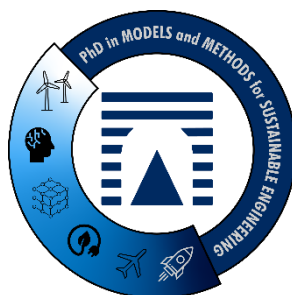


# Dottorato in Metodi e Modelli per l'Ingegneria Sostenibile



**VALUTAZIONE DELLA QUALITA'**

**RELAZIONE ANNUALE - 2024**

## 1. Introduzione

La presente relazione annuale è redatta in conformità con quanto previsto dal Capitolo 5 delle Linee Guida di Ateneo per la valutazione della qualità del dottorato di ricerca, e costituisce la base documentale per la verifica della coerenza del percorso rispetto ai requisiti ministeriali e ai criteri di valutazione definiti da ANVUR (Punti di Attenzione, PdA: D.PHD.1, D.PHD.2 e D.PHD.3). Tutte le informazioni riportate si basano esplicitamente sul *set minimo di indicatori quantitativi AVA3* (H.O.O.A–H.O.O.E) e i *due indicatori qualitativi* relativi a: (i) presenza di un sistema di rilevazione delle opinioni dei dottorandi e (ii) utilizzo delle opinioni nella riformulazione/aggiornamento del Corso. Per ciascun indicatore sono riportate le fonti dati (ANS-PL, LoginMIUR) e la modalità di calcolo. La relazione, approvata dal Collegio dei Docenti in data 14/10/2025, dopo la trasmissione a PQA, NdV e Area Ricerca e Valutazione, è *pubblicata* nella sezione web del Dottorato ai fini della trasparenza e della tracciabilità dei processi di AQ.

La relazione copre il periodo gennaio–dicembre 2024 (anno in cui per questo dottorato erano attivi i cicli 38° e 39°) e fornisce un quadro completo delle azioni intraprese dal Collegio dei Docenti per garantire la qualità, la coerenza e l'efficacia del progetto formativo e di ricerca, nonché delle attività già ideate e in fase di realizzazione. In particolare, vengono riassunte in modo quanto più possibile quantitativo e in stretto riferimento con gli Aspetti da Considerare (AdC) che le linee guida prevedono per ogni PdA:

- le attività di progettazione e aggiornamento del corso (PdA D.PHD.1), con riferimento all'evoluzione del progetto formativo, alla possibilità di consultazione con le parti interessate e alla pianificazione strategica del Collegio;
- la pianificazione e organizzazione delle attività formative e di ricerca (PdA D.PHD.2), incluse le iniziative seminariali, la mobilità internazionale, le collaborazioni con enti e aziende e la produzione scientifica dei dottorandi;
- le azioni di monitoraggio e miglioramento continuo (PdA D.PHD.3), comprensive dell'analisi degli indicatori quantitativi e qualitativi ANVUR, dei risultati delle rilevazioni delle opinioni dei dottorandi e delle iniziative di riesame interno finalizzate all'innovazione del percorso formativo.

La relazione è stata approvata dal Collegio dei Docenti in data 14/10/2025, secondo le tempistiche definite dalle Linee Guida di Ateneo, ed è stata trasmessa ai competenti organi istituzionali (Presidio della Qualità di Ateneo, Nucleo di Valutazione e Area Ricerca e Valutazione). Il documento adotta una struttura per indicatori conforme al modello richiesto (D.PHD.1.1–D.PHD.3.3) e integra, per ciascun punto, un'analisi qualitativa e quantitativa dei risultati ottenuti, nonché delle attività pianificate, con l'obiettivo di fornire un quadro trasparente, documentato e verificabile del funzionamento del corso. Particolare attenzione è stata posta alla documentazione a supporto (verbali, tabelle di mobilità, report di produzione scientifica, dati AlmaLaurea).

Infine, la relazione si configura non solo come strumento di verifica, ma come occasione di autovalutazione e di pianificazione strategica, orientata al miglioramento continuo, all'internazionalizzazione e all'impatto scientifico e sociale delle attività di dottorato, in linea con la missione dell'Ateneo e con le priorità delineate a livello nazionale ed europeo. Ai fini del monitoraggio del Corso di Dottorato di Ricerca è stato verificato l'andamento degli indicatori quantitativi e qualitativi inseriti nel documento Modello AVA3 e più in particolare gli indicatori a supporto della valutazione, riportati in tab. 2, nonché il rilevamento delle opinioni degli studenti di dottorato (in seguito denominate OPID). Nel caso del presente corso di dottorato, istituito solo a partire dal ciclo 38° (anno 2022), alcuni degli indicatori non sono calcolabili in quanto nessuno studente ha ancora conseguito il titolo di dottore di ricerca.

Tab. 1 – Set minimo di indicatori per il monitoraggio delle attività

Indicatore	Descrizione
<b>H.0.0.A</b>	percentuale di iscritti al primo anno del Corso di Dottorato che hanno conseguito il titolo di accesso in altro Ateneo (indicatore DM 1154/2021)
<b>H.0.0.B</b>	percentuale di dottori di ricerca che hanno trascorso almeno tre mesi all'estero (indicatore DM 1154/2021)
<b>H.0.0.C.</b>	percentuale di borse finanziate da Enti esterni
<b>H.0.0.D.</b>	percentuale di dottori di ricerca che hanno trascorso almeno sei mesi del percorso formativo in Istituzioni pubbliche o private diverse dalla sede del Corso di Dottorato di Ricerca (include mesi trascorsi all'estero)
<b>H.0.0.E.</b>	rapporto tra il numero di prodotti della ricerca generati dai dottori di ricerca degli ultimi tre cicli conclusi e il numero dei dottori di ricerca negli ultimi tre cicli conclusi

## 2. Descrizione del corso di dottorato

Il corso di dottorato si prefigge l'obiettivo di formare i futuri dottori di ricerca nelle competenze inerenti alla modellistica e lo sviluppo di metodologie innovative per l'ingegneria proiettata verso le tematiche caratteristiche della transizione energetica e della sostenibilità. Quest'ultima è qui intesa non solo nell'accezione di equa ed efficiente gestione delle risorse, ma nel suo significato più ampio, che includa la tutela della qualità della vita e della salute dei cittadini tra gli obiettivi primari di un futuro sostenibile.

L'ottenimento della neutralità climatica entro il 2050, all'interno di un apparato produttivo resiliente, rappresenta ad oggi uno dei principali obiettivi della Commissione Europea nell'ambito del programma Horizon Europe, ed il presente dottorato si incardina profondamente e fattivamente all'interno di questa visione. L'ampio spettro di competenze che caratterizzano i docenti appartenenti al Collegio e la loro consolidata esperienza in progetti nazionali ed internazionali sui temi della sostenibilità ambientale, consentirà di promuovere un ambiente di formazione e di ricerca fortemente multidisciplinare, caratterizzato da una continua e profonda interazione tra i diversi settori. Gli studenti del corso potranno sviluppare progetti di ricerca sulle tematiche proprie degli ambiti disciplinari di scienza e tecnologia dei materiali, fisica della materia, meccanica del volo, fotonica, acustica, scienza dei sistemi complessi, elettrotecnica, fluidodinamica, conversione statica dell'energia elettrica ed azionamenti elettrici, controlli automatici, bioingegneria, telecomunicazioni, costruzioni e strutture aerospaziali, arricchendo e approfondendo le loro conoscenze anche su argomenti funzionali all'arricchimento delle loro capacità di sviluppo metodologico, quali l'ottimizzazione multidisciplinare robusta in presenza di incertezze, la fisica matematica, le teoria delle reti e dei sistemi complessi, la computational intelligence applicata all'ottimizzazione e all'identificazione di modelli fisici non lineari. Nell'ambito della sostenibilità, di interesse per il dottorato sarà anche il tema della mobilità integrata e delle discipline ad esso collegate, quali, ad esempio, i trasporti e le infrastrutture.

È opportuno sottolineare che il progetto prevede lo svolgimento di attività di ricerca e formazione all'interno delle aree dei laboratori diffusi, recentemente attivati, e partecipando alle iniziative di socializzazione e condivisione dei risultati organizzate periodicamente a livello dipartimentale. È il caso di ricordare la Giornata del Dottorato, oppure l'iniziativa PhD-Life, recentemente attivata che prevede incontri periodici a carattere seminariale nei quali uno studioso di consolidata esperienza propone un seminario di carattere formativo e assiste alle presentazioni degli studenti, seguite da un dibattito a partecipazione libera.

Il corso di dottorato ricorre inoltre alla valutazione del progetto formativo da parte di esponenti del mondo dell'industria, fra i quali i responsabili delle aziende cofinanziatrici di borse di dottorato e i membri del comitato di indirizzo permanente del Dipartimento.

Gli organi del dottorato sono il coordinatore, il vice coordinatore e il consiglio dei docenti. Attualmente il coordinatore è il Prof. Marco Sebastiani, nominato dal dipartimento ICITA il 16/12/2024, mentre il vice coordinatore è il Prof. Alessandro Lidozzi, nominato nel collegio del 13/02/2025. Il collegio dei docenti è attualmente composto da 16 docenti.

In linea con quanto previsto dall'indicatore D.PHD.1.B delle Linee Guida AVA3 (2025), il Corso di Dottorato assicura la coerenza tra gli obiettivi formativi e gli sbocchi occupazionali, promuovendo competenze avanzate in ricerca, sviluppo tecnologico e trasferimento dell'innovazione in ambiti accademici, industriali e istituzionali. Le competenze maturate dai dottorandi risultano funzionali sia alla prosecuzione della carriera scientifica sia all'inserimento in centri di ricerca pubblici e privati, con particolare riferimento ai settori dei materiali, dell'ingegneria dei processi e delle tecnologie avanzate.

Ai sensi dell'indicatore D.PHD.1.C, il Collegio effettua annualmente una verifica della coerenza tra il progetto formativo, la domanda di alta formazione e le evoluzioni del contesto scientifico e produttivo, anche attraverso l'analisi degli esiti occupazionali dei dottori di ricerca e il confronto con le parti interessate. Quest'Ultimo punto sarà messo in pratica non appena i primi dottorandi avranno conseguito il titolo. Eventuali aggiornamenti del percorso formativo vengono discussi nel riesame annuale e approvati in sede di Consiglio del Corso di Dottorato.

Le aziende che supportano il dottorando con un finanziamento (totale o parziale) di borse sono automaticamente inserite, tramite i loro rappresentanti, nell'elenco dei portatori di interesse da interpellare prioritariamente nel corso degli esercizi periodici di consultazione con le parti interessate (sia interne che esterne).

### 3. Progettazione del corso di dottorato (PdA D.PHD.1)

Nel 2024 il Corso di Dottorato ha consolidato la qualità della propria progettazione formativa, assicurando una coerenza piena tra obiettivi scientifici, profili professionali in uscita e strategie di Ateneo. A partire dalla fondazione del corso nel 2022, Il Collegio dei Docenti ha approvato e rinnovato il **progetto formativo e il regolamento del dottorato** (consiglio del 27/05/2025), con particolare attenzione all'inserimento di contenuti su transizione ecologica, digitalizzazione e resilienza dei sistemi complessi. Sono state condotte **consultazioni strutturate con partner industriali e istituzionali**, ed in particolare le aziende e gli enti che hanno finanziato borse, finalizzate a raccogliere suggerimenti per l'allineamento del dottorato alle esigenze del territorio e del mercato del lavoro. È stato inoltre ampliato il ventaglio delle collaborazioni internazionali, con la stipula di **due nuovi accordi quadro** e la predisposizione di **tre convenzioni per il doppio titolo di altrettanti studenti**. Queste azioni hanno garantito una maggiore visibilità e una più chiara articolazione degli obiettivi formativi, in piena conformità con gli indicatori D.PHD.1.1–1.6.

Di seguito, vengono riportati nel dettaglio gli AdC relativi al PdA D.PHD.1.

#### [D.PHD.1.1] – progetto formativo e di ricerca del Corso di Dottorato di Ricerca

Il progetto di formazione dottorale in MMIS intende fornire competenze avanzate e capacità tecniche di modellazione e di sviluppo metodologico finalizzate all'analisi e alla progettazione di sistemi tecnologici complessi che garantiscano il pieno soddisfacimento delle esigenze emergenti dalla società civile garantendo, al contempo, la piena sostenibilità ambientale e l'accettazione delle innovazioni tecnologiche da parte dei cittadini. Il progetto formativo è quindi strutturato secondo un approccio intrinsecamente multidisciplinare che permetta al futuro dottore di ricerca di svolgere attività di innovazione negli ambiti propri dell'ingegneria industriale, dell'informazione e dell'ingegneria civile, traendo vantaggio anche dalle conoscenze proprie delle

scienze di base. In quest'ottica, assume un'importanza vitale la capacità di impostare e risolvere problemi multidisciplinari di elevatissima complessità, affrontabili solo se in possesso di una preparazione ad amplissimo spettro, allineata con le frontiere più avanzate della ricerca.

La progettazione e l'aggiornamento del percorso formativo sono stati guidati da esigenze emerse dall'evoluzione scientifica e tecnologica dei settori di riferimento (transizione energetica, digitalizzazione dei processi, materiali e sistemi avanzati) e dalla domanda di alta formazione proveniente da enti di ricerca e tessuto industriale. In coerenza con le *Linee Guida AVA3* (AdC D.PHD.1.1), nel 2024–2025 sono state svolte **consultazioni** con parti interessate interne ed esterne (rappresentanti di aziende, enti di ricerca, ed in particolare coloro che avevano finanziato borse nel ciclo precedente), i cui **esiti sono sintetizzati nei verbali allegati** e hanno contribuito: (i) alla definizione/ri-taratura degli obiettivi formativi; (ii) all'ampliamento dell'offerta seminariale; (iii) all'attivazione/rafforzamento di accordi e co-tutele internazionali.

