

Documento di progettazione iniziale

Corso di Dottorato di Ricerca in “Engineering for Energy and Environment”

SEZIONE A - Il Corso in breve

Il Dottorato di Ricerca in *Engineering for Energy and Environment* dell'Università degli Studi della Tuscia vuole fornire un elevato livello di formazione nel campo della sostenibilità energetica e della tutela ambientale ad un numero selezionato di giovani laureati per renderli competitivi a livello internazionale presso imprese private ad alto contenuto tecnologico, pubbliche amministrazioni, centri di ricerca ed università. Tale programma si colloca perfettamente all'interno delle linee di sviluppo nazionali ed internazionali, che si sostanziano nei cosiddetti “*Sustainable Development Goals*” (SDGs) che vedono nella transizione energetica e nella tutela ambientale gli elementi cardine dello sviluppo sostenibile (e.g. SDG-7, SDG-9, SDG-12, SDG-13).

Il corso di dottorato ha durata triennale ed è articolato in due curricula:

- *Engineering and Energy Systems;*
- *Biosystems and Environment.*

La formazione dei dottorandi avviene sia attraverso attività didattiche volte ad approfondire la preparazione dei Laureati magistrali sulle materie specifiche del corso e sulle materie interdisciplinari con particolare attenzione alle capacità informatiche, linguistiche e di divulgazione scientifica, sia attraverso l'attività di ricerca scientifica nelle tematiche oggetto del corso, che gli studenti sono chiamati a svolgere sotto il coordinamento dei docenti del collegio già attivi in collaborazioni industriali e progetti di ricerca, nazionali e internazionali, in tematiche innovative e di rilievo, come le tecnologie a idrogeno, le energie rinnovabili, le biomasse, i biosistemi.

In particolare, le tematiche caratterizzanti del corso sono le tecnologie per la fusione termonucleare, i processi di conversione e di accumulo dell'energia nelle sue varie forme, i sistemi di produzione, accumulo ed utilizzo dell'idrogeno, l'efficienza energetica, la mobilità sostenibile, la tutela dell'ambiente, l'idrologia, le innovazioni negli ambiti della meccanica, anche agraria, della sensoristica, dei biosistemi e delle tematiche agricole, per quanto concerne la produzione primaria ed gli aspetti ambientali.

Il trasferimento tecnologico verso le imprese del territorio e non è una caratteristica fondante del corso che è resa possibile dalle numerose collaborazioni industriali che i docenti del collegio hanno anche grazie alla partecipazione a partenariati università/impresa all'interno di progetti di ricerca competitivi. Tali collaborazioni aziendali rappresentano un valore aggiunto per gli studenti, oltre che per le imprese, permettendo loro di acquisire anche competenze e professionalità tipiche del mondo imprenditoriale. Gli studenti concludono il dottorato con un lavoro di tesi indipendente ed originale svolto sotto la guida del loro tutor.

Tutte le attività del corso sono svolte in lingua inglese al fine di promuovere la divulgazione scientifica a livello internazionale.

SEZIONE B - Descrizione del progetto formativo e di ricerca

L'obiettivo generale del corso è quello di fornire agli studenti una visione interdisciplinare, metodologicamente solida, approfondita ed innovativa delle problematiche ingegneristiche nei settori dell'energia, della sostenibilità e della sicurezza ambientale. Tali settori sono oggi caratterizzati da una rapidissima evoluzione tecnologica, e richiedono sempre maggiori professionalità e tecnici di alta preparazione scientifica in grado di evolvere di pari passo le proprie conoscenze e capacità. Le attività di ricerca saranno rivolte allo studio di soluzioni ingegneristiche, di tecnologie di lavorazione e metodologie di indagine teorica, numerica e sperimentale innovative, con un'attenzione particolare al loro trasferimento tecnologico.

