



Allegato B

Formulario descrittivo del progetto

(da compilare per ogni borsa di dottorato di cui è richiesto il finanziamento)

PR CAMPANIA FSE+ 2021/2027 Priorità 2 Istruzione e Formazione

Ob. Specifico ESO 4.7 – Azione 2.g.4.

Avviso pubblico

“Dottorati di ricerca innovativi con caratterizzazione industriale”

DGR n.261/2025

A.A. 2025-2026 Ciclo LXI°

1. Identificativo Area di specializzazione/Ecosistema dell'innovazione della "Strategia di Specializzazione Intelligente RIS3 2021/2027" del progetto di ricerca	
Titolo Progetto di ricerca	Tecnologie GNC per CubeSats in formazione e per operazioni di prossimità
Denominazione corso di dottorato	Dottorato in Ingegneria Industriale
Denominazione Impresa	Centro Italiano Ricerche Aerospaziali – CIRA S.C.p.A.
Denominazione di eventuali Agenzie di ricerca nazionali e regionali coinvolte nel progetto di ricerca	
Area di specializzazione/ Ecosistema dell'innovazione della RIS3	Aerospazio
Ambito/i tecnologico/i RIS3	Space Economy
Traiettoria/ e tecnologica/he RIS3	<p>Tecnologie e Sistemi innovativi per l'esplorazione e la sperimentazione spaziale (Aggiornamento Position Paper Aerospazio rev1 01-00)</p> <p>Piattaforme Nano e Micro-satellitari e Servizi Associati; Sistemi di bordo per l'ATM e per le piattaforme spaziali, telecomunicazioni e navigazione (RIS3-Campania-2021-2027_29092022-.pdf)</p>
Durata totale del percorso di dottorato (in mesi)	36

2. Ricerca proposta <i>(Descrivere dettagliatamente i punti 2.1, 2.2, 2.3)</i>
<p>2.1. Adeguatezza e coerenza della ricerca proposta con gli ambiti e le traiettorie tecnologiche di innovazione delle aree di specializzazione/ecosistemi dell'innovazione della "Strategia di specializzazione intelligente RIS3 Campania 2021/2027" come da ultimo aggiornata ed approvata con la DGR n. 655 del 07/12/2022 <i>(Descrivere la coerenza e la rispondenza dell'attività di ricerca proposta, con uno o più ambiti e traiettorie tecnologiche previste dalle aree di specializzazione/ecosistemi dell'innovazione della "RIS3 Campania 21-27, in linea con quanto indicato nella Sezione 1 del presente Allegato).</i></p> <p><i>L'attività di ricerca "Tecnologie GNC per CubeSats in formazione e per operazioni di prossimità" si colloca pienamente all'interno delle priorità tecnologiche individuate dalle Strategie di Ricerca e Innovazione per la Specializzazione intelligente (RIS3) della Campania 2021–2027, in particolare nell'ambito dell'area Aerospazio e del settore tecnologico della Space Economy. In particolare, risulta pienamente coerente con le traiettorie tecnologiche orientate alle tecnologie innovative per l'esplorazione spaziale e i servizi associati alle piccole piattaforme, affrontando lo sviluppo di tecnologie avanzate di Guida, Navigazione e Controllo (GNC). Tali tecnologie rivestono un ruolo centrale per far fronte alla crescente complessità delle operazioni spaziali, come quelle del volo in formazione e di prossimità e.g. rendezvous/docking, che implicano requisiti particolarmente stringenti in termini di accuratezza, sensibilità e affidabilità del controllo e della navigazione, oltre che strategie di collision avoidance. Allo stesso tempo, l'attività risponde alla necessità di miniaturizzazione dei sistemi spaziali, caratteristica sempre più rilevante nelle missioni moderne, soprattutto in relazione all'impiego di piattaforme leggere e compatte come i CubeSats.</i></p> <p><i>Il volo in formazione, in particolare, rappresenta uno dei paradigmi emergenti dell'esplorazione spaziale contemporanea e abilita un significativo miglioramento delle prestazioni in numerosi ambiti applicativi, tra cui l'osservazione della Terra e.g. tramite la copertura simultanea di aree molto ampie o ripetuta osservazione dello</i></p>