Corsi di alta qualificazione tenuti dai docenti del Collegio sono parte integrante dell'attività formativa degli studenti, e sono integrati da un'intensa attività seminariale svolta da esperti internazionali di riferimento dei rispettivi settori. All'inizio del loro percorso dottorale gli studenti definiscono, con l'aiuto dei supervisori, il **percorso formativo più adatto al loro progetto** scegliendo tra i corsi proposti dai docenti del collegio. Corsi e seminari non hanno il solo obiettivo di fornire le necessarie competenze teoriche con un approccio rigoroso e allineato con lo stato dell'arte nei rispettivi settori, ma anche preparare gli studenti ad operare con gli strumenti più avanzati per l'analisi sperimentale, la manifattura additiva assistita digitalmente, la caratterizzazione di materiali, la simulazione di sistemi complessi.

Per il 40° ciclo di formazione dottorale (accreditamento completato nel 2024 ed inizio delle borse nel 2025), il corso di dottorato ha proposto tre borse a valere sulle risorse associate al PNRR ex D.M. 630/2024, nel quadro dell'attuazione del PNRR, Missione 4 "Istruzione e Ricerca" – Componente 2 "Dalla ricerca all'impresa", Investimento 1.2 "Finanziamento di progetti presentati da giovani ricercatori". La proposta dal titolo "Architetture di conversione e controllo per la stima in frequenza dell'impedenza in media tensione" ha come obiettivo l'individuazione di architetture di conversione della potenza elettrica e delle relative leggi di controllo per tensioni fino a 11kV. L'azienda partner per questo progetto è la ED **Elettronica Dedicata Srl**. Il progetto "Nano-scale advanced mechanical characterisation of micro-capsules" è invece finanziato dalla **Procter & Gamble Company**. In linea con le aree disciplinari e tematiche del programma PNRR, il progetto si concentra sulla ricerca delle relazioni tra microstruttura, processo e proprietà al fine di sviluppare materiali innovativi per favorire un'economia circolare e sostenibile per le tecnologie basate sull'incapsulamento. Infine, la proposta "Dynamic Study of Sloshing in Microgravity Conditions and Development of Equivalent Modeling in Multi-Body Dynamic Systems" un'analisi approfondita della dinamica di sloshing del propellente all'interno di serbatoi destinati alle applicazioni spaziali in condizioni di microgravità affrontando specifici scenari operativi satellitari. L'azienda partner del progetto è **Thales Alenia Space Italia SpA**.

Il percorso formativo è stato progettato per essere profondamente incardinato su cinque Laboratori Diffusi recentemente creati all'interno del Dipartimento di Ingegneria Civile, Informatica e delle Tecnologie Aeronautiche (DICITA). Ciò consente allo studente di operare nelle migliori condizioni per mettere in pratica questi obiettivi. Attraverso l'attività di laboratorio lo studente acquisisce le competenze e le tecniche operative multidisciplinari e trasversali attualmente molto richieste dal mondo lavorativo. I laboratori diffusi che sono stati recentemente attivati presso il DICITA sono:

1. Laboratorio Diffuso di Modelli Computazionali per Sistemi Complessi (MCSisCom)
2. Laboratorio Diffuso Sicurezza dei SistEMI Naturali e delle infrAstrutTurE (DISSEMINATE)

3. Laboratorio Diffuso Di Caratterizzazioni Ottiche e Magneto Elettro-Acustiche (COMETA)

4. Laboratorio Diffuso di Real-Time Digital Twin per progettazione e diagnostica avanzate (RTD-Twin – già recentemente potenziato)

5. Laboratorio Diffuso di Additive Manufacturing (3DINGLab – già recentemente potenziato).

L'investimento infrastrutturale legato alla creazione e allo sviluppo dei laboratori diffusi permetterà agli studenti di dottorato di pianificare le loro attività facendo affidamento su un contesto operativo di elevatissimo valore tecnologico, in costante evoluzione e allineato con i più avanzati laboratori in ambito internazionale, europeo ed extraeuropeo. Le dotazioni tecnologiche dei laboratori diffusi faciliteranno l'interazione diretta con ricercatori e dottorandi operanti in analoghe strutture all'estero, permettendo lo scambio di dati, la verifica incrociata di metodologie e modelli e, ovviamente, la mobilità in ingresso e in uscita di studenti.

L'attività formativa, anche in lingua inglese, è organizzata in:

- attività formative, essenzialmente erogate attraverso i seminari bimestrali della serie PhD life, volte a fornire ai dottorandi le competenze relative alle tecniche e alle modalità di svolgimento della ricerca scientifica;
- attività formative specifiche volte a fornire e/o completare le conoscenze e abilità dei dottorandi;
- altre attività formative a scelta dello studente, con l'approvazione del Collegio dei docenti del corso, che ne verifica la coerenza con il percorso formativo e/o con il progetto di tesi del dottorando.

Infine, il progetto formativo prevede sempre (anche per quelle borse in cui non sarebbe obbligatorio) la possibilità per i dottorandi di fruire, durante il dottorato, di un periodo significativo di permanenza all'estero, indicativamente da tre mesi ad un anno. I dottorandi sono ospitati da Università, centri di ricerca, aziende impegnate nella ricerca applicata, con sedi in paesi europei ed extraeuropei, approfittando dell'ampissima rete di contatti dei docenti e dei ricercatori afferenti al Collegio della presente proposta dottorale.

Nel corso del 2024 è stata avviata una fase di consultazione con le parti interessate, sia interne che esterne al Dipartimento, finalizzata alla raccolta di osservazioni e proposte utili all'aggiornamento del progetto formativo. I primi risultati di tale consultazione sono attesi nel corso del 2026, e saranno oggetto di discussione all'interno del Collegio dei Docenti.

Parallelamente, è in corso di istituzione un **Advisory Board** composto da membri provenienti dal mondo accademico e industriale, e prioritariamente da quelle aziende che hanno finanziato borse, con l'obiettivo di fornire un supporto strategico alla definizione degli obiettivi formativi e alla valutazione dell'efficacia del percorso. L'attivazione formale del comitato è prevista entro la fine del 2025.

Per quanto riguarda la costituzione di un'associazione **Alumni del PhD**, si riconosce l'importanza di tale strumento per il rafforzamento del network tra ex-dottorandi e per la valorizzazione delle competenze acquisite. Tuttavia, l'associazione non è ancora stata formalmente istituita. Si stanno valutando modalità operative per avviarne la costituzione, anche attraverso il coinvolgimento diretto degli ex-dottorandi e l'integrazione con le iniziative già attive a livello di Ateneo.

In prospettiva, il Collegio dei Docenti intende quindi consolidare ulteriormente il processo di aggiornamento del progetto formativo, predisponendo un calendario strutturato di incontri annuali con stakeholders interni ed esterni. L'obiettivo è raccogliere feedback sistematico sulle competenze richieste dal mondo produttivo, in particolare in settori emergenti quali la digitalizzazione dei processi e la sostenibilità ambientale avanzata. Un

aspetto rilevante riguarda anche la definizione di percorsi di specializzazione mirati a rafforzare l’impatto sociale e industriale delle ricerche. Si prevede inoltre di integrare strumenti digitali di supporto al monitoraggio dei percorsi, così da disporre di indicatori quantitativi per misurare l’efficacia delle azioni intraprese.

#### **[D.PHD.1.2] – visione del percorso di formazione alla ricerca dei dottorandi**

Il percorso di formazione alla ricerca è concepito come un **ambiente integrato e progressivo** in cui i dottorandi maturano competenze scientifiche, metodologiche e trasversali, coerenti con le esigenze di una ricerca moderna e aperta all’interdisciplinarietà. La visione principale è formare **ricercatori autonomi**, capaci di operare in contesti complessi e internazionali, sviluppando al contempo un pensiero critico e una consapevolezza etica dell’impatto sociale della ricerca.

Il Corso forma ricercatori in grado di integrare metodi e modelli avanzati per l’analisi, la progettazione e l’ottimizzazione di sistemi complessi sostenibili, con forte **interdisciplinarietà** tra Ingegneria industriale, dell’informazione e civile, e interazione costante con la comunità scientifica e il mondo produttivo. La visione enfatizza **internazionalizzazione, mobilità e terza missione**, promuovendo percorsi in co-tutela, doppi titoli e collaborazioni strutturate con enti/aziende, in linea con gli standard AVA3.

Il dottorato si articola in tre fasi: (1) acquisizione delle basi metodologiche e delle competenze trasversali nel primo anno; (2) sviluppo di un progetto di ricerca originale e pubblicabile nel secondo anno; (3) consolidamento dei risultati e disseminazione scientifica nel terzo anno.

Il corso adotta un approccio **modulare e personalizzabile**, che consente a ciascun dottorando di costruire un **Piano Formativo Individuale (PFI)** coerente con le proprie aspirazioni e con le traiettorie scientifiche del Collegio. Le attività didattiche includono moduli di **data analysis, modellazione numerica, scrittura scientifica e project management**, oltre a momenti dedicati al **trasferimento tecnologico** e alla valorizzazione dei risultati. L’attenzione all’internazionalizzazione è garantita dalla partecipazione a **reti di ricerca europee**, da periodi di **mobilità all’estero** e dal coinvolgimento di **visiting professor** provenienti da istituzioni di alto profilo.

La forte natura multidisciplinare dei membri del Collegio, evidenziata non solo dai settori scientifici di appartenenza, ma anche dalla multiformità delle tematiche di ricerca documentate nella consistente produzione scientifica, costituisce il **cuore della visione** del percorso di formazione e ne forma l’impalcatura culturale sulla quale costruire il programma formativo finalizzato agli ambiziosi obiettivi descritti.

La **coerenza** tra obiettivi formativi e risorse disponibili è garantita dall’integrazione con le infrastrutture dipartimentali, in particolare i **Laboratori Diffusi**, che rappresentano un elemento distintivo del progetto. Inoltre, l’offerta formativa è stata strutturata per garantire un equilibrio tra attività teoriche, sperimentali, numeriche e seminariali, con il coinvolgimento di esperti di alto profilo, anche a livello internazionale.

In aggiunta, il dottorato prevede la progressiva apertura verso nuove aree disciplinari complementari, come l’intelligenza artificiale applicata alla gestione energetica, la sostenibilità urbana e la resilienza delle infrastrutture critiche. Il piano formativo, in tal senso, sarà arricchito da moduli brevi (short courses) tenuti da esperti del settore industriale e accademico di livello internazionale. Una particolare attenzione sarà rivolta all’acquisizione di competenze trasversali come project management, comunicazione scientifica e trasferimento tecnologico, indispensabili per garantire la massima occupabilità dei futuri dottori di ricerca.

La **visione** del dottorato è pubblicamente accessibile attraverso i canali istituzionali, inclusi il sito web del Dipartimento e la pagina LinkedIn dedicata, contribuendo così a rafforzarne la visibilità e l'attrattività anche in ambito internazionale.

[Dottorato di ricerca in Metodi e Modelli per l'Ingegneria Sostenibile - Dipartimento di Ingegneria Civile, Informatica e delle Tecnologie Aeronautiche](#)

<https://www.linkedin.com/company/phd-mmis>



Figura 1 – Pagina LinkedIn del corso

### [D.PHD.1.3] – attività di formazione

Sulla base di questa visione, i **profili culturali e professionali in uscita** in accordo con i principi formativi descritti sono caratterizzati da competenze specifiche di altissimo livello, inquadrate però in una visione intrinsecamente e profondamente multidisciplinare. La combinazione di competenze e infrastrutture, anche basata su una interconnessa rete di collaborazioni internazionali, potrà permettere allo studente di acquisire quelle competenze trasversali che, unite alle specializzazioni verticali specifiche di ogni progetto, forniranno la flessibilità e l'elasticità che oggi sono sempre più richieste a ricercatori e ingegneri impegnati nello sviluppo e consolidamento di nuovi metodi e modelli per l'ingegneria sostenibile. Questo permetterà al futuro dottore di ricerca di mettere a disposizione la sua preparazione peculiare, pertinente all'ambito disciplinare di appartenenza, nei contesti più diversificati, interfacciandosi in maniera efficace con i colleghi di diversa estrazione. Il dottore di ricerca potrà integrarsi senza difficoltà in gruppi di lavoro precostituiti e contribuire fattivamente a formarne di nuovi. Lo sviluppo delle cosiddette soft-skills sarà un aspetto che non verrà trascurato nel processo formativo. La capacità di comunicare, di affrontare e risolvere problemi, di adattarsi a condizioni operative in rapida evoluzione e di mantenere sempre alto il livello di creatività saranno caratteristiche che contribuiranno a rendere la figura professionale del futuro dottore di ricerca di sicuro interesse per qualsiasi contesto lavorativo.

Bisogna inoltre sottolineare come le tematiche trattate, le competenze acquisite e l'approccio teorico-sperimentale del percorso triennale renderanno il profilo del dottore di ricerca in uscita fortemente attrattivo

per il mondo industriale. Le sfide tecnologiche previste nel prossimo futuro, quali, ad esempio, la transizione energetica e le energie rinnovabili oppure i nuovi paradigmi di trasporto aereo, navale e terrestre, imporranno alle nuove generazioni di ingegneri impegnati nel comparto produttivo capacità di modellazione e analisi in linea con le più avanzate conoscenze. L'identificazione e la modellazione di sistemi non lineari, la caratterizzazione di materiali innovativi, le tecniche più avanzate di ottimizzazione in presenza di incertezze, il ricorso alla computational intelligence per l'analisi di dati e per le proiezioni, sono competenze sulle quali le industrie stanno investendo in maniera crescente. I profili formati dal presente progetto di dottorato saranno allineati con queste esigenze. Ovviamente, il profilo professionale in uscita dal dottorato di ricerca in Metodi e Modelli per l'Ingegneria Sostenibile sarà di sicuro interesse per centri ed enti di ricerca pubblici o privati e per istituzioni accademiche. L'accento che verrà posto sugli aspetti di internazionalizzazione garantirà la spendibilità delle professionalità sviluppate sul mercato del lavoro internazionale fornendo ai futuri dottori di ricerca la più libera e ampia possibilità di pianificazione della loro carriera e, in definitiva, della loro vita professionale.