Il dottorato in "*Engineering for Energy and Environment*" persegue questo obiettivo generale attraverso i seguenti obiettivi specifici (OS):

- OS1: fornire agli studenti gli strumenti di base per produrre ricerca scientifica ed innovazione tecnologica. Questo obiettivo specifico viene perseguito principalmente attraverso i corsi di materie STEM dedicati specificamente agli studenti di dottorato. Come dettagliato nell'offerta formativa si tratta sia di corsi di materie di base (statistica, misure, matematica) sia riguardanti le tematiche specifiche di ricerca del corso (materiali, metodologie numeriche, sistemi energetici, sicurezza, benessere ambientale, remote-sensing)
- OS2: fornire agli studenti la capacità di applicare le loro competenze allo sviluppo tecnologico ed alla ricerca scientifica. Questo obiettivo specifico viene perseguito attraverso l'attività di ricerca che ciascuno studente è chiamato a svolgere sotto la guida del tutor universitario, sulle tematiche specifiche del dottorato.
- OS3: fornire agli studenti la capacità di dare impatto alle attività di ricerca ed innovazione tecnologica. Questo obiettivo specifico viene perseguito sia attraverso corsi delle materie interdisciplinari dedicati alle cosiddette "*soft-skills*" (corsi di lingua e disseminazione scientifica) che attraverso un'attività periodica e strutturata di "*outreach*" che gli studenti dovranno sostenere.
- OS4: fornire agli studenti un approccio multidisciplinare alle tematiche della sostenibilità ambientale ed energetica. Questo obiettivo specifico viene perseguito attraverso le collaborazioni tra gli studenti del corso ed attraverso attività seminariali specificamente organizzate all'interno della scuola durante le quali anche gli studenti saranno chiamati a presentare le loro attività di ricerca favorendo così la contaminazione dei saperi.

Il raggiungimento degli OS viene verificato periodicamente dal collegio di dottorato sulla base dell'attività di reporting richiesta agli studenti ed è condizione necessaria per l'ammissione agli anni successivi al primo.

Sbocchi occupazionali:

Le competenze acquisite al termine del percorso formativo renderanno i dottori di ricerca idonei a ricoprire posizioni professionali e di ricerca con particolare riferimento agli ambiti energetico e ambientale, presso:

- attività professionali di consulenza;
- industrie di piccole medie e grandi dimensioni;
- enti pubblici, incluse Agenzie e Autorità;
- centri di ricerca pubblici e privati;
- università.

La scelta di focalizzare il dottorato sui temi dell'energia e dell'ambiente risponde alle richieste di un mercato in forte espansione e alla crescente domanda nei settori delle tecnologie a idrogeno, dei sistemi di accumulo dell'energia, delle energie rinnovabili e della fusione termonucleare. Quest'ultimo è un settore in cui il nostro paese è pioniere nel mondo e vede coinvolte industrie ad alta tecnologia italiane

ed europee, centri di ricerca e università, già attivi in questo dottorato sia attraverso collaborazioni scientifiche sia con il finanziamento di borse di studio. Il repentino sviluppo tecnologico rende la figura del futuro dottore di ricerca fondamentale per diversi settori. A tal fine nel percorso formativo sono anche previsti sbocchi professionali e di ricerca creando contesti multidisciplinari nell'ambito del monitoraggio e controllo ambientale, dei biosistemi e delle tematiche agro-ambientali, vista la vocazione del territorio italiano, l'importanza del settore nel contesto economico nazionale e la posizione di leadership dell'Italia dal punto di vista scientifico e industriale.

Coerenza con gli obiettivi e le traiettorie di sviluppo nazionali ed internazionali.

Il dottorato in *Engineering for Energy and Environment* dell'Università degli Studi della Tuscia pone le tematiche della transizione energetica verde e della sostenibilità, sicurezza e salubrità dell'ambiente al centro del proprio progetto formativo, proponendo un approccio multidisciplinare allo sviluppo sostenibile.

In termini di obiettivi generali del PNRR il dottorato in *Engineering for Energy and Environment* mira a fornire un contributo significativo in particolare:

- contribuendo all'aumento della produttività del sistema paese grazie alla formazione di giovani estremamente qualificati in uno dei settori maggiormente in espansione e dal maggior potenziale di sviluppo socio-economico come quello della transizione energetica ed ambientale;
- promuovendo gli investimenti sul capitale umano, ovvero nella formazione di tecnici altamente qualificati, anche da parte di imprese ed enti pubblici;
- contribuendo attraverso le attività di ricerca e trasferimento tecnologico dei dottorandi al compimento della transizione ecologica.

