inspired/bio-based. Le tecniche e i metodi utilizzati sono propri della modellazione fisica e analitica, della meccanica e dell'idraulica computazionale e sperimentale finalizzate, anche con approcci interdisciplinari, al progetto di strutture e materiali innovativi e nuove forme strutturali. I temi affrontati si estendono all'interazione fra le strutture e l'ambiente fisico, con particolare riferimento all'ingegneria sismica, idraulica, del vento, dei rischi naturali e antropici, nonché alla valutazione della vulnerabilità, del monitoraggio, delle tecniche di intervento sul costruito e degli aspetti tecnologici e normativi.

- Curriculum Ingegneria Ambientale - In questo curriculum, si approfondiranno lo studio e la modellizzazione dei fenomeni di inquinamento e della dinamica degli inquinanti nell'ambiente e in atmosfera; le analisi di impatto ambientale e del rischio sanitario, ecotossicologico e di incidente rilevante; la progettazione, gestione e verifica degli impianti di trattamento e di recupero delle acque, dei reflui e dei fanghi; la gestione degli scarti in ottica di sostenibilità di processo e di prodotto per l'economia circolare. A queste applicazioni si aggiungono i temi relativi alla tutela e risanamento delle componenti suolo, acqua e aria e degli ecosistemi, all'elaborazione di piani e progetti di monitoraggio ed ai criteri e tecniche di intervento per la gestione, caratterizzazione, bonifica e recupero ambientale e funzionale dei suoli, degli acquiferi e dei sedimenti contaminati. Recenti tematiche di ricerca riguardano le applicazioni del telerilevamento per lo studio dell'isola di calore urbano (UHI), con sviluppo di tecniche di mitigazione basate sull'utilizzo di cool materials e strategie di gestione del verde urbano, e studi epidemiologici che necessitano di conoscenze relative alla modalità di dispersione e comportamento di inquinanti atmosferici. A queste si affiancano le applicazioni del rilevamento metrico, aereo e terrestre, e dell'analisi dei dati spaziali con loro rappresentazione cartografica. Le attività di ricerca coinvolgono i comparti naturali e urbanizzati, le infrastrutture e il patrimonio costruito, moderno e storico. Le tematiche di ricerca di maggiore interesse sono quelle orientate allo sviluppo di metodologie integrate e sensoristica per il monitoraggio dei processi di dissesto e dei fenomeni deformativi con rigorosa quantificazione dell'accuratezza ottenibile.
- Curriculum Ingegneria dei Materiali - In questo curriculum, la formazione e ricerca sui materiali partirà dalla progettazione, dove saranno scelte composizioni chimiche e architetture (es.: matrice e rinforzo nei materiali compositi, successione degli strati in rivestimenti, multilayer, etc...) partendo dall'applicazione di modelli teorici, modellizzazione multiscala, machine learning e metodi statistici (es.: DOE), anche in collaborazione con centri di ricerca e aziende europee. Proseguirà poi nella realizzazione del/i materiale/i attraverso processi di sintesi e produzione stato dell'arte o di più recente sperimentazione delle varie categorie dei materiali (dalla sintesi allo stato solido, alla fusione in forni ad alta temperatura, dalla macinazione ad alta energia, alla deposizione in forma di rivestimento e film sottili, alla fabbricazione di materiali alla nanoscala, ecc...). Il dottorando/a poi valuterà la prestazione dei materiali attraverso una completa caratterizzazione che partirà dalla microstruttura e terminerà con le proprietà funzionali necessarie alle applicazioni per le quali sono stati progettati (meccaniche, tribologiche, anticorrosione, elettroniche, magnetiche, ottiche, chimiche, biologiche, etc...). Le tematiche di Ingegneria dei Materiali di questo dottorato includono tutte le categorie dei materiali (metalli, ceramici, polimeri, compositi, in forma "bulk" o di rivestimento, semiconduttori), grazie alle attività di formazione e ricerca dei membri del Consiglio.