stesso punto da diverse angolazioni, le telecomunicazioni e.g. tramite reti dinamiche di satelliti o formazioni che si riconfigurano per adattarsi alle esigenze di trasmissione, superando i limiti imposti da singole piattaforme monolitiche. La realizzazione di tali configurazioni richiede lo sviluppo di algoritmi avanzati e soluzioni in grado di garantire un controllo autonomo e distribuito delle traiettorie, sincronizzazione temporale e stabilità della formazione, oltre che il rispetto di stringenti requisiti di sicurezza.

In questo contesto, lo sviluppo di algoritmi GNC rappresenta un elemento strategico e abilitante, in quanto consente non solo di realizzare il volo in formazione desiderato dei satelliti, ma anche di garantire la robustezza e l'accuratezza necessarie per operazioni in scenari complessi e dinamici come quelli che coinvolgono più piattaforme interagenti. La progettazione di algoritmi GNC efficaci si configura dunque come una leva tecnologica decisiva per l'affidabilità e il successo di questa tipologia di missioni.

Contestualmente, lo sviluppo di tecnologie GNC per piccoli satelliti operanti in scenari di rendezvous, docking o ispezioni di target cooperativi e non-cooperativi, così come lo sviluppo di algoritmi di collision avoidance, rispondono alla crescente necessità, nel settore spaziale, di soluzioni innovative applicabili a numerosi scenari di interesse strategico e industriale, come la manutenzione e l'ispezione in orbita (In-Orbit Servicing), la rimozione attiva dei detriti spaziali (Active Debris Removal), il supporto logistico a missioni di lunga durata e, in prospettiva, la costruzione o l'assemblaggio di strutture nello spazio profondo o sulla superficie lunare e marziana (On-Orbit Assembly).

In questi scenari, l'attività di ricerca proposta, rappresenta un tassello essenziale per abilitare tali nuove configurazioni operative. Infatti, la capacità di eseguire manovre precise, autonome e sicure è strettamente legata alla maturità dei sistemi GNC sviluppabili, che risultano pertanto abilitanti per l'intera filiera tecnologica connessa all'evoluzione di questi rami della Space Economy.

L'utilizzo di CubeSats, inoltre, rafforza ulteriormente la pertinenza della linea di ricerca rispetto all'ambito della Space Economy della RIS3 e risponde all'esigenza di progettare soluzioni scalabili e a basso costo, perfettamente aderenti alla trasformazione in atto nel settore spaziale, orientata alla miniaturizzazione e modularità. La decisione di focalizzarsi sui piccoli satelliti e in particolare sui CubeSats rappresenta, quindi, una scelta tecnologica che coniuga economicità, flessibilità e capacità di testing rapido di soluzioni avanzate.

La proposta attività di ricerca sulle tecnologie GNC per CubeSats in formazione e per operazioni di prossimità risulta quindi fortemente allineata alle traiettorie prioritarie dell'innovazione regionale in ambito aerospaziale. Essa contribuisce in maniera sostanziale all'avanzamento delle capacità autonome e collaborative in orbita, rendendo possibili sia applicazioni scientifiche legate al volo in formazione quali missioni di osservazione della Terra, telecomunicazioni ecc., sia nuove forme di servizi spaziali, quali l'ispezione e la manutenzione in orbita, la rimozione attiva dei detriti, il supporto a infrastrutture orbitali e planetarie, collocandosi all'interno delle traiettorie tecnologiche identificate, conducendo a tecnologie abilitanti per missioni multi-satellite, servizi orbitali avanzati e sperimentazioni scientifiche sia in orbita terrestre sia in scenari di esplorazione lunare e marziana. Ciò costituirebbe un elemento chiave per l'evoluzione della Space Economy e per l'affermazione della Campania come attore rilevante nella filiera nazionale ed europea dello spazio.