Per quanto riguarda gli obiettivi specifici del PNRR gli obiettivi formativi e le tematiche di ricerca alla base del dottorato in *Engineering for Energy and Environment* si collocano appieno all'interno della mission 2 "rivoluzione verde e transizione ecologica". L'interdisciplinarietà del corso gli permette di contribuire significativamente a tutte le 4 componenti di questa missione:

- C1: Agricoltura sostenibile ed Economia circolare,
- C2: Energia rinnovabile, idrogeno, rete e mobilità sostenibile
- C3: Efficienza energetica e riqualificazione degli edifici
- C4: Tutela del territorio e della risorsa idrica

Il curriculum in "*Energy and Engineering Systems*" focalizza la sua attenzione sulle componenti C2 e C3 con attività di ricerca e didattica incentrate sulla transizione energetica quali i sistemi di produzione, stoccaggio ed utilizzo dell'idrogeno, le fonti rinnovabili di energia, la cattura della CO₂, l'efficienza energetica negli edifici e nelle attività industriali, la fusione termo-nucleare, la mobilità sostenibile, *l'energy harvesting e storage*.

Il curriculum in "*Biosystems and environment*" focalizza la sua attenzione sulle componenti C1 e C4 con attività di ricerca incentrate sul monitoraggio ambientale ed idrologico, sulla sicurezza ambientale, sull'agricoltura sostenibile e sull'economia circolare.

SEZIONE C - Visione del percorso di formazione alla ricerca dei dottorandi

Il dottorato di ricerca è il più alto grado di formazione che l'università fornisca e mira a formare candidati selezionati per renderli altamente competitivi a livello internazionale presso imprese private ad alto contenuto tecnologico, pubbliche amministrazioni, centri di ricerca ed università. In questo senso il dottorato mira, inoltre, a contribuire agli obiettivi strategici dell'Ateneo, in particolare al Rafforzamento dell'alta formazione, alla Realizzazione dei progetti PNRR ed al Rafforzamento della sostenibilità sociale e ambientale dell'Ateneo, con riferimento anche all'efficientamento energetico, per partecipare con un ruolo attivo al perseguimento di obiettivi di sviluppo sostenibile condivisi in ambito europeo.

Questi obiettivi generali vengono perseguiti attraverso un percorso di formazione dedicati alla scuola di dottorato che include attività didattiche, attività seminariali e attività di ricerca. In particolare, il percorso di formazione è basato sull'implementazione di 3 *pillars*:

1. Attività didattiche dedicate agli studenti di dottorato che permettano di approfondire le competenze acquisite nei corsi di Laurea Magistrale sia nelle materie transdisciplinari che nelle tematiche scientifiche caratterizzanti di dottorato. Le attività didattiche frontali affronteranno inizialmente approfonditamente le materie di base (matematica e statistica) al fine di conferire agli studenti il necessario rigore metodologico. Successivamente gli studenti potranno scegliere le materie di specifico interesse scientifico più funzionali al proprio programma di ricerca al fine di focalizzare ed approfondire la formazione sulle tematiche specifiche. Inoltre, le attività didattiche saranno accompagnate da cicli di seminari volti a favorire il contatto degli studenti con il mondo delle aziende e della ricerca scientifica nazionale ed internazionale.
2. Sviluppo di attività di ricerca indipendenti. Il corso di dottorato, attraverso il ruolo prevalente dei tutor mira a fornire agli studenti la possibilità di dimostrare il proprio contributo agli obiettivi generali e specifici del dottorato. È compito di ciascun supervisore guidare i candidati all'interno di un percorso di ricerca coerente valorizzandone la capacità critica, l'indipendenza nella ricerca e l'innovatività. La qualità e l'impatto della ricerca dei candidati verranno valutati di anno in anno dal collegio anche attraverso l'impiego di indicatori bibliometrici.
3. Contaminazione dei saperi. Oltre che attraverso le attività didattiche e la guida dei supervisori i candidati potranno accrescere il proprio patrimonio culturale e *know-how* grazie al contatto con i propri colleghi. Il dottorato favorisce questa contaminazione organizzando eventi periodici in cui gli studenti come parte integrante del corso, divulgano le proprie attività e i risultati ottenuti.