### Modalità di selezione

Il Collegio dei Docenti ha avviato una riflessione sulle modalità di selezione dei candidati al dottorato, con l'obiettivo di garantire una maggiore coerenza con i profili culturali e professionali in uscita. È in corso una discussione interna per valutare eventuali aggiornamenti dei criteri di selezione, anche alla luce delle esperienze maturate nei cicli precedenti.

L'accesso avviene mediante valutazione **titoli/proposta di ricerca** e **colloquio** (con verifica della lingua inglese), secondo una **griglia di punteggio** pubblicata nel bando. La Commissione, nominata dal Collegio, include membri con comprovate competenze sui temi del Corso; è prevista la possibilità di componenti esterni. Sono dichiarati **pesi** per: curriculum, prodotti scientifici/esperienze, coerenza e fattibilità del progetto, motivazione e maturità scientifica, con **soglia minima** di idoneità. Gli esiti sono motivati e pubblicati secondo le tempistiche di Ateneo. (*Formalizzazione richiesta dalle LG; modello in linea con l'esempio di corso e con AVA3*).

Entrando maggiormente nel dettaglio, nel prossimo biennio il Collegio dei Docenti intende rafforzare le procedure di selezione introducendo griglie di valutazione più dettagliate che evidenzino la coerenza tra il percorso formativo del candidato e i temi strategici del corso. Si prevede anche di potenziare gli strumenti digitali per l'orientamento, come webinar e open days online, così da intercettare con largo anticipo candidature di alto profilo a livello sia nazionale che internazionale. Il percorso formativo verrà inoltre arricchito con un sistema di mentoring tra studenti senior e junior, sfruttando lo strumento già presente delle giornate PhD life, utile a favorire la continuità e il passaggio di competenze.

### Orientamento

Sono state attivate iniziative di **orientamento alla ricerca** rivolte agli studenti dei corsi di laurea magistrale, tra cui le giornate *PhD Life*, che prevedono seminari tematici e momenti di confronto con i dottorandi attualmente in corso. Tali attività mirano a stimolare l'interesse verso il dottorato e a favorire una scelta consapevole del percorso. La tabella di seguito riportata mostra il dettaglio degli eventi svolti dal 2024 al 2025.

Il dipartimento ha deciso di strutturare tutti gli eventi di alta formazione dottorale all'interno di questa serie di incontri bimestrali. Tali eventi consistono nell'intervento di un esperto del settore, che fornisce un seminario, seguito da tre interventi da parte di altrettanti dottorandi appartenenti ai tre corsi che insistono sul dipartimento ICITA. Nel corso del biennio 2023-2024 sono stati tenuti **9 eventi**, in cui sono intervenuti (oltre che i docenti del dipartimento), professori ospiti, il **direttore dell'agenzia APRE** e la **presidente della**

**commissione Fulbright** (nel corso di una giornata dedicata alle opportunità di finanziamento da e per gli Stati Uniti). Una volta l'anno l'evento PhD life viene tenuto presso la **residenza di Roma Tre ad Allumiere (nell'arco di due giorni)**, mentre nell'ottobre 2024 l'evento si è tenuto presso in **centro ricerche Enrico Fermi (CREF)**. A fine anno, comunque si mantiene l'evento della **giornata del dottorato**, in cui tutti gli studenti presentano il proprio lavoro ai fini dell'ammissione all'anno successivo. In tale occasione emerge fortemente il carattere inclusivo e trasversale che caratterizza il corso di dottorato in MMIS, e dove professori e dottorandi hanno modo di interagire sperimentando anche approcci moderni come il reverse teaching tra settori diversi.

<i>PhD life</i>	<b>Giornata del Dottorato</b>	<b>Seminari (autore)</b>	<b>note</b>
15/03/2023		Prof.ssa Laura Giarré Dipartimento di Ingegneria «Enzo Ferrari», Università di Modena e Reggio Emilia	Evento co-organizzato con l'associazione "Women in STEM Roma Tre"
20-21/07/2023	Allumiere	Prof. Leopoldo Franco, Prof. Roberto Camussi, Prof. Federica Pascucci Domenico Nesci (Deep Ocean Capital SGR S.p.A.) Luca Bertolini, Antonio Napolitano (startup company EDY)	Evento di due giorni presso il centro studi di Roma Tre di Allumiere.
27/09/2023		dr. Marco Falzetti, direttore dell' Agenzia Per la Promozione della Ricerca Europea (APRE).	Giornata di studio sulla progettazione Europea.
07/12/2023	07/12/2023	prof. Aldo Fiori	
26/03/2024		prof. Fabrizio Paolacci	
08-09/07/2024	Allumiere	Gianmarco Carnovale: presidente di Roma Startup Renzo Carpio: founder of Agrisky Prof. Elena Pettinelli, dipartimento di Mat/Fis Prof. Paolo Merialdo Prof. Marco Petrelli	Evento di due giorni presso il centro studi di Roma Tre di Allumiere.
16/10/2024	CREF	prof. Andrea Gabrielli , direttore scientifico del CREF dr. Alessandro LONDEI, Sony Computer Science Laboratories(CSL)	Evento presso il centro ricerche "Enrico Fermi". Incontro tra i dottorandi del DICITA e del CREF
10/12/2024	10/12/2024	Prof. Marialisa Nigro	
17/04/2025		Prof. Edoardo Bemporad	
10-11/07/2025	Allumiere	Prof. Marco Sebastiani Francesco Paolo Pesce, ordine degli ingegneri della provincia di Roma Claudia Terranova, Coach, formatrice e mediatrice familiare	Evento di due giorni presso il centro studi di Roma Tre di Allumiere.

## Risorse

Il corso di dottorato beneficia di **risorse provenienti da tre principali canali**:

- **Finanziamenti dell'Ateneo**, destinati al sostegno delle attività formative e di ricerca;
- **Progetti di ricerca** nazionali e internazionali gestiti dai docenti afferenti al Collegio;
- **Collaborazioni con aziende ed enti esterni**, che contribuiscono attraverso il finanziamento di borse di dottorato.

Il grafico sottostante riporta la distribuzione delle posizioni con borsa attivate nei quattro anni dall'istituzione del Corso di Dottorato.

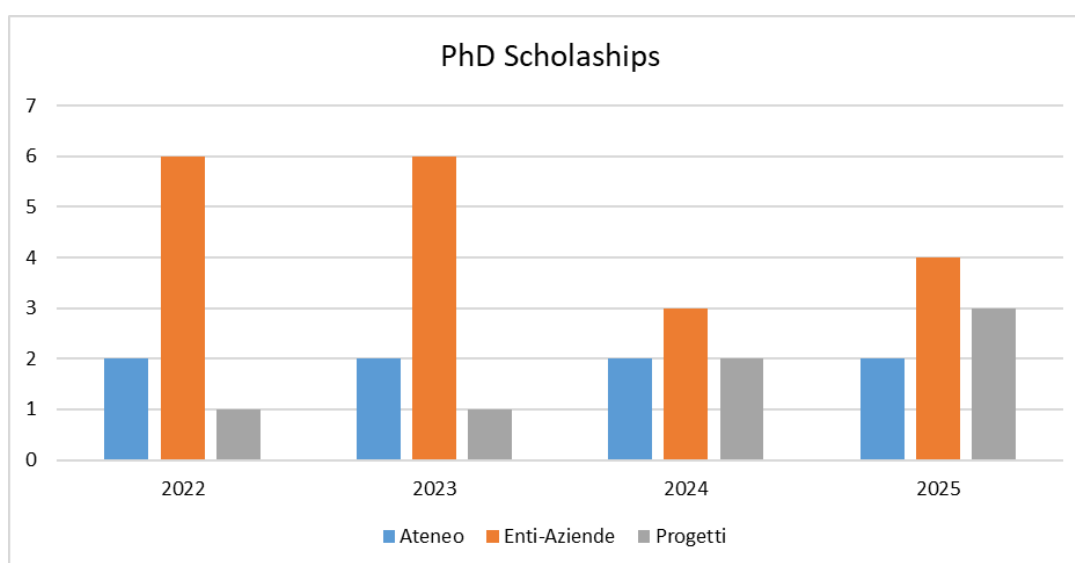


Figura 2 – distribuzione delle posizioni con borsa attivate nei quattro anni dall'istituzione del Corso di Dottorato

## Piano formativo

Il piano formativo è stato strutturato in modo da prevedere un impegno chiaro e coerente in termini di attività di ricerca, didattica e attività ausiliarie. Sono in fase di aggiornamento le modalità di valutazione per l'ammissione agli anni successivi e per la prova finale, al fine di garantire trasparenza e coerenza con gli obiettivi formativi. È inoltre in corso una riflessione sull'introduzione di metodologie didattiche innovative, anche se si tratta di un ambito che richiede ulteriori approfondimenti e confronto all'interno del Collegio.

Il PFI contenente la descrizione degli obiettivi di studio e di ricerca di ciascun dottorando e dei relativi programmi di attività per ogni anno di corso, compresi gli eventuali periodi di soggiorno all'estero ai fini della verifica della sostenibilità finanziaria, è sottoposto da ciascun dottorando, d'intesa con il proprio supervisore, all'approvazione del Collegio dei docenti secondo le seguenti modalità e tempistiche:

- all'avvio di ogni anno di corso ciascun dottorando consegna al coordinatore la proposta del relativo piano formativo.
- il Collegio, acquisiti i piani formativi ne delibera la approvazione di norma entro 90 giorni dall'avvio dell'anno di corso.

I piani formativi, approvati con le eventuali modifiche deliberate dal Collegio dei docenti, costituiscono riferimento per la verifica annuale, da parte del Collegio medesimo, dell'assolvimento degli obblighi formativi da parte di ciascun dottorando.

#### **[D.PHD.1.4] – elementi di interdisciplinarietà, multidisciplinarietà e transdisciplinarietà**

Il progetto formativo del dottorato promuove attivamente l'interdisciplinarietà, la multidisciplinarietà e la transdisciplinarietà, considerate elementi fondamentali per affrontare le sfide complesse poste dalla sostenibilità e dall'innovazione tecnologica.

In particolare, si incoraggia la **realizzazione di tesi con tematiche trasversali** non solo tra i tre dottorati del Dipartimento, ma anche in collaborazione con **docenti esterni al Dipartimento**, che possono essere formalmente coinvolti nel percorso formativo in qualità di **co-tutor**. Questa apertura consente di ampliare le competenze scientifiche a disposizione dei dottorandi e di favorire la contaminazione tra approcci metodologici differenti.

Durante la **Giornata del Dottorato** e altre iniziative seminariali, viene data visibilità ai progetti di ricerca che presentano un elevato grado di multidisciplinarietà, stimolando il confronto tra studenti e docenti di diversa estrazione scientifica. L'obiettivo è quello di costruire percorsi di ricerca innovativi, capaci di rispondere in modo efficace alle esigenze della società e del mondo produttivo.

L'interdisciplinarietà sarà ulteriormente promossa attraverso progetti congiunti tra più dottorandi appartenenti a settori scientifici differenti, alcuni dei quali sono già in essere tramite interazioni informali, con la possibilità di elaborare tesi in co-tutela interna. Questa apertura interdisciplinare rappresenta un punto di forza che verrà valorizzato anche attraverso la partecipazione a bandi competitivi europei che richiedono competenze trasversali.

#### **[D.PHD.1.5] – visibilità del corso**

Il Corso di Dottorato ha intrapreso diverse azioni per rafforzare la propria visibilità, sia a livello nazionale che internazionale. In particolare, è attiva una pagina LinkedIn ufficiale (PhD-MMIS, <https://www.linkedin.com/company/phd-mmis>) che viene regolarmente aggiornata con notizie, eventi, seminari e risultati scientifici dei dottorandi. Tale canale rappresenta uno strumento efficace per la promozione delle attività del corso e per il consolidamento del network con il mondo accademico e industriale.

Inoltre, sul sito web del Dipartimento è disponibile una sezione dedicata al dottorato, che include:

- l'organizzazione del corso,
- i curricula dei docenti,
- le tematiche di ricerca,
- i servizi a disposizione dei dottorandi,
- le modalità di accesso e selezione.

Questi strumenti contribuiscono a garantire trasparenza, accessibilità e attrattività del percorso formativo, facilitando il coinvolgimento di studenti, ricercatori e stakeholder esterni. È in programma un ulteriore potenziamento della comunicazione istituzionale, anche attraverso la produzione di contenuti multimediali e la partecipazione a eventi di orientamento e divulgazione scientifica.

In un'ottica di **trasparenza** e **attrattività**, oltre ai canali già attivi (sito e pagina LinkedIn del Corso), sono **pubblicati** nella sezione web dedicata: Manifesto degli Studi, criteri di selezione, esiti di selezione, calendario attività, nonché (dal 2025) la **Relazione annuale** e gli **allegati** (indicatori, OPID/AlmaLaurea, verbali consultazioni), come previsto dalle LG.