L'esteso network di collaborazioni internazionali e il coinvolgimento in numerosi progetti finanziati dei membri del Consiglio permetterà al/alla dottorando/a di affrontare studi sui più recenti argomenti di forte interesse in ambito di Ingegneria dei Materiali (es.: leghe ad alta entropia, geopolimeri, rivestimenti privi di materie prime critiche, smalti ad alta riflettanza solare, materiali e film per elettrolizzatori per la produzione di idrogeno verde, materiali nanostrutturati e molecolari, materiali biocompatibili per la medicina, etc...).

3. Obiettivi formativi

Obiettivi formativi del Corso sono:

- La formazione avanzata nei diversi ambiti dell'ingegneria civile, ambientale e dei materiali.
- L'educazione alla ricerca scientifica e tecnologica e, in particolare, al rigore metodologico nell'affrontare problemi tecnici particolarmente avanzati e innovativi.
- Lo sviluppo dell'attitudine alla ricerca e alla cooperazione scientifica internazionale e interdisciplinare.
- La capacità di interagire con l'ecosistema economico-industriale analizzando casi studio industriali.

La formazione avanzata viene attuata definendo un piano di studio personalizzato, con cui ciascun dottorando/a acquisisce le competenze necessarie all'approfondimento del tema di ricerca assegnato, individuate anche sulla base delle esperienze pregresse, seguendo un percorso che va dall'analisi della letteratura, alla frequenza di corsi di formazione specialistica, alla frequentazione di strutture di ricerca con elevata qualificazione e, eventualmente, alla permanenza del/della dottorando/a presso centri di ricerca di industrie leader di settore. Particolare riguardo alla personalizzazione del percorso formativo verrà dato ai/alle dottorandi/e delle aziende convenzionate.

Negli ultimi passi del percorso si concretizza l'educazione alla ricerca scientifica e tecnologica, anche attraverso l'incentivazione ad elaborare prodotti della ricerca di qualità (pubblicazioni, brevetti, ecc.), avvalendosi delle opportunità di sfruttamento economico e di stimolo all'innovazione offerte dai sistemi nazionali ed internazionali di protezione della proprietà intellettuale.

Viene attuato un continuo monitoraggio dello stato di avanzamento del processo formativo.

4. Programma della formazione

Il Corso si prefigge di fornire le skills necessarie ad affrontare progetti di ricerca scientifica e innovazione tecnologica, di prodotto e di processo. Al riguardo, sono proposti moduli formativi specifici per i curricula e trasversali ad essi (hard skills). Il Corso fornisce inoltre competenze interdisciplinari (soft skills) necessarie a esporre, relazionare e pubblicare con efficacia i prodotti della ricerca, ovvero a portare avanti collaborazioni scientifiche e tecnologiche con altri attori della ricerca istituzionale e della ricerca e sviluppo di ambito tecnologico, in Italia e all'estero.

Entrando nel dettaglio, come da normativa nazionale (DDMM 226/2021 e 301/2022), i/le dottorandi/e possono comporre il proprio piano degli studi scegliendo insegnamenti per almeno 60 ore di didattica frontale di ambito hard skills. Tali insegnamenti sono erogati in forma completamente disgiunta dagli insegnamenti dei corsi di laurea di primo e secondo livello, da docenti sia interni che esterni con elevata specializzazione. La didattica, in linea con i principi dei descrittori di Dublino, viene proposta con metodologie tradizionali in presenza e telematiche, ovvero adottando approcci innovativi quali project works, discussione di casi e problem solving in team, specificati nelle schede dei singoli insegnamenti. I contenuti, comuni o specifici per i curricula, riguardano principalmente le tematiche dei settori scientifico-disciplinari dei docenti del

Collegio. Tali settori sono sia di ambito prettamente ingegneristico, che di scienza di base (chimica, fisica):