2.2. Attività di ricerca proposta, obiettivi, metodologie contenute e risultati attesi (Descrivere in modo esaustivo, chiaro e sintetico l'attività di ricerca proposta, con particolare riferimento ai seguenti elementi: obiettivi e attività previste, modalità attuative, tempi di realizzazione di ciascuna attività e risultati formativi e di ricerca attesi).

L'attività di ricerca "Tecnologie GNC per CubeSats in formazione e per operazioni di prossimità" proposta, mira allo sviluppo e alla validazione di tecnologie avanzate di Guida, Navigazione e Controllo (GNC) dedicate a missioni spaziali di CubeSats in formazione e/o coinvolti in operazioni di prossimità. L'obiettivo primario è abilitare capacità autonome per l'esecuzione sicura ed efficiente di manovre complesse, come mantenimento della formazione, rendezvous, docking e ispezione ravvicinata a target collaborativi e non-collaborativi, manovre di collision avoidance, in un contesto tipico di quello dei piccoli satelliti e in particolare dei CubeSats, cioè caratterizzato da vincoli di massa, potenza e risorse computazionali limitate.

Le attività principali si concentreranno su:

- **L'analisi dei requisiti e definizione di ipotetici scenari di missione (1-4 mesi):** quest'attività sarà focalizzata sullo studio dello stato dell'arte, sull'identificazione di casi d'uso rappresentativi comprendenti formazioni

satellitari, ispezioni e rendezvous/docking con target collaborativi e non, manovre di collision avoidance, e sulla definizione dei requisiti del sistema GNC (prestazionali, operazionali, ambientali, configurazionali ecc.).

- **Progettazione e sviluppo di algoritmi GNC (4-16 mesi):** quest'attività corrisponderà al cuore dell'attività di ricerca e comprenderà lo sviluppo di algoritmi di navigazione autonoma basati su sensori di bordo specifici per gli scenari di missione identificati. L'attività prevederà sia il design di strategie di guida cooperativa e controllo robusto per il mantenimento del pattern nel caso di scenari di volo in formazione, sia algoritmi per la guida, la navigazione assoluta e relativa, il controllo fine e manovre di collision avoidance per gli scenari di ispezione, rendezvous e docking.
- **Simulazione e validazione in ambiente numerico dedicato (16-28 mesi):** quest'attività prevede la realizzazione di un ambiente di simulazione (in ambienti Matlab/Simulink o software dedicati) integrante: un modello 6DoF del satellite; la modellazione dell'ambiente spaziale (in orbita terrestre, lunare o marziana in base ai casi in esame); gli algoritmi GNC del punto precedente. L'attività sarà inoltre dedicata alla validazione degli algoritmi (ove possibile), all'esecuzione di Test Monte Carlo per la verifica della robustezza degli algoritmi, e all'identificazione delle implicazioni ingegneristiche e scientifiche dei risultati conseguiti.
- **Test hardware-in-the-loop (28-36 mesi):** quest'attività comprende l'eventuale validazione sperimentale degli algoritmi su piattaforme embedded (es. sistemi FPGA o real-time boards) e l'eventuale integrazione con sensori e attuatori per verificare le prestazioni in condizioni real-time oltre che fast-time.

Le modalità attuative prevederanno un approccio iterativo e integrato, che prevederà l'alternanza tra progettazione teorica, implementazione e simulazione numerica, e validazione sperimentale (ove possibile). Verranno impiegati strumenti avanzati di modellazione dinamica e ambienti di simulazione integrata, con l'obiettivo di riprodurre con elevata fedeltà le condizioni operative previste. Ove possibile, le soluzioni sviluppate saranno testate su piattaforme sperimentali in laboratorio, al fine di verificarne la robustezza e le prestazioni in scenari rappresentativi. La collaborazione tra l'impresa ospitante (il CIRA) e l'università contribuirà a rafforzare l'impatto applicativo dell'attività, promuovendo la condivisione di competenze e l'abilitazione di tecnologie avanzate.