Per accrescere ulteriormente la visibilità del corso, il Collegio dei Docenti intende sviluppare una strategia di comunicazione più strutturata, che includa **newsletter periodiche**, la creazione di un canale video dedicato su piattaforme istituzionali e la diffusione di risultati attraverso canali divulgativi, sulla base di un video già creato e diffuso tramite i canali social di dipartimento. Un ruolo centrale sarà svolto dagli Alumni, che potranno diventare ambasciatori del corso presso aziende ed enti di ricerca internazionali.

#### **[D.PHD.1.6] – mobilità e internazionalizzazione**

Il Corso di Dottorato promuove attivamente la **mobilità internazionale** e la **collaborazione con istituzioni estere**, riconoscendole come elementi fondamentali per la formazione avanzata dei dottorandi e per l'internazionalizzazione della ricerca.

La **mobilità internazionale** è parte integrante del PFI e viene pianificata in coerenza con gli obiettivi di ricerca e le **convenzioni/doppi titoli** attivati. Il Corso **promuove periodi  $\geq 3$  mesi all'estero** e/o presso istituzioni esterne, in linea con gli **indicatori DM 1154/2021**, prevedendo meccanismi di co-finanziamento e supporto amministrativo. Le esperienze sono documentate nel PFI e **valutate** ai fini dell'ammissione all'anno successivo.

Sono attivi diversi **accordi di collaborazione** con università e centri di ricerca europei ed extraeuropei, che consentono ai dottorandi di svolgere periodi di ricerca all'estero, generalmente compresi tra 3 e 12 mesi. Tra questi, si segnala l'accordo di **co-tutela con l'Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)** in Brasile, che ha già portato all'attivazione di **tre dottorati con doppio titolo**: uno nel **38° ciclo** e due nel **40° ciclo**.

Tra le vari iniziative, si segnala l'accordo di collaborazione tra Università degli Studi ROMA TRE (DICITA) e CNR ENEA Casaccia (TERIN): "Utilizzo congiunto di attrezzature e la condivisione di risorse disponibili dalle Parti per realizzare e sperimentare in strategie di sviluppo nell'ambito della conversione statica dell'energia elettrica e degli azionamenti elettrici".

Nel dettaglio, le convenzioni per dottorato con doppio titolo avviate sono:

38° ciclo – Valdecir Junior De Paris – Federal University of Santa Caterina (Brasile)

40° ciclo – Amanda Lahera Guerra – Federal University of Santa Caterina (Brasile)

40° ciclo – Cleiton Dal'Agnol – Federal University of Santa Caterina (Brasile)

Il Collegio dei Docenti sta inoltre lavorando alla **mappatura sistematica degli accordi attivi e potenzialmente attivabili**, con l'obiettivo di:

- facilitare la mobilità in uscita e in ingresso di dottorandi e docenti;
- promuovere il **rilascio di titoli doppi o congiunti**;
- rafforzare le collaborazioni con enti di ricerca e aziende di rilievo internazionale.

È in corso la definizione di un **elenco strutturato di enti e aziende** con cui il dottorato ha già collaborazioni attive o con cui si intende avviare nuove sinergie, anche in ottica di cofinanziamento di borse e progetti di ricerca.

Il percorso di internazionalizzazione verrà ulteriormente potenziato tramite la stipula di nuovi accordi quadro con università e centri di ricerca di riferimento (quello con la University of San Diego (USA) è il primo esempio che già si trova in stato avanzato). Particolare attenzione verrà data alla creazione di percorsi con doppio titolo o titolo congiunto, così da rendere il profilo dei dottorandi ancora più competitivo sul mercato globale.

#### 4. Pianificazione e organizzazione delle attività formative e di ricerca (PdA D.PHD.2)

Durante il 2024, il Corso di Dottorato ha sviluppato una pianificazione didattica e organizzativa coerente e misurabile, con **15 dottorandi attivi** distribuiti su tre cicli. Sono state erogate **circa 200 ore complessive di attività formative (corsi erogati, seminari, incontri PhD life)**. L'attività seminariale ha visto la partecipazione di **docenti e ricercatori internazionali**. Per quanto riguarda la mobilità, sono state registrate **6 esperienze all'estero o tirocini industriali** in partnership con imprese nazionali e laboratori pubblici. Oltre 75% dei dottorandi ha partecipato a congressi scientifici nazionali o internazionali. La produzione scientifica complessiva ammonta a **29 pubblicazioni su riviste indicizzate o atti di congresso**, corrispondenti a una media molto vicina a **2 prodotti per dottorando** nell'anno solare. Tutte le risorse finanziarie assegnate al corso sono state interamente utilizzate per supportare mobilità, partecipazioni a eventi e attività di ricerca, in linea con gli indicatori D.PHD.2.1–2.7. La pianificazione è stata costantemente monitorata e supportata da un sistema digitale di gestione delle attività, che ha migliorato trasparenza e tracciabilità.

Di seguito, vengono riportati nel dettaglio gli AdC relativi al PdA D.PHD.2.

##### D.PHD.2.1 – calendario delle attività formative

Nel corso dell'anno accademico 2023-2024, le attività formative sono state organizzate secondo il calendario riportato di seguito, discusso e approvato nella seduta del Collegio dei Docenti del giorno **15/02/2024**. Ogni dottorando ha calibrato la partecipazione ai corsi in relazione al proprio progetto formativo e di ricerca, in accordo con il docente guida.

	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso
1.	<i>Presentazione ed analisi critica dello stato dell'arte su materiali intelligenti e funzionali</i>	18	<i>primo anno</i>	<i>Presentazione ed analisi critica dello stato dell'arte su materiali intelligenti e funzionali, con particolare attenzione ai materiali nanostrutturati, i materiali compositi, e alle applicazioni in aeronautica e aerospazio.</i>
2.	<i>Computational Intelligence</i>	12	<i>secondo anno</i>	<i>Euristiche. Calcolo Evolutivo. Calcolo Genetico. Calcolo Neurale. Machine Learning applicato. Soft Computing. Il corso ha lo scopo di fornire competenze relative allo sviluppo e all'utilizzo di metodologie per la soluzione di problemi ad alta complessità mediante le più</i>

	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso
				<i>avanzate tecniche euristiche e basate su intelligenza artificiale.</i>
3.	<i>From Cyber-Physical System to Real-Time Digital Twin (for Electric Power Applications)</i>	16	<i>secondo anno</i>	<i>Il corso fornisce una panoramica degli strumenti per la modellazione di sistemi fisici su piattaforme di calcolo per real-time digital-twins. Sarà parte integrante del corso l'impiego 'hands-on' di simulatori Hardware-In-the-Loop (HIL) e Power Hardware-In-the-Loop (PHIL).</i>
4.	<i>Theory of Complex Networks</i>	12	<i>primo anno</i>	<i>introduzione e approfondimenti sulla teoria delle reti complesse, e la loro rilevanza in vari ambiti dell'ingegneria, con particolare attenzione all'impatto potenziale sulla transizione verde e la transizione digitale.</i>
5.	<i>Complementi di Dinamica del Continuo Deformabile</i>	12	<i>primo anno</i>	<i>Complementi di Dinamica del Continuo Deformabile, e descrizione delle potenziali applicazioni ai diversi settori dell'ingegneria di interesse per il presente corso di dottorato, ed in maggior dettaglio per i settori aeronautico ed aerospaziale.</i>
6.	<i>Metodologie multiscala avanzate relative alla caratterizzazione dei materiali</i>	12	<i>primo anno</i>	<i>Metodologie multiscala avanzate relative alla caratterizzazione morfologica, microstrutturale e microanalitica dei materiali in bulk o come film/rivestimenti mediante sonde ottiche, ioniche, elettroniche, rX e a contatto. Metodi modelli e tecniche avanzate e complementari per la caratterizzazione: fondamentali, modalità di funzionamento delle tecniche e applicazioni.</i>
7.	<i>Caratterizzazione meccanica correlativa multi-tecnica alla micro e nano-scala</i>	16	<i>secondo anno</i>	<i>Metodi modelli e tecniche per lo studio delle proprietà meccaniche complesse su scala micro e nano di sistemi ad elevate interfacce: fondamentali, modalità di funzionamento delle tecniche e applicazioni.</i>

	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso
8.	<i>Ingegnerizzazione delle superfici per l'aumento delle prestazioni e la durabilità</i>	16	<i>secondo anno</i>	<i>Metodi modelli e tecniche per la realizzazione di film, rivestimenti e ricoprimenti utilizzati per lo studio delle proprietà superficiali di sistemi per applicazioni nell'ingegneria meccanica avanzata e nei micro-dispositivi: fondamenti, modellazione numerica e analitica, metodi di caratterizzazione mediante test tecnologici, meccanici, tribologici e chimici.</i>
9.	<i>3D printing su scala nano-micro-meso per lo studio di materiali nanostrutturati e nanoarchitetture</i>	16	<i>secondo anno</i>	<i>Principi e metodi per la prototipazione rapida ad elevata risoluzione per lo studio delle proprietà multiscala dei materiali. Il corso ha lo scopo di fornire al dottorando le competenze per la produzione di prototipi di altissima risoluzione che possano essere utilizzati per lo studio delle proprietà meccaniche fino a scale nanometriche per applicazioni su microdispositivi e nanomateriali.</i>
10.	<i>Short Course in Aeroacoustics</i>	12	<i>primo anno secondo anno</i>	<i>Il corso fornisce un'introduzione ai principali concetti della fluidodinamica e aeracustica computazionale con particolare riferimento all'implementazione di metodologie high-fidelity che sfruttino piattaforme di calcolo parallelo.</i>
11.	<i>Short course on CFD and CAA</i>	16	<i>primo anno secondo anno</i>	<i>Introduzione, complementi e approfondimenti sui metodi CFD (Computational Fluid Dynamics) e CAA (Computational Aeroacoustics), e come essi si possano applicare ai settori chiave dell'ingegneria aeronautica ed aerospaziale.</i>

Inoltre, sono stati inoltre invitati presso Roma Tre docenti e studiosi provenienti da università, centri di ricerca nazionali e internazionali e aziende leader del settore, garantendo un confronto diretto con la comunità scientifica di riferimento. Nel corso dell'anno sono stati organizzati i seminari/workshop riportati nella seguente tabella (tali eventi si aggiungono alle giornate PhD life):

	Titolo	Data	Relatore (Istituzione di provenienza)
1.	<i>The Structural Dynamics, Aeroelasticity, Acoustics and Vibration at Airbus Defence and Space</i>	22/11/2024	ing. Carlo Aquilini (Airbus)
2	<i>Aero Meccanica del Convertiplano</i>	20/12/2024	Prof. A. Filippone (School of Engineering, The University of Manchester)
3	<i>Surrogate-Model-Based Multidisciplinary Design Optimization for Aerospace System</i>	13/11/2024	Prof. Melike Nikbay (Chair of Astronautical Engineering Department, Founding Director of AeroMDO Lab, Istanbul Technical University)
4	<i>Advanced Microstructural Design and Architecture of Nanostructured Thin Films: A Key to Superior Performance</i>	17/09/2024	Prof. Rostislav Daniel (Department of Materials Science, Montan Universität Leoben, Austria)
5	<i>Advanced SEM techniques for microstructural, strain/stresses, and defect analyses combined with micro-mechanical testing</i>	14/06/2024	Dr. Xavier Maeder (Empa – Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology)
6	<i>Extended Reality Simulation and Control of Rotorcraft</i>	19/03/2024	Prof. Umberto Saetti (Alfred Gessow Rotorcraft Center, Department of Aerospace Engineering, University of Maryland)

La pianificazione didattica è oggetto di un processo di valutazione periodica, con la possibilità di introdurre corsi opzionali mirati a sviluppare competenze emergenti (ad esempio legate a data science e intelligenza artificiale applicata). Un ulteriore sviluppo riguarderà l'adozione di strumenti digitali per la gestione del calendario, che consentiranno ai dottorandi di personalizzare il proprio percorso e monitorarne l'avanzamento in maniera strutturata. Sono in fase di valutazione forme di collaborazione con enti industriali per l'attivazione di seminari tematici su casi di studio reali.

- **SPECTO** e il Dipartimento DICITA hanno stipulato una convenzione per attuare programmi di ricerca di interesse comune nell'area disciplinare dello sviluppo e caratterizzazione di dispositivi fotonici per la spettroscopia e microscopia Brillouin. La SPECTO ha finanziato una borsa di dottorato relativa al tema della Spettroscopia di Brillouin.
- **P&G (The Procter & Gamble company)** e il Dipartimento DICITA hanno stipulato una convenzione per attuare programmi di ricerca di interesse comune nell'area metodologie avanzate di analisi e caratterizzazione di nanomateriali, con particolare attenzione alla tecnologia dell'incapsulamento per drug-delivery. **P&G** ha finanziato una borsa di dottorato relativa a caratterizzazione nanomeccanica di micro-capsule polimeriche.