- PHYS-03/A (già FIS/01) – FISICA SPERIMENTALE DELLA MATERIA E APPLICAZIONI
- CHEM-06/A (già CHIM/07) – FONDAMENTI CHIMICI DELLE TECNOLOGIE
- CEAR-01/A (già ICAR/01) - IDRAULICA
- CEAR-01/B (già ICAR/02) – COSTRUZIONI IDRAULICHE E MARITTIME E IDROLOGIA
- CEAR-02/A (già ICAR/03) – INGEGNERIA SANITARIA E AMBIENTALE
- CEAR-04/A (già ICAR/06) - GEOMATICA
- CEAR-06/A (già ICAR/08) – SCIENZE DELLE COSTRUZIONI
- CEAR 07/A (già ICAR/09) – TECNICA DELLE COSTRUZIONI
- IIND-03/C (già ING-IND-21) – METALLURGIA
- IMAT 01/A (già ING-IND/22) – SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI

Inoltre, il Corso propone ai/alle dottorandi/e insegnamenti di composizione ed esposizione scientifica in lingua inglese e ulteriori insegnamenti di ambito soft skills.

Le attività di formazione sono promosse attraverso la pagina web dedicata, creata per scelta solo in lingua inglese, in cui si riportano l'elenco degli insegnamenti erogati per ogni ciclo e informazioni sugli ambiti di ricerca. Ogni insegnamento viene presentato attraverso una scheda sintetica ivi linkata che riporta: (i) obiettivi, (ii) prerequisiti, (iii) descrizione dell'insegnamento, (iv) metodi di insegnamento, (v) testi di riferimento, (vi) modalità di verifica dell'apprendimento, (vii) risultati attesi. Nella scheda viene inoltre riportato un sintetico CV del docente, nonché dettagli su contenuti e obiettivi e sulle modalità di verifica dell'apprendimento.

Annualmente il/la dottorando/a viene sottoposto/a a monitoraggio delle attività complessive svolte.

5. Sbocchi professionali e mercato del lavoro

Gli sbocchi occupazionali e professionali previsti sono numerosi e quantificabili in termini di mercato di riferimento. Nel campo dell'ingegneria civile gli sbocchi naturali riguardano le attività professionali, le consulenze e i servizi, la ricerca e lo sviluppo (R&D), anche in regime di lavoro dipendente, a favore degli enti territoriali (comunali, provinciali), delle organizzazioni economiche del settore pubblico e privato, nel campo della progettazione, della pianificazione, della difesa, della prevenzione e della mitigazione del rischio, della ricostruzione, del monitoraggio e del presidio, della manutenzione e del recupero di strutture, manufatti, opere strutturali e infrastrutturali, logistiche e di servizio (utilities), alla luce delle normative inerenti le specifiche tecniche e il ciclo di approvvigionamento, esercizio e smaltimento. Il mercato del Green Building è stimato in crescita al tasso annuo composto (CGAR) del 14,3% nei prossimi 5 anni. Soltanto gli obiettivi dell'European Green Deal (EGD) nell'azione "Renovating buildings for greener lifestyles", prevedono la riqualificazione di 35 milioni di edifici in EU entro il 2030 con la creazione di 160 mila posti di lavoro nel settore delle costruzioni Green.

Gli sbocchi occupazionali per i dottori di ricerca che hanno condotto attività di ricerca su tematiche ambientali riguardano il campo di consulenza, progettazione e gestione di processi presso studi di consulenza, imprese di costruzioni, industrie pubbliche e private, agenzie responsabili delle infrastrutture e dei servizi, enti pubblici (ARPAe, Regioni, Comuni, Protezione Civile) oltre alla possibilità di proseguire con la carriera presso Università ed Enti di ricerca, anche internazionali. Secondo le stime Eurostat, i posti di lavoro nell'economia ambientale sono cresciuti da 2.8 a 4.5 milioni di posizioni full-time equivalenti (FTE) nel periodo 2000-2016.