SEZIONE D – Modalità di selezione e attività di formazione

Modalità di Selezione:

Gli obiettivi formativi del Corso di Dottorato di Ricerca e i profili culturali e professionali in uscita richiedono candidati con una forte motivazione, una convincente preparazione ed in grado di impostare un progetto di ricerca di respiro triennale. Pertanto, in coerenza con gli obiettivi formativi della scuola la selezione dei candidati avverrà tramite:

1. Valutazione dei titoli e del CV. Verranno valutati, in particolare, il voto di laurea, la presenza e la coerenza con gli obiettivi formativi del dottorato di eventuali titoli post-lauream, pubblicazioni ed esperienze lavorative.
2. Valutazione del progetto di ricerca presentato dai candidati in termini di coerenza con le tematiche specifiche del dottorato, originalità e qualità della proposta progettuale.
3. Colloquio orale volto ad approfondire le tematiche presentate nel progetto, ad asseverare il livello tecnico/scientifico e di conoscenza della lingua inglese dei candidati.

Tale modalità di selezione inoltre permette di verificare la coerenza delle tematiche di ricerca presentate dai candidati rispetto agli obiettivi specifici del dottorato.

Attività di formazione

Il percorso didattico, interamente offerto in lingua inglese, è composto esclusivamente da corsi specificamente sviluppati per il programma di dottorato. Tutti i corsi prevedono la verifica del raggiungimento degli obiettivi formativi tramite *assignments* e discussione degli stessi. Le attività formative proposte sono bilanciate fra tematiche di carattere generale e specifiche relative al progetto di ricerca. L'offerta formativa prevede 4 corsi obbligatori di carattere generale (matematica, statistica, perfezionamento linguistico e disseminazione scientifica) volti a fornire una base culturale comune e

transdisciplinare a tutti i candidati, 2 corsi a scelta di carattere specialistico tra un'ampia offerta volti a fornire strumenti specifici per la ricerca nelle tematiche del dottorato e 2 corsi a scelta libera dello studente.

Il corso prevede inoltre un ciclo stabile di seminari negli ambiti dei sistemi per l'energia e dei biosistemi. I seminari saranno tenuti da personalità scientificamente riconosciute del settore al fine di dare l'opportunità agli studenti di entrare in contatto con la ricerca di livello internazionale. Inoltre, è previsto che gli studenti degli ultimi anni arricchiscano gli eventi presentando le loro attività di ricerca favorendo così le loro capacità comunicative.

SEZIONE E - Visibilità del progetto di formazione e ricerca

Le informazioni relative al corso dottorato sono consultabili sul sito web del dipartimento alla pagina: <http://www.unitus.it/it/dipartimento/deim-ingegneria/engineering-for-energy-and-environment/articolo/engineering-energy-environment-presentazione>

SEZIONE F - Mobilità e internazionalizzazione

Coerentemente con gli obiettivi del dottorato, ed in particolare al fine di promuovere la contaminazione dei saperi il corso promuove la mobilità internazionale degli studenti. Il regolamento prevede che in media ciascuno studente debba spendere almeno 3 mesi di attività di ricerca all'estero al fine di completare la propria formazione. È responsabilità dei tutor dei candidati attivare gli specifici accordi con le università estere al fine di permettere il proficuo svolgimento di tali attività. Il corso di dottorato accoglie studenti provenienti da scuole di dottorato internazionali sia nell'ambito dei programmi Erasmus che nell'ambito di specifici accordi bilaterali promossi dai docenti.

Il corso di dottorato in EEE ha aderito alla scuola virtuale di dottorato PhD-net in "*industrial systems engineering*" promossa da AIDI al fine di stabilire una rete di fruizione di attività didattiche, corsi e seminari per i dottorandi erogati da diverse sedi universitarie.
È in corso l'adesione alla scuola di virtuale di dottorato di AIMSEA.