#### D.PHD.2.2 – crescita dei dottorandi come membri della comunità scientifica

I dottorandi hanno partecipato ad attività formative (corsi, seminari e scuole di formazione sia nazionali sia internazionali) coerenti con il loro progetto di ricerca. Inoltre, hanno avuto la possibilità di interagire con studiosi o esperti italiani/internazionali invitati. Nella tabella sottostante sono riportate le varie attività

	Dottorando/a	Data (durata)	Corso di formazione, seminario e scuola	Pertinenza con il progetto di ricerca	Interazione con studiosi o esperti italiani/internazionali
1.	DAMIANO SQUILLACE	Gennaio (15 ore)	Corso programmazione Fortran, organizzato dal CIRA	Molto pertinente	
2.	GIOVANNI MARINI	15/2/2024, (8 ore)	Escuela Politécnica Superior, Universidad De Alcalá,	Molto pertinente	Emilio José Bueno Peña, Escuela Politécnica Superior, Universidad De Alcalá,
3.	GIORGIA CAPOBIANCHI	29/1/2024-2/2/2024 (40 ore)	Course "Machine Learning for Fluid Mechanics: Analysis, Modeling, Control and Closures" Bruxelles	Abbastanza pertinente	Miguel A. Mendez, EA Department of the von Karman Institute.
4.	GIORGIA CAPOBIANCHI	11/11/2024- (3 ore)	Seminar "Scale-resolving approaches for flow and noise modelling with applications to noise reduction technologies"	Abbastanza pertinente	Alessandro Parente: Université libre de Bruxelles. Andrea Ianiro: Universidad Carlos III de Madrid (UC3M) Bernd R. Noack: National Harbin Institute of Technology, Shenzhen, China Steven L. Brunton: University of Washington
5.	NÍCOLAS EUGÊNIO LIMA BASCHERA	(13 ore)	Online ECPE Workshop 'RT-HIL Testing of Power Electronics Converter and Drives Systems'	Molto pertinente	Petar Grbovic University of Innsbruck, Austria
6.	FRANCESCA MARIANI	23/9/2024 (8 ore)	Corso 'Ansys Mechanical Acoustics,' Ansys Inc.,	Abbastanza pertinente	
7.	GREGORIO FRASSOLDATI		Multibody Dynamics Workshop & Summer School - Politecnico di Milano & Università di Parma	Molto pertinente	Prof. Telles Brunelli Lazzarin Università Federale di Santa Catarina Brasile
8.	MONA SHAYEGHAN	(22 ore)	Corso online 'LabVIEW and HIL for Power Electronics and Drives application, IEEE IAS 2024'	Molto pertinente	Prof. Ulrich Pferschy University of Graz
9.	VALERIO SAVO	4/4/2024 (1,5 ore)	Come scrivere un articolo scientifico, Springer	Molto pertinente	Dr. Xavier Maeder, EMPA, corso base sull'utilizzo EBSD

Inoltre, i dottorandi hanno partecipato a congressi e workshop, anche in qualità di relatore (presentazione orale). Nella tabella sottostante sono riportate le attività di divulgazione scientifica svolte dai dottorandi.

	Dottorando/a	Data	Congresso/workshop (luogo)	Modalità	Fondi utilizzati
1.	BEATRICE DE RUBEIS	4-7/6/2024	AIAA CEAS Aeroacoustic Conferenze (Roma)	presentazione orale (relatrice)	Fondi di dottorato
2.	WENJUAN CHENG	12-17/5/2024	Gordon Research Conference on: Structural Nanomaterials: High-Performance Structural Materials for a Sustainable Society, Switzerland	poster	Fondi di dottorato
3.	GIOVANNI MARINI	2-6/09/2024	Energy Conversion Congress & Expo Europe, ECCE EUROPE 2024 Darmstadt, Germany	Presentazione dell'articolo nella sessione poster (relatore)	Fondi di dottorato
4.	GIORGIA CAPOBIANCHI	4-7/6/2024	AIAA CEAS Aeroacoustic Conferenze (Roma)	Poster "Impact of turbulent inflow on the far-field noise generated by a propeller operating at low Reynolds number"	
5.	NÍCOLAS EUGÊNIO LIMA BASCHERA	2-6/9/2024	Energy Conversion Congress & Expo Europe, ECCE EUROPE 2024 Darmstadt, Germany	presentazione orale (relatore)	Real-Time Digital Twin Lab. For Advanced Design and Diagnostic with Real-Time simulators (OPAL-RT OP4610XG), LabVIEW License, PED-Boards, Laboratory Drive with resources and references.
6.	FRANCESCA MARIANI	22/11/2024)	The Structural Dynamics, Aeroelasticity, Acoustics and Vibration at Airbus Defence and Space, DiCiTA, Roma Tre		
7.	FRANCESCA MARIANI	19-21/06/2024	ET2024, XXXVIII National Meeting of Electrical Engineering Researchers, Bari, Italy.	Pitch e poster 'Deep Learning and the "sound" of Antique Plasters'	
8.	FRANCESCA MARIANI	14-06-2024	Advanced SEM techniques for microstructural, strain/stresses, and defect analyses combined with micro-mechanical testing, DiCiTA, Roma Tre		

9.	FRANCESCA MARIANI	21-02-2024	Comparison of simulated and observed earthquake produced damage. The case of the Mugello belltowers, Italy, DiCiTA, Roma Tre		
10.	GREGORIO FRASSOLDATI		European Rotorcraft Forum - Marsiglia		
11.	MONA SHAYEGHAN		PHD Summer School, Gaeta-Italy, 2023	Poster inerente alle attività di ricerca	Fondi di dottorato
12.	MONA SHAYEGHAN		Renewable Seminars in ICHD Conference, 2024	Presentazione orale (relatore)	Fondi di dottorato
13.	ALESSANDRO PORRARI	9-12/6/2024	INSTM - Cagliari	Poster	
14.	LUIS PEDRO VIEIRA ALEXANDRINO	9-12/6/2024	INSTM - Cagliari	Poster	
15.	VALERIO SAVO	9-12/6/2024	INSTM - Cagliari	Poster	Fondi di ricerca dottorato
16.	EDOARDO LEVATI	Settembre 2024	ICAS Firenze	Presentazione orale (relatore)	

#### D.PHD.2.3 – strumenti e presupposti per l'autonomia del dottorando

I dottorandi sono stati incoraggiati a progettare e sviluppare i propri programmi di ricerca in autonomia, sotto la supervisione dei tutor scientifici e, nei casi previsti, in collaborazione con tutor industriali. Questa modalità ha favorito l'acquisizione di competenze progettuali e gestionali, assicurando al tempo stesso un costante supporto qualificato.

Tali iniziative, oltre a stimolare la creatività, consentono ai dottorandi di acquisire competenze nella stesura e gestione di progetti competitivi (tutto ciò in parallelo con le attività di formazione sulla scrittura di proposal europei, che già sono in corso). Il Collegio intende inoltre formalizzare momenti di confronto periodico per la condivisione dei progressi di ricerca tra dottorandi appartenenti a cicli diversi.

#### D.PHD.2.4 – risorse finanziarie e strutturali a disposizione dei dottorandi

Le attività di ricerca dei dottorandi sono state sostenute da risorse finanziarie dedicate, provenienti da fondi di Ateneo, da progetti di ricerca competitivi nazionali e internazionali, nonché da collaborazioni con partner industriali. I dottorandi hanno avuto accesso a laboratori, biblioteche digitali, banche dati e piattaforme informatiche avanzate, pienamente rispondenti alle esigenze dei singoli progetti.

#### D.PHD.2.5 - partecipazione dei dottorandi ad attività didattiche e di tutoraggio

La partecipazione dei dottorandi ad attività didattiche e di tutoraggio è stata consentita entro limiti ben definiti, così da non interferire con il regolare svolgimento delle attività di ricerca. Ogni singolo caso è stato discusso e approvato nelle riunioni del Collegio dei Docenti. In particolare, i dottorandi hanno potuto contribuire a esercitazioni e tutorati nei corsi di laurea triennale e magistrale. La tabella successiva riporta nel dettaglio le attività didattiche svolte.

Dottorando	Ciclo	Titolo dell'incarico didattico autorizzato dal consiglio	Durata dell'incarico	Docente Guida
Francesca Mariani	XXXIX	“Attività didattica nell’ambito del Progetto “Creazione dell’Istituto Regionale per la conservazione e il restauro del Patrimonio Culturale (IRCR) di Jerash, Giordania	dal 11/03/2024 al 30/03/2024	Alessandro Salvini
Francesca Mariani	XXXIX	“Attività didattica con lezioni teoriche e pratiche avente ad oggetto “PFP1 – Restauro dei mosaici, per il corso di laurea in Conservazione e Restauro dei beni culturali, presso Università della Toscana	dal 01/03/2024 al 15/06/2024	Alessandro Salvini

#### D.PHD.2.6 – rafforzamento delle relazioni scientifiche nazionali e internazionali

I programmi di mobilità internazionale sono stati pianificati in stretta coerenza con i progetti di ricerca, sia per quanto riguarda la durata sia per la scelta delle sedi ospitanti. Sono state privilegiate collaborazioni con università e centri di ricerca di eccellenza, al fine di favorire l’acquisizione di competenze specialistiche e l’inserimento dei dottorandi in reti scientifiche di rilievo internazionale. La tabella seguente riporta le di mobilità.

	Dottorando/a	Periodo soggiorno estero	Sede all'estero, Tutor
1.	DE RUBEIS BEATRICE	dal 09/06/2024 al 09/12/2024	National Technical University of Athens (NTUA) (Grecia), in collaborazione con il prof. Riziotis Vasilis.
2.	LIMA BASCHERA NICOLAS EUGENIO	dal 01/02/2024 al 30/09/2024	University Of Innsbruck, Innsbruck (Austria), in collaborazione con il prof. Petar Grbovic.
3.	MARINI GIOVANNI	dal 15/09/2024 al 05/10/2024	National Smart Grid Laboratory (NSGL) (Norway). Fondi nell’ambito del programma competitivo ERIGRID2.0 ( <a href="https://erigrd2.eu/lab-access/">https://erigrd2.eu/lab-access/</a> )
4.	MARINI GIOVANNI	dal 25/01/2024 al 25/07/2024	Universidad de Alcalá (UAH), Madrid, (Spagna), in collaborazione con il prof. Emilio José Bueno Peña.

#### D.PHD.2.7 – prodotti della ricerca dei dottorandi

Le ricerche svolte dai dottorandi hanno prodotto risultati originali, sotto forma di pubblicazioni scientifiche, contributi a conferenze e, in alcuni casi, prodotti applicativi. Tali risultati sono stati resi accessibili attraverso riviste scientifiche anche open access, nel pieno rispetto delle normative vigenti in materia di copyright, brevetti e protezione della proprietà intellettuale. La tabella successiva elenca i prodotti della ricerca dei dottorandi

1	Dottorando/a	Tipologia prodotto (rivista/proceedings /brevetto)	Titolo (DOI)	Rivista	Open Access
2	BEATRICE DE RUBEIS	proceedings	<i>de Rubeis, B., Gennaretti, M., Poggi, C., &amp; Bernardini, G.</i>	30th AIAA/CEAS Aeroacoustics	

			<i>Boundary integral formulation for sound scattered by deformable bodies.</i>	<i>Conference (2024) (p. 3013).</i>	
3	BEATRICE DE RUBEIS	Articolo su rivista	<i>Gennaretti, M., De Rubeis, B., Poggi, C., &amp; Bernardini, G. (2024). Deformable-boundary integral formulation for the solution of arbitrarily-forced acoustic wave equation.</i>	<i>Journal of Sound and Vibration, 591, 118618</i>	
4	GIOVANNI MARINI	Proceedings	<i>G. Di Nezio, G. Marini, S. D'Arco, E. Tedeschi and A. Lidozzi, "A Passive Grid Impedance Estimation Method in Exploiting Variable Operating Conditions".</i>	<i>2024 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE), Phoenix, AZ, USA, 2024, pp. 1198-1203, doi: 10.1109/ECCE55643.2024.</i>	
5	GIOVANNI MARINI	Proceedings	<i>G. Marini, A. Lidozzi, M. di Benedetto and L. Solero, "Multi-SIN Based Real-Time Impedance Estimation for Grid-Tied VSI".</i>	<i>2024 Energy Conversion Congress &amp; Expo Europe (ECCE Europe), Darmstadt, Germany, 2024, pp. 1-7, doi: 10.1109/ECCEEurope62508.2024.</i>	
6	GIOVANNI MARINI	Proceedings	<i>G. Di Nezio, G. Marini, M. Di Benedetto, A. Lidozzi and L. Solero, "Digital Twin Based Identification of Passive Parameters for PMSM-Based Generating Unit by an Extended Kalman Filter for Wind Off-Shore Applications".</i>	<i>2024 International Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion (SPEEDAM), Napoli, Italy, 2024, pp. 1191-1196, doi: 10.1109/SPEEDAM61530.2024.10609157.</i>	
7	GIOVANNI MARINI	Articolo su rivista	<i>G. Marini, A. Lidozzi, M. di Benedetto, M. Moranchel Pérez and L. Solero, "Real-Time Resonance Detection and Active Damping in Energy Recovery Railways Applications".</i>	<i>IEEE Open Journal of the Industrial Electronics Society, vol. 5, pp. 916-927, 2024, doi: 10.1109/OJIES.2024.3401541.</i>	Open Access
8	GIOVANNI MARINI	Articolo su rivista	<i>G. Marini, A. Lidozzi, M. di Benedetto and L. Solero, "White Noise Based Synchronous Active DC and</i>	<i>IEEE Transactions on Energy Conversion, vol. 39, no. 2, pp. 930-940, June 2024, doi:</i>	