Il percorso di ricerca incentrato sui nuovi materiali fornirà accesso ad un'ampissima varietà di settori industriali, di centri di ricerca e organizzazioni di servizio, in ragione delle solide

competenze tecniche acquisite nel contesto della conoscenza/gestione di progetti complessi nell'ambito di network internazionali. Il mercato globale dei Green Building Materials è stimato in crescita del 9,7% CGAR nel 2022. In generale, la Commissione Europea prevede un'impostazione della ricerca sui materiali innovativi che parta da un utilizzo sostenibile delle materie prime e delle risorse, in pieno accordo con la strategia di formazione e ricerca che il/la dottorando/a apprenderà in questo Corso. Inoltre, basandosi sull'approccio EGD, la Commissione Europea considera i materiali avanzati come un pilastro fondamentale su cui costruire il prossimo decennio, in modo del tutto analogo a grandi aziende e centri di ricerca europei, che richiederanno con sempre maggior forza figure di alta qualificazione professionale e capaci di gestire problemi complessi come i dottorandi che usciranno da questo Corso.

6. Iscrizioni

6.1 Requisiti di ammissione

È richiesto il possesso di una laurea di secondo livello: una laurea (ante DM 509/99) o una laurea magistrale (DM 270/04) o specialistica (DM 509/99) in Italia; un titolo accademico all'estero analogo alla laurea magistrale italiana.

Nel caso di studenti stranieri, è richiesta una buona conoscenza della lingua inglese.

Possono essere ammessi anche coloro (italiani e stranieri) che conseguano una laurea di secondo livello entro il termine previsto dal bando, di norma il 31 ottobre, giorno precedente la presa di servizio.

La modalità di ammissione prevista è per titoli sia per studenti italiani che per stranieri.

6.2 Scadenze e numero di posti disponibili

Il bando di ammissione viene generalmente pubblicato in tarda primavera-inizio estate tramite il sito web di ateneo, in italiano e in inglese, e rimane aperto 30 giorni. La comunicazione degli esiti avviene generalmente un mese dopo la chiusura del bando, in modo da consentire l'espletamento delle pratiche di immatricolazione e consentire eventuali scorrimenti nella graduatoria entro il giorno della presa di servizio, che di norma è il 1° novembre.

Vengono messe a bando 3 o più borse di studio finanziate dal MUR e dalla Fondazione Modena, nonché borse e assegni di ricerca triennali finanziati da aziende ed enti, fondi interni del Dipartimento o progetti, specifici programmi di finanziamento e cofinanziamento di posizioni di dottorato. La copertura di un congruo numero di Dottorati Industriali e di borse di studio da finanziamenti di aziende è in linea con lo storico del Corso.

La selezione avviene esclusivamente tramite analisi dei titoli (curriculum, pubblicazioni, lettere di referenza, statement of research interest, ecc.). È previsto l'inserimento nel bando di una soglia di punteggio minimo per l'ammissione.

7. Calendario delle attività formative

Piano formativo e calendario delle attività formative sono pubblicati sul sito web del Corso. Attività formative di ambito soft skills sono in gran parte programmate a livello di Ateneo e vengono fruite nel primo anno di Dottorato. Attività di ambito hard skills vengono generalmente fruite nel primo o nel secondo anno e sono gestite direttamente dai docenti, con il supporto del Coordinatore, del Segretario e dei Supervisor dei curricula designati dal Collegio.

8. Laboratori e Servizi per i/le dottorandi/e

Le attrezzature e i laboratori si trovano nel:

1) Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari".

- impianti per la sintesi e produzione di materiali
- strumenti di misura e di calcolo per la caratterizzazione funzionale dei materiali e la simulazione strutturale.

- strumenti per il rilevamento sia geomatico, che del particolato atmosferico

2) Centro Interdipartimentale Grandi Strumenti (CIGS),

- strumentazioni avanzate per la caratterizzazione microstrutturale e chimica dei materiali

Sono a disposizione dei/delle dottorandi/e, per le aree di pertinenza del corso, oltre 12500 volumi nella

Biblioteca di Ingegneria "Enzo Ferrari".