			<i>AC Impedance Estimation From Front-End Inverters".</i>	10.1109/TEC.2023.3337431.	
9	GIORGIA CAPOBIANCHI	Proceedings	G. Capobianchi, S. Montagner, A. Piccolo, A. Di Marco, F. Avallone, G. Cafiero, D. Ragni, E. de Paola, L.G. Stoica, "Impact of turbulent inflow on the far-field noise generated by a propeller operating at low Reynolds number"	AIAA/CEAS 2024, Roma, IT, 4-7 Giugno 2024	
10	GIORGIA CAPOBIANCHI	Proceedings	E. De Paola, R. Camussi, L.G. Stoica, A. Di Marco, G. Capobianchi, "Aerodynamic and Aeroacoustic experimental investigation of a three propellers DEP configuration";	Aerospace Science and Technology, November 2024.	
11	GIORGIA CAPOBIANCHI	Articolo su rivista	E. De Paola, R. Camussi, F. Gasparetti, A. Di Marco, L.G. Stoica, G. Capobianchi, F. Paglia, (2024). "Predicting Wall Pressure Fluctuations on Aerospace Launchers Through Machine Learning Approaches".	Aerospace, 11(12), 972.	
12	GIORGIA CAPOBIANCHI	Proceedings	G. Capobianchi, "Characterization of turbulence upstream of a 19.propeller and its influence on aeroacoustics",	AIVELA 2024, Forlì, IT, 20-21 Dicembre 2024.	
13	Nícolás Eugênio Lima Baschera	Articolo su rivista	N. E. L. Baschera, M. di Benedetto, A. Lidozzi, L. Solero and L. Bigarelli, "Power-Hardware-in-the-Loop for Model-Less Emulation of PM Electrical Machines".	IEEE Transactions on Industry Applications, vol. 60, no. 6, pp. 9090-9099, Nov.-Dec. 2024, doi: 10.1109/TIA.2024.3454218.	
14	Nícolás Eugênio Lima Baschera	Articolo su rivista	N. E. Lima Baschera et al., "Advances in Two-Phase Cooling for Next Power Electronics Converters".	IEEE Open Journal of Industry Applications, vol. 5, pp. 381-390, 2024, doi: 10.1109/OJIA.2024.3451990.	Open Access
15	Nícolás Eugênio Lima Baschera	Proceedings	N. E. L. Baschera, M. Di Benedetto, A. Lidozzi and L. Solero, "FPGA Based Space Vector Modulation Strategy for the Three-Phase 7-Level Multiplexed Converter".	2024 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE), Phoenix, AZ, USA, 2024, pp. 3405-3412, doi:	

				10.1109/ECCE55643.2 024.10861016.	
16	Nícolás Eugênio Lima Baschera	Proceedings	N. Baschera, M. di Benedetto, A. Lidozzi, L. Solero and P. Grbovic, "PMSM Power- Hardware-in-the-Loop Emulation using LCL coupling network,"	2024 Energy Conversion Congress & Expo Europe (ECCE Europe), Darmstadt, Germany, 2024, pp. 1- 6, doi: 10.1109/ECCEEurope6 2508.2024.10751831.	
17	FRANCESCA MARIANI	Articolo su rivista	Lo Giudice, M., Mariani, F., Caliano, G., Salvini, A. (2024). Deep learning for the detection and classification of adhesion defects in antique plaster layers.	JOURNAL OF CULTURAL HERITAGE, 69, 78-85 [10.1016/j.culher.202 4.07.012]	
18	FRANCESCA MARIANI	Articolo su rivista	Mariani F., Caliano G. , Borghini S., Detachments Detection at the "Grand Stairway"	in the Room 38 of the Domus Aurea using the PICUS System. [SSRN 4876577]	
19	FRANCESCA MARIANI	Articolo su rivista	Mariani F. , Caliano G. , Pogliani P. , di Stasio F. (2024), Evaluation of Detachment Between Layers of Ancient Plaster Renderings: Comparison Between the Traditional Technique and a New and Innovative Automated Procedure Called Picus,	iCurrent Approaches, Solutions and Practices in Conservation of Cultural Heritage, Istanbul University Press 2024, pp. 273- 296. [10.26650/B/AA9PS34 .2024.006.014]	
20	VALDECIR J. DE PARIS	Proceedings	V. J. De Paris, M. N. Mezaroba, G. Waltrich and T. B. Lazzarin, "A Sensorless Technique to Improve the Third Harmonic Content in Single-phase DCM Boost Rectifier".	2024 Energy Conversion Congress & Expo Europe (ECCE Europe), Darmstadt, Germany, 2024, pp. 1- 6, doi: 10.1109/ECCEEurope6 2508.2024.10751851.	
21	MONA SHAYEGHAN	Proceedings	Mona Shayeghan, Ali Kaffash, Marco di Benedetto, Alessandro Lidozzi, Luca Solero, "Six-Phase PMSG Drive In Marine Energy Generation Units With FOC Control Method".	ICHD 15th International Conference on Hydrodynamics, 2024	
22	ALESSANDRO PORRARI	Proceedings	Alessandro Porrari and Giulia Lanzara, 'Vibration Damping in Fiber-Reinforced Bistable	Third International Nonlinear Dynamics Conference - NODYCON 2023	

			<i>Composites with Magnetic Particles'</i>	<i>Roma, Italia, 18-22 Giugno 2023 - doi.org/10.1007/978-3-031-50639-0_24</i>	
23	ALESSANDRO PORRARI	Proceedings	<i>Luis Pedro Vieira Alexandrino, Alessandro Porrari and Giulia Lanzara ,'Magneto-Dynamic Characterization of a Silicone Filament Embedded with Magnetic Composite Micro-Spheres</i>	<i>Third International Nonlinear Dynamics Conference - NODYCON 2023 Roma, Italia, 18-22 Giugno 2023 - doi.org/10.1007/978-3-031-50635-2_26</i>	
24	ALESSANDRO PORRARI	Proceedings	<i>Alessandro Porrari, Sepehr Moeini and Giulia Lanzara Self-Healing of Fiber-Reinforced Delaminated Composites</i>	<i>ASME's Smart Materials, Adaptive Structures and Intelligent Systems (SMASIS 2023) Austin - TX (USA), 11-13 Settembre 2023 – DOI: 10.1115/SMASIS2023-111115</i>	
25	ALESSANDRO PORRARI	Proceedings	<i>Alessandro Porrari, Luis Pedro Alexandrino and Giulia Lanzara 'Morphing Carbon Fiber Reinforced Composite Coated With Magnetic Microspheres of Alginate'</i>	<i>ASME's Smart Materials, Adaptive Structures and Intelligent Systems (SMASIS 2023) Austin - TX (USA), 11-13 Settembre 2023 - DOI: 10.1115/SMASIS2023-111175</i>	
26	ALESSANDRO PORRARI	Proceedings	<i>G. Hausherr, A. Porrari and G. Lanzara, 'A Piezoelectric Sensor Web for Nonlinear Vibrations Monitoring of a Magnetic Cantilever,'</i>	<i>IDETC25 CIE, ASME International Design Engineering Technical Conferences &amp; Computers and Information in Engineering Conference 17-20 Agosto - California</i>	
27	LUIS PEDRO VIEIRA ALEXANDRINO	Proceeding	<i>Alexandrino, L. P. V., Porrari, A., Lanzara, G. "Magneto-dynamic characterization of a silicon filament embedded with magnetic composite micro-spheres",</i>	<i>3rd International Non Linear Dynamic Conference Journal, Springer, 2023</i>	
28	LUIS PEDRO VIEIRA ALEXANDRINO	Proceeding	<i>Alexandrino, L. P. V., Porrari, A., Fontanella, S., Lanzara, G., "Morphing carbon fiber reinforced composite coated</i>	<i>ASME 2023 Conference on Smart Materials, Adaptive Structures, and</i>	

			<i>with magnetic alginate spheres”,</i>	<i>Intelligent Systems Conference Journal, 2023</i>	
29	EDOARDO LEVATI	<i>Proceeding</i>	<i>A BOUNDARY INTEGRAL EQUATION FORMULATION FOR POTENTIAL COMPRESSIBLE FLOWS AROUND DEFORMABLE BODIES, Edoardo Levati, Claudio Pasquali, Giovanni Bernardini &amp; Massimo Gennaretti</i>	ICAS 2024	

## 5. Monitoraggio e miglioramento delle attività (PdA D.PHD.3)

Nel 2024 il sistema di monitoraggio e miglioramento del corso ha raggiunto un livello di maturità elevato, con risultati significativi sia sul piano quantitativo sia su quello qualitativo. Dalla compilazione dei **questionari AlmaLaurea** è stata possibile un’analisi approfondita delle opinioni e delle aree di miglioramento. È stato inoltre istituito il gruppo interno per il Riesame e la **consultazione periodica con gli enti e le aziende finanziatori di borse**. Complessivamente, il corso presenta una tendenza positiva di crescita in termini di internazionalizzazione, qualità della ricerca e soddisfazione dei dottorandi, in pieno rispetto degli indicatori D.PHD.3.1–3.3.

In conformità con gli indicatori D.PHD.2.A–E delle *Linee Guida AVA3 (rev. 2025)*, la pianificazione delle attività formative è definita annualmente dal Collegio dei Docenti in coerenza con gli obiettivi formativi del Corso e con il **Piano Formativo Individuale (PFI)** di ciascun dottorando, approvato e aggiornato all’inizio di ogni anno accademico.

L’avanzamento delle attività di ricerca viene **monitorato annualmente** tramite una giornata dedicata al confronto tra i dottorandi e i docenti, che valutano i progressi rispetto al PFI e forniscono eventuali raccomandazioni. Tale procedura consente di verificare l’efficacia della **supervisione**, assicurata da tutor e co-supervisori, e di intervenire tempestivamente in caso di criticità documentate.

Il Corso prevede **misure di supporto dedicate** ai dottorandi in difficoltà (affiancamento da parte di un co-supervisore, revisione del piano di lavoro, sospensioni o proroghe motivate), garantendo un ambiente inclusivo e di qualità.

I risultati delle **indagini OPID e dei report AlmaLaurea** sono analizzati annualmente dal Collegio e dal Coordinatore nell’ambito del riesame, e i feedback raccolti vengono utilizzati per l’aggiornamento dell’offerta formativa e per la definizione del piano seminariale dell’anno successivo.

In particolare, di seguito sono riportati i punti principali del sistema di monitoraggio dei processi e dei risultati relativi alle attività di ricerca, didattica e terza missione/impatto sociale e di ascolto dei dottorandi:

1. Analisi da parte del Collegio dei Docenti del Dottorato del percorso di crescita dei dottorandi nei 3 anni di dottorato in coerenza con i piani formativi. Il Collegio dei docenti del dottorato annualmente revisiona ed eventualmente approva il **Piano Formativo Individuale** e il **Manifesto degli studi** (si veda il punto PHD 1.1). Tali strumenti permettono un’analisi del percorso formativo (punto D.PHD2.1) e di ricerca dei dottorandi, ivi compresi i periodi di ricerca all’estero (punto D.PHD.2.6), della

- partecipazione a congressi (punto D.PHD.2.4), della qualità e quantità della loro produzione scientifica (punto D.PHD.2.7).
2. Somministrazione questionari ai dottorandi (OPID), con discussione OPID dei dottorandi nel Consiglio di Dipartimento. Per la compilazione dei due questionari, l'Ateneo si avvale del portale del Consorzio Interuniversitario AlmaLaurea. Nella sezione D.PHD.3.3 è riportata una discussione e analisi dei questionari OPID relativi ai cicli di dottorato 38° e 39° (anno 2024).
  3. L'istituzione di un advisory board (si veda paragrafo D.PHD.1.1).

Dopo aver riportato i dettagli sugli indicatori utilizzati per il monitoraggio, vengono descritti nel particolare gli AdC relativi al PdA D.PHD.3.

Le seguenti tabelle (Tabella 4, Tabella 5, Tabella 6, Tabella 7 e Tabella 8) descrivono la metodologia di calcolo specifica per ciascun indicatore. Essendo il dottorato stato fondato nel 2022, non possono essere calcolati gli indicatori relativi agli anni 2020-2021, né possono essere quantificati quegli indicatori relativi ai dottori di ricerca (in quanto ad oggi non ci sono ancora studenti che hanno conseguito il titolo).

*Tabella 4 - Metodologia di calcolo per l'indicatore H.O.O.A.*

H.O.O.A	Percentuale di iscritti al primo anno di Corsi di Dottorato che hanno conseguito il titolo di accesso in altro Ateneo
Riferimento	DM 1154/2021
Numeratore	Dottorandi iscritti al primo anno dell'a.a. 2024/2025 dei corsi di dottorato con titolo di accesso conseguito in Ateneo diverso da quello di attuale iscrizione
Fonte numeratore	ANS-PL
Denominatore	Dottorandi iscritti al primo anno dei corsi di dottorato dell'a.a. 2024/2025
Fonte denominatore	ANS-PL

*Tabella 5 - Metodologia di calcolo per l'indicatore H.O.O.B.*

H.O.O.B	Percentuale di dottori di ricerca che hanno trascorso almeno tre mesi all'estero
Riferimento	DM 1154/2021
Numeratore	Dottori di ricerca nell'a.s. 2024 che nel loro percorso hanno trascorso almeno tre mesi all'estero
Fonte numeratore	ANS-PL
Denominatore	Dottori di ricerca nell'a.s. 2024
Fonte denominatore	ANS-PL

*Tabella 6 - Metodologia di calcolo per l'indicatore H.O.O.C.*

H.O.O.C	Percentuale di borse finanziate da Enti esterni
---------	---

Riferimento	AVA 3 - ANVUR
Numeratore	Dottorandi con borsa esterna iscritti al primo anno dei corsi di dottorato dell'a.a. 2024/2025
Fonte numeratore	ANS-PL
Denominatore	Dottorandi con borsa iscritti al primo anno dei corsi di dottorato dell'a.a. 2024/2025
Fonte denominatore	ANS-PL

Tabella 7 - Metodologia di calcolo per l'indicatore H.O.O.D.

H.O.O.D	Percentuale di dottori di ricerca che hanno trascorso almeno sei mesi del percorso formativo in Istituzioni pubbliche o private diverse dalla sede dei Corsi di Dottorato di Ricerca (include mesi trascorsi all'estero)
Riferimento	AVA 3 – ANVUR
Numeratore	Dottori di ricerca nell'a.s. 2024 che hanno trascorso 6 mesi in Istituzioni pubbliche o private diverse della sede del Dottorato compresi i mesi all'estero
Fonte numeratore	ANS-PL
Denominatore	Dottori di ricerca nell'a.s. 2024
Fonte denominatore	ANS-PL

Tabella 8 - Metodologia di calcolo per l'indicatore H.O.O.E.

H.O.O.E	Rapporto tra il numero di prodotti della ricerca generati dai dottori di ricerca degli ultimi tre cicli conclusi e il numero di dottori di ricerca negli ultimi tre cicli conclusi
Riferimento	AVA 3 - ANVUR
Numeratore	Numero di prodotti della ricerca dei dottori di ricerca nell'a.s. X e l'anno solare successivo al conseguimento del titolo
Fonte numeratore	LoginMIUR
Denominatore	Numero di dottori di ricerca nell'anno solare X
Fonte denominatore	ANS-PL

Sulla base della metodologia di calcolo di tali indicatori a supporto della valutazione, per il Corso di Dottorato di Ricerca in Ingegneria Civile, l'ANVUR (Agenzia Nazionale di Valutazione del sistema Universitario e della Ricerca) fornisce i seguenti valori dei 5 indicatori per i 5 anni dal 2020 al 2024.

Tabella 9 - Valori indicatori a supporto della valutazione per il corso di Dottorato di ricerca in Ingegneria Civile

	2020	2021	2022	2023	2024
H.0.0.A	N/A	N/A	22.22	33.33	71.42
H.0.0.B	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
H.0.0.C	N/A	N/A	85.71	88.89	28.57
H.0.0.D	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
H.0.0.E	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

I valori di tali indicatori sono riportati anche in veste grafica in Figura 3, in diretto riferimento con i valori Nazionali e macroregionali.

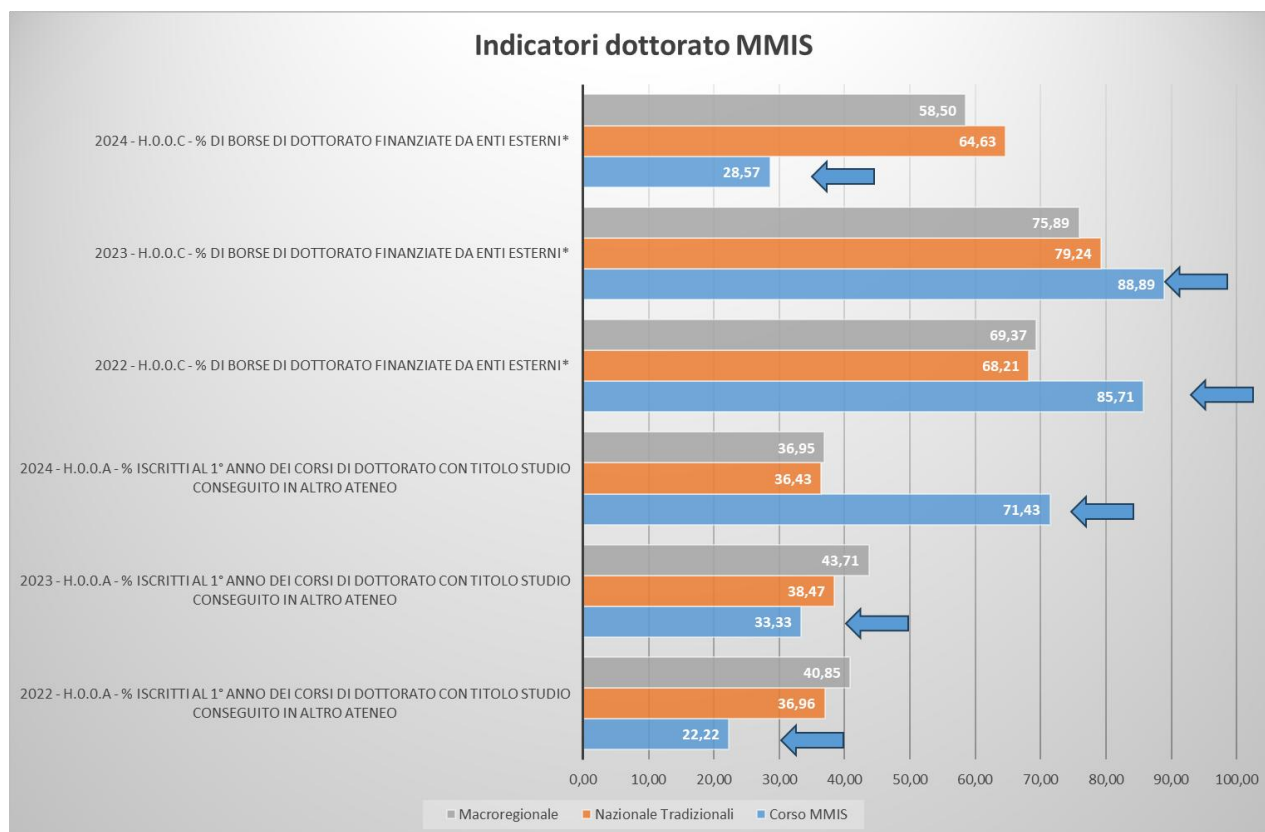


Figura 3 – Valori degli indicatori a supporto della valutazione per i tre anni dal 2022 al 2024.

### D.PHD.3.1 – sistema di monitoraggio

Il monitoraggio e il miglioramento continuo delle attività del dottorato di ricerca rappresentano un elemento centrale per garantire la qualità del percorso formativo e scientifico offerto. In tale ambito, il Collegio dei Docenti ha adottato un approccio sistematico e partecipativo, volto a raccogliere evidenze, analizzare criticità e promuovere interventi correttivi e innovativi.

In questo corso di dottorato, il monitoraggio delle attività è effettuato attraverso:

- **Report annuali** redatti dai dottorandi, contenenti lo stato di avanzamento della ricerca, le attività formative svolte e gli obiettivi raggiunti;
- **Incontri periodici** tra dottorandi e supervisori, finalizzati alla verifica del progresso scientifico e alla pianificazione delle attività future;
- **Questionari di valutazione** somministrati ai dottorandi per raccogliere feedback sulla qualità della didattica, del supporto alla ricerca e dell'ambiente formativo.
- Partecipazione di un rappresentante dei dottorandi al collegio dei docenti;

I dati raccolti vengono analizzati dal Collegio dei Docenti e discussi in sede di riunione plenaria. Particolare attenzione è rivolta a:

- L'efficacia delle attività didattiche e seminariali;
- Il grado di soddisfazione dei dottorandi;
- La coerenza tra obiettivi formativi e risultati ottenuti.

Sulla base delle evidenze emerse, sono state adottate le seguenti azioni:

- **Revisione dell'offerta formativa**, con l'introduzione di moduli interdisciplinari e attività laboratoriali;
- **Rafforzamento del tutoraggio**, con l'assegnazione di co-supervisori e l'organizzazione di momenti di confronto strutturati a PhD Life

Non essendosi ancora concluso un ciclo non è stato possibile rilevare le opinioni dei dottorandi di ricerca ad un anno dal conseguimento del titolo. Il CdD sta cominciando a predisporre un questionario da poter somministrare ai dottori, è attualmente in fase di valutazione e verrà posto all'attenzione e all'approvazione del collegio non appena possibile.

Dall'analisi dei questionari somministrati emerge che il 60% degli studenti ha seguito attività formative coerenti con il progetto di ricerca con una pertinenza estremamente elevata (quasi il 50% di pertinenza).

Nel 2024, l'87% dei dottorandi ha partecipato a congressi, workshop o scuole di formazione internazionali. Di cui il 32 % ha discusso il suo lavoro di ricerca presentandolo a congressi (nazionali o internazionali) ed il 47% attraverso la presentazione di poster.

Per quanto riguarda la produzione scientifica si rileva una produzione tendenzialmente elevata con contributi principalmente su rivista ma anche su conferenze nazionali ed internazionali.

### **D.PHD.3.2 – monitoraggio della allocazione e la modalità di utilizzazione dei fondi**

L'attività formativa dei dottorandi si svolge all'interno di gruppi di ricerca consolidati e sotto la supervisione di un docente del Collegio del Dottorato. L'attività di co-supervisione viene anche assegnata a docenti o esperti esterni nel caso di collaborazioni e borse cofinanziate da enti esterni pubblici o privati.

I costi relativi alle attività di ricerca – come l'acquisto di materiali, l'uso di attrezzature specialistiche, le analisi e le sperimentazioni – non possono essere sostenuti direttamente dai dottorandi, ma sono coperti da un budget annuale messo a disposizione dal Collegio e da fondi aggiuntivi dei Supervisor. Questi ultimi attingono a risorse interne al Dipartimento o a finanziamenti esterni in loro possesso.

Il dipartimento garantisce ai dottorandi l'accesso alle risorse tecnologiche e infrastrutturali disponibili, offrendo le strumentazioni e risorse digitali necessarie per la realizzazione dei progetti di ricerca.

Il personale amministrativo tiene traccia dell'allocazione dei fondi e della loro modalità di utilizzazione. Una parte del questionario somministrato ai dottorandi riguarda l'allocazione del budget e di eventuali altri fondi. Dal questionario emerge che per la maggioranza dei dottorandi le risorse sono adeguate o molto adeguate alle loro necessità di ricerca.

La trasparenza nella gestione delle risorse sarà rafforzata pubblicando annualmente un report sintetico sulle spese sostenute, accessibile ai dottorandi. In questo modo si intende favorire la consapevolezza e la responsabilizzazione nella gestione delle risorse. Sono in fase di studio forme di co-finanziamento con aziende e istituzioni pubbliche, finalizzate a supportare attività sperimentali di particolare rilievo.

### **D.PHD.3.3 – riesame e aggiornamento periodico dei percorsi formativi**

In conformità agli indicatori D.PHD.3.A–E delle Linee Guida AVA3 (rev. 2025), il Corso di Dottorato adotta un sistema di Assicurazione della Qualità che prevede:

- il Coordinatore, responsabile del processo AQ e del riesame annuale;
- il Collegio dei Docenti, che valuta gli esiti e definisce azioni di miglioramento;
- un Referente AQ del Corso, incaricato della raccolta dati e dell'interfaccia con il PQA di Ateneo;
- il NdV e l'Area Ricerca, che supervisionano il processo e forniscono feedback periodici.

Il riesame annuale utilizza come fonti principali di dati: indicatori quantitativi AVA3 (H.0.0.A–E), risultati OPID e AlmaLaurea, statistiche di mobilità, partecipazione a corsi/seminari, e i report individuali dei dottorandi. Tali informazioni vengono discusse collegialmente, con verbale dedicato (Allegato E).

Le azioni di miglioramento individuate per il periodo 2024–2025 includono:

- aggiornamento del Manifesto degli Studi e inserimento di corsi su AI e data analysis per la scienza dei materiali;
- revisione del format PFI per favorire l'autovalutazione dei dottorandi;
- introduzione di un modulo seminariale dedicato a "Scientific writing and peer review ethics".
- Lo stato di avanzamento delle azioni viene monitorato semestralmente e discusso in sede di Collegio.

I risultati del riesame e gli indicatori principali sono condivisi con tutti i dottorandi durante l'assemblea annuale e pubblicati sul sito web del Corso, nella sezione "Qualità e Riesame", in coerenza con i principi di trasparenza e tracciabilità previsti dalle Linee Guida AVA3.

La recente attivazione del Dottorato non consente una valutazione approfondita delle eventuali criticità e margini di miglioramento, essendo non ancora concluso il primo ciclo di attività. È tuttavia già in essere una

consultazione informale con le parti interessate che verrà concretizzata con l'istituzione degli organi elencati nel punto D.PHD.1.1. La consultazione prevedrà incontri periodici annuali integrando il contributo delle opinioni dei dottorandi e le proposte provenienti dai diversi attori del sistema AQ con lo scopo di monitorarne l'attuazione e l'efficacia.

### Analisi della rilevazione delle OPID (opinioni dei dottorandi e dei dottori di ricerca)

In data 07/10/2025 il presidio di qualità di Ateneo ha trasmesso le informazioni sulle rilevazioni AlmaLaurea sull'opinione dei dottorandi che hanno concluso il 1° e il 2° anno del corso di Dottorato di Ricerca, rilevate nella prima metà 2025 e quindi relative ai cicli 38 e 39. Tali rilevazioni sono pertinenti con la presente relazione e vengono di seguito sintetizzate in maniera grafica e brevemente commentate, per quel che riguarda la sezione "B – statistiche descrittive".

Complessivamente, 6 studenti hanno compilato il questionario (3 per il ciclo 38 e 3 per il ciclo 39).