Le biblioteche universitarie mettono a disposizione, oltre al patrimonio documentale cartaceo, anche risorse elettroniche, tra cui e-journals, banche dati e collezioni di e-book.

I bibliotecari forniscono assistenza alla ricerca bibliografica, (sessioni di consulenza individuali, corsi e seminari, in presenza e online).

Le riviste cartacee in abbonamento a disposizione sono 11, per un totale di 788 annate, tra cui le pubblicazioni DEI "Prezzi informativi dell'edilizia". E' possibile accedere inoltre a migliaia di e-journals delle collezioni digitali di Ateneo ricercabili e consultabili online a partire dal portale BiblioMore e da Oneclick.

I/le dottorandi/e possono accedere a tutte le banche dati disponibili in Unimore. Tra queste in particolare la banca dati fattuale di chimica ScifinderN, tutta la normativa tecnica emanata o recepita da UNI tramite UNISTORE, la collezione di ebook altamente specialistici di ingegneria dei materiali su Ebscohost.

Sia presso il DIF che presso il SIA di Ateneo sono operative reti di calcolatori in grado di eseguire routine di calcolo avanzato e in parallelo. Sono presenti a livello software:

- Software per la progettazione ed il calcolo strutturale
- Software per la simulazione agli elementi finiti di materiali, anche a livello microstrutturale
- Modelli di calcolo per la dispersione e il trasporto di inquinanti in atmosfera e per la caratterizzazione del territorio da immagini satellitari

Presso il Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari" (DIF) sono presenti:

1) workstation di calcolo gestite dai singoli gruppi di ricerca

2) accesso ad attrezzature di calcolo parallelo installate presso il "SIA-Servizi Informatici

Applicativi, dove sono disponibili cluster di calcolo dotati di oltre 100 nodi, a cui si aggiungeranno altri 20 entro il 2023 grazie ai fondi PNRR. E' presente anche un nodo singolo con 200 core e 1 cluster spark.

Si ricorda, inoltre, che i/le dottorandi/e di tutti e tre i curricula diventano parte integrante del network scientifico e formativo costruito negli anni dai membri del Consiglio dei Docenti. Tale network è da intendersi sia come altri Atenei nazionali e internazionali o centri di ricerca, sia come aziende del territorio nazionali e internazionali. Quindi i laboratori e i servizi per i/le dottorandi/e sono da ritenersi estesi anche a questo ramificato network, grazie al quale potranno realizzare la loro esperienza di formazione e ricerca all'estero (vd. punto 9).

9. Internazionalizzazione

Lo sviluppo dell'attitudine alla collaborazione scientifica internazionale è perseguito incentivando

la partecipazione a convegni ed eventi internazionali, la promozione di progetti di ricerca transnazionali e la collaborazione con strutture estere, incluso lo svolgimento di periodi di formazione e di ricerca presso tali strutture di durata raccomandata non inferiore a 3 mesi.

Le attività dei/delle dottorandi/e sopra indicate vengono sottoposte a monitoraggio annuale.

Il Corso di Dottorato sta implementando rapporti con enti/ università straniere nell'ottica di creare un network all'interno del quale sviluppare cotutele e/o doppi titoli volti a rafforzarne l'aspetto internazionale.

Si sottolineano collaborazioni quali:

- Fozhou University (China) – Con l'Università di Fozhou esiste un accordo di Dottorato internazionale congiunto (double degree) ed un consolidato scambio di studenti di Dottorato inerente i temi del calcolo, progetto e sperimentazione di grandi strutture e infrastrutture. Questi temi sono pienamente attinenti con questa proposta di Dottorato che favorisce lo sviluppo dell'accordo in nuove direzioni, quali il riciclo e la gestione del fine vita delle strutture.