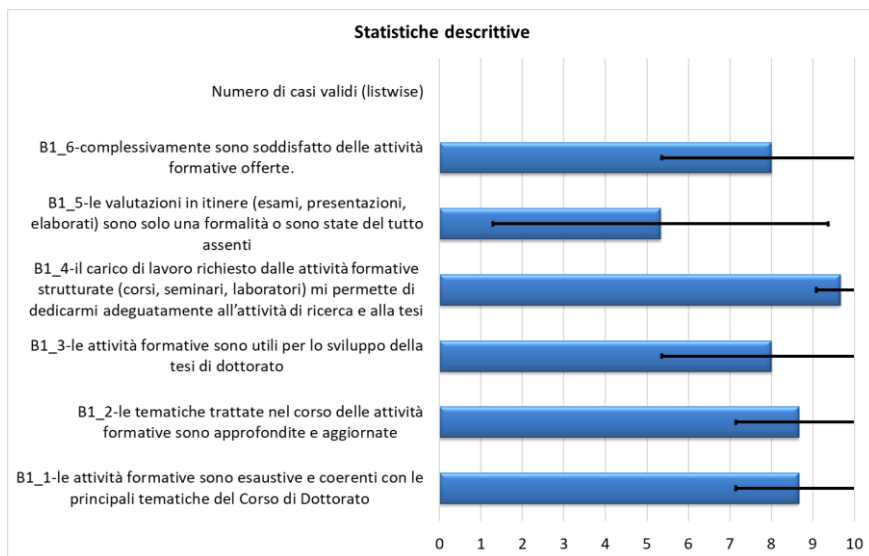


Figura 4 – Statistiche descrittive da OPID (parte 1)

- B1\_1: Le attività formative sono considerate molto coerenti e complete rispetto alle tematiche del dottorato. La soddisfazione è alta e abbastanza uniforme.
- B1\_2: Anche la qualità dei contenuti è valutata positivamente. I dottorandi ritengono che le tematiche siano aggiornate e ben approfondite.
- B1\_3: Le attività formative sono ritenute utili per la tesi, anche se con una variabilità maggiore nelle risposte, segno che l'impatto può dipendere dal progetto individuale.
- B1\_4: Il carico di lavoro è ottimamente bilanciato, permettendo ai dottorandi di dedicarsi alla ricerca. Questo è uno dei punti più positivi emersi.
- B1\_5: in questo caso emerge una criticità. La media è bassa e la dispersione molto alta, indicando che alcuni ritengono le valutazioni poco significative o assenti, mentre altri le considerano più rilevanti.
- B1\_6: La soddisfazione generale è buona, ma non unanime. La variabilità suggerisce che l'esperienza formativa può essere influenzata da fattori individuali o specifici del ciclo/anno.

In conclusione, Le attività formative del dottorato sono ben strutturate, coerenti e compatibili con la ricerca, con un alto livello di soddisfazione. Tuttavia, le valutazioni in itinere rappresentano un punto debole, percepite da alcuni come poco significative o assenti, e potrebbero essere migliorate per rafforzare il monitoraggio del percorso formativo.

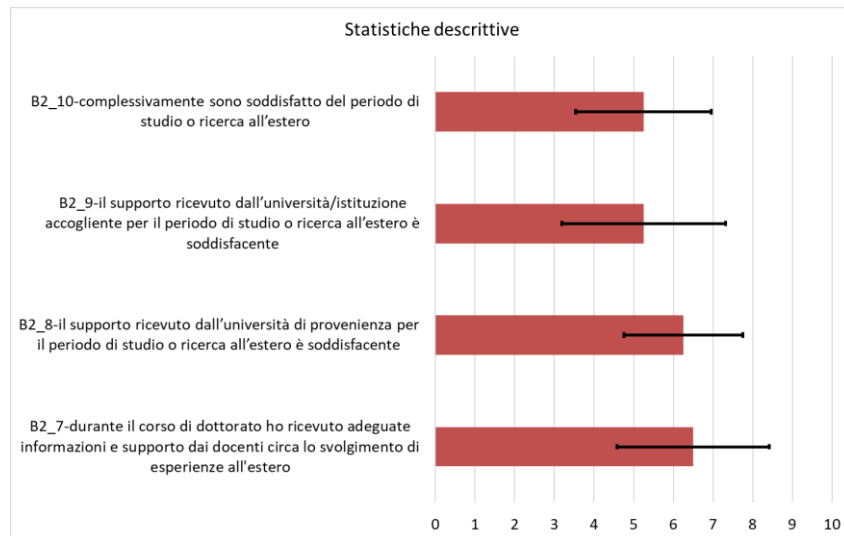


Figura 4 – Statistiche descrittive da OPID (parte 2)

- B2\_7: Il supporto informativo da parte dei docenti è percepito come moderatamente adeguato, ma non eccellente. La deviazione indica una certa variabilità: alcuni si sono sentiti ben guidati, altri meno.
- B2\_8: Il supporto logistico e amministrativo fornito dall'università di provenienza è soddisfacente ma migliorabile. La variabilità è contenuta, segno che le esperienze sono abbastanza omogenee.
- B2\_9: Questo è un punto critico. Il supporto ricevuto dall'ente ospitante è inferiore alla sufficienza, con una forte dispersione. Ciò suggerisce differenze significative tra le istituzioni estere coinvolte.
- B2\_10: La soddisfazione generale per l'esperienza all'estero non è ottimale, nonostante l'opportunità formativa. Questo potrebbe riflettere criticità organizzative, logistiche o di integrazione.

Questi dati evidenziano che, sebbene le esperienze all'estero siano considerate importanti, il livello di supporto ricevuto – sia dai docenti, dall'università, che dalle istituzioni ospitanti – non è pienamente soddisfacente. In particolare:

- Serve migliorare la preparazione e il tutoraggio prima della partenza.
- Rafforzare il coordinamento con le istituzioni estere.
- Monitorare e valorizzare le esperienze più riuscite per creare modelli di riferimento.

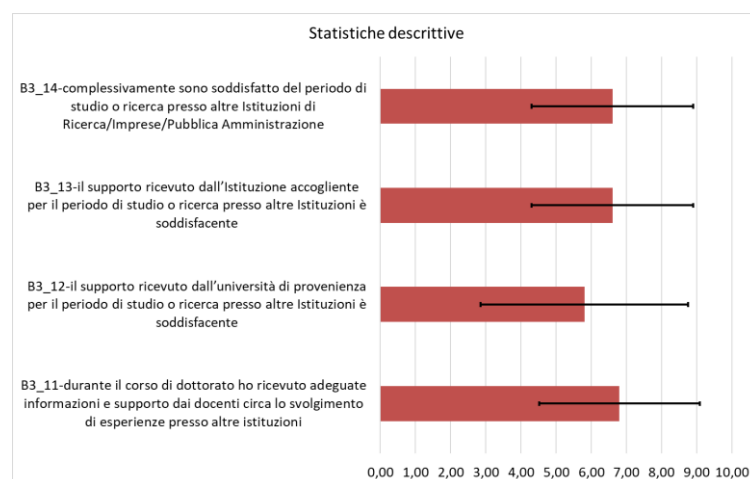


Figura 4 – Statistiche descrittive da OPID (parte 3)

- B2\_11: Il supporto informativo da parte dei docenti è percepito come discreto, ma non pienamente soddisfacente. La variabilità è significativa, indicando che alcuni dottorandi si sono sentiti ben seguiti, altri meno.
- B2\_12: Questo è uno degli aspetti più critici. Il supporto logistico e amministrativo fornito dall'università di origine è valutato al di sotto della sufficienza, con una forte dispersione nelle risposte. Ciò suggerisce esperienze molto diverse tra i partecipanti.
- B2\_13: Il supporto ricevuto dall'ente ospitante è leggermente migliore rispetto a quello dell'università di provenienza, ma comunque non eccellente. Anche qui si nota una disparità tra esperienze positive e negative.
- B2\_14: La soddisfazione generale è moderata, con una media che si avvicina alla sufficienza ma non la supera nettamente. La variabilità indica che l'esperienza dipende fortemente dal contesto specifico (tipo di istituzione, progetto, tutor, ecc.).

Questi dati mostrano che le esperienze presso altre istituzioni sono potenzialmente arricchenti, ma il livello di supporto – sia da parte dell'università di provenienza che dell'ente ospitante – non è sempre adeguato. È consigliabile:

- Rafforzare la comunicazione e il tutoraggio da parte dei docenti.
- Migliorare il coordinamento amministrativo per facilitare queste esperienze.
- Monitorare e valorizzare le buone pratiche emerse dai casi più soddisfacenti.

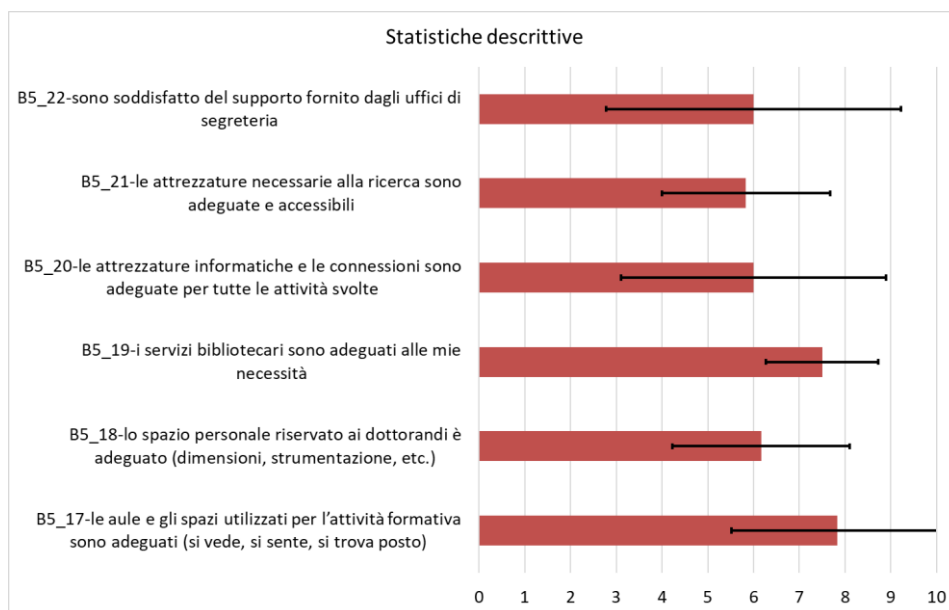


Figura 4 – Statistiche descrittive da OPID (parte 4)

- B2\_17: Le aule sono generalmente ritenute adeguate (visibilità, acustica, disponibilità di posti), ma la deviazione suggerisce una certa variabilità nelle esperienze individuali.
- B2\_18: Lo spazio personale è percepito come sufficiente ma migliorabile. La media è sotto la soglia di soddisfazione piena, e la dispersione indica opinioni diversificate.
- B2\_19: I servizi bibliotecari sono ben valutati, con una bassa variabilità nelle risposte, segno di una soddisfazione abbastanza uniforme.

- B2\_20: Nonostante una media sufficiente, la deviazione molto alta. Ciò potrebbe indicare discrepanze tra chi ha avuto esperienze positive e chi ha riscontrato problemi.
- B2\_21: Le attrezzature per la ricerca sono percepite come appena sufficienti. La media è la più bassa tra gli indicatori, anche se la deviazione rimane alta, suggerendo un'area prioritaria di intervento.
- B2\_22: Il supporto amministrativo è altamente variabile. Alcuni lo trovano adeguato, altri molto carente. La deviazione più alta tra tutti gli indicatori suggerisce esperienze molto diverse tra i dottorandi.

Questi ultimi dati evidenziano una soddisfazione moderata per le strutture e i servizi, con criticità nelle attrezzature informatiche, di ricerca e nel supporto amministrativo. Questi aspetti potrebbero essere oggetto di miglioramento prioritario per aumentare la qualità percepita del corso di dottorato.

## 6. Conclusioni

Il bilancio complessivo delle attività svolte nel 2024 evidenzia un percorso di crescita solido e coerente, che ha consolidato il posizionamento del Dottorato in *Metodi e Modelli per l'Ingegneria Sostenibile* come ambiente formativo e di ricerca di elevata qualità, pienamente allineato agli standard AVA3 e agli obiettivi strategici dell'Ateneo. Gli indicatori D.PHD.1, D.PHD.2 e D.PHD.3 mostrano un avanzamento significativo sia in termini di progettazione e aggiornamento del percorso formativo, sia in termini di risultati concreti conseguiti dai dottorandi. L'ampliamento dell'offerta formativa, la qualità della produzione scientifica (29 pubblicazioni dei 15 dottorandi), l'intensificazione delle mobilità internazionali (con oltre il 70% dei dottorandi che ha avuto almeno una interazione documentata con studiosi internazionali) e l'avvio di collaborazioni strutturate con enti pubblici e privati testimoniano la maturità del corso e la sua capacità di generare impatto scientifico, tecnologico e sociale.

Le prospettive per il 2025 prevedono il potenziamento della dimensione internazionale (nuovi accordi di tutela e doppi titoli), anche sulla base delle rilevazioni OPID che mostrano come tale aspetto sia ancora visto dagli studenti come un momento di criticità. Il consolidamento dei Laboratori Diffusi come piattaforme di formazione avanzata e l'avvio dell'Advisory Board sono anche degli obiettivi in fase di realizzazione nel 2025. In questa visione, il Dottorato MMIS continuerà a rappresentare un motore di innovazione per il Dipartimento e per l'Ateneo, promuovendo la cultura della sostenibilità e dell'eccellenza scientifica in linea con le priorità nazionali ed europee.

Sul medio periodo, il Collegio dei Docenti intende consolidare ulteriormente il processo di aggiornamento del progetto formativo, predisponendo un calendario strutturato di incontri annuali con stakeholders interni ed esterni. L'obiettivo è raccogliere feedback sistematico sulle competenze richieste dal mondo produttivo, in particolare in settori emergenti quali la digitalizzazione dei processi e la sostenibilità ambientale avanzata. Un aspetto rilevante riguarda anche la definizione di percorsi di specializzazione mirati a rafforzare l'impatto sociale e industriale delle ricerche. Si prevede inoltre di integrare strumenti digitali di supporto al monitoraggio dei percorsi, così da disporre di indicatori quantitativi per misurare l'efficacia delle azioni intraprese.

La relazione annuale, comprensiva degli allegati, è trasmessa al Presidio di Qualità di Ateneo (PQA), al Nucleo di Valutazione (NdV) e all'Area Ricerca e Valutazione, ed è pubblicata nella sezione "Qualità" del sito web del Dottorato, garantendo trasparenza e tracciabilità del processo di Assicurazione della Qualità.