- Universidade de Santiago de Compostela (USC) – Spain, attualmente partner del progetto TRAFAIR

Understanding traffic flows to improve air quality (INEA CEF-TELECOM Project co-funded by European Union)

- Computational Materials and Data Sciences, VTT Technical Research Centre of Finland, Finland. Il team di ricerca, specializzato in modelling multiscala dei materiali e machine learning, è complementare alle molteplici attività sperimentali presenti al Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari". È attualmente partner del progetto europeo HORIZON "CoBRAIN".

Si ricorda inoltre che i membri del Consiglio sono coordinatori o partecipano a progetti istituzionali focalizzati sulla mobilità internazionale dei/delle dottorandi/e (es.: MSCA-RISE-2020 - Research and Innovation Staff Exchange <https://cordis.europa.eu/project/id/101008140/it>) o che prevedono la cooperazione con prestigiosi centri di ricerca e aziende europei (es.: HORIZON-CL4-2022-RESILIENCE-01 - CoBRAIN - Integrated Computational-Experimental material Engineering of Thermal Spray coatings – inizio 1 gennaio 2023). Hanno inoltre promosso alleanze di rete di Università, come UNIGREEN (<https://unigreen-alliance.eu/>) o cooperazioni tra Università, come U-GREEN (programma Erasmus KA220), che faciliteranno le esperienze internazionali dei/delle dottorandi/e iscritti/e al Corso.

Gli studenti sono spronati a partecipare al Bando Erasmus che esce annualmente e che offre periodi di short- o long-staying supportati da uno specifico finanziamento. I bandi a disposizione dei/delle dottorandi/e presso l'Ateneo che i dottorandi possono sfruttare per supportare il proprio periodo all'estero sono di due tipi:

- Bando Erasmus Studio – la sede prescelta è fissa, in quanto deve esistere già un agreement con la sede ospitante con il Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari", a cui è afferente il Corso di Dottorato. Le sedi presenti in lista sono però numerose (> 70 in crescita) e sono sia europee che extra-EU. Il bando esce alla fine dell'anno/primi mesi dell'anno successivo per poter partire dal settembre dell'anno successivo.
- Bando Erasmus Traineeship – la sede prescelta è libera e deve essere proposta dal Dottorando, in collaborazione con il suo relatore di tesi. Il bando esce sempre a fine anno, per poter partire l'anno dopo per un periodo fino a 6 mesi, ma, quando possibile a livello di fondi Erasmus, può essere aperto anche in un secondo periodo solitamente a metà anno.

10. Sistema di Assicurazione della Qualità del Corso di Dottorato

Il responsabile della qualità del Corso è il Coordinatore. Sotto la sua responsabilità vengono redatte la presente Scheda annuale del progetto formativo e scientifico e la Relazione annuale

di monitoraggio e riesame.

Inoltre, sempre sotto la responsabilità del Coordinatore, viene predisposto il Rapporto di riesame ciclico, a cadenza triennale.

Tutte le attività di Assicurazione della Qualità sono condotte coinvolgendo attivamente i docenti del Collegio e gli altri portatori d'interesse, in particolare i/le dottorandi/e, attraverso i propri rappresentanti, e i membri del Comitato Consultivo.

Il Comitato Consultivo è presieduto dal Coordinatore ed è composto da studiosi di alto profilo, associati a Università e a istituzioni sia italiane, sia internazionali. Inoltre, il Comitato include esponenti autorevoli del mondo del lavoro e della società. Il Comitato svolge un ruolo di consulenza e di indirizzo riguardo al progetto scientifico e formativo del Dottorato e alla identificazione degli sbocchi occupazionali.

All'interno del Corso è costituito il Gruppo di Riesame, composto dal Coordinatore, da due o più docenti membri del Collegio e da un rappresentante dei/delle dottorandi/e. Il Gruppo di Riesame supporta il Coordinatore nelle attività di monitoraggio annuale e di riesame periodico.

Il Corso redige la Scheda di Autovalutazione in occasione dell'Accreditamento Periodico (nel caso il Corso stesso venga selezionato dall'ANVUR).