I risultati di ricerca attesi sono innanzitutto lo sviluppo di algoritmi GNC innovativi, che garantiscano autonomia e robustezza, applicati a missioni multi-satellite di volo in formazione e operazioni di prossimità. Verrà realizzato un simulatore integrato, capace di riprodurre scenari operativi realistici per i casi d'uso identificati. Gli algoritmi GNC saranno testati tramite il simulatore numerico ed eventualmente integrati con l'hardware, con l'obiettivo di dimostrarne la robustezza e l'efficacia in condizioni sia fast-time che real-time. I risultati scientifici generati confluiranno in pubblicazioni e saranno presentati nell'ambito di conferenze internazionali del settore, contribuendo al dibattito tecnico e all'innovazione nel campo dei sistemi spaziali cooperativi, dell'In-Orbit Servicing, dell'On-Orbit Assembly e dell'Active Debris Removal.

Dal punto di vista formativo, il progetto consentirà l'acquisizione di competenze avanzate nel campo dei sistemi spaziali autonomi, in particolare della guida e controllo autonomo e robusto e della navigazione assoluta e relativa e delle strategie di collision avoidance, per i voli in formazione e per le delicate operazioni di avvicinamento, ispezione, rendezvous e docking. I partecipanti svilupperanno una solida padronanza degli strumenti teorici e pratici necessari per affrontare le sfide ingegneristiche legate a questi scenari sempre più caratterizzanti le missioni spaziali di nuova generazione, potenziando al contempo le proprie capacità progettuali, analitiche e sperimentali. L'attività favorirà inoltre il rafforzamento dei collegamenti tra l'impresa ospitante (il CIRA), l'università e network internazionali attivi nella Space Economy, promuovendo l'inserimento in contesti altamente qualificati e multidisciplinari.

2.3. Carattere innovativo della ricerca proposta ed impatto in termini di ricadute occupazionali. (Descrivere il carattere innovativo della ricerca proposta, con particolare riferimento alla capacità di generare nuove conoscenze, sviluppare nuove tecnologie, creare nuovi prodotti e/o servizi, nonché nuova occupazione di qualità).

L'attività di ricerca "Tecnologie GNC per CubeSats in formazione e per operazioni di prossimità" si distingue per il suo carattere fortemente innovativo, che si manifesta su più livelli e ambiti. In primo luogo, essa contribuisce a generare nuove conoscenze nel campo della guida, navigazione e controllo applicata a sistemi satellitari di piccole dimensioni che operano in modo autonomo, cooperativo o non-cooperativo e/o distribuito. Questo rappresenta un

settore emergente e strategico, in cui le sfide legate al coordinamento di più piattaforme autonome o le capacità di avvicinamento e ispezione ad un target richiedono lo sviluppo di modelli, algoritmi e tecniche di controllo avanzate che ancora non trovano risposte consolidate nella letteratura scientifica attuale.

Dal punto di vista tecnologico, la ricerca mira a sviluppare soluzioni GNC innovative che consentano il volo in formazione e le operazioni ravvicinate con livelli di precisione e autonomia estremamente sfidanti per piattaforme di dimensioni così contenute come i CubeSats. Ciò include lo studio di algoritmi per la gestione coordinata delle traiettorie, strategie di collision avoidance e tecniche di navigazione e controllo robuste, considerando ambienti complessi e dinamici che caratterizzano tali scenari. Tali tecnologie, integrate in sistemi compatti e COTS (Commercial Off-The-Shelf), rappresentano un significativo salto di qualità rispetto agli approcci tradizionali e abilitano nuovi e sfidanti scenari operativi.

In termini di creazione di nuovi prodotti e servizi, i risultati della ricerca potranno tradursi in software avanzati e simulatori integrati. Questi strumenti abiliteranno missioni basate sul volo in formazione e.g. per di osservazione, telecomunicazioni, esplorazione o operazioni di prossimità tipici delle missioni di ispezione e manutenzione orbitale, ampliando l'offerta tecnologica nazionale e internazionale nel settore della New Space Economy.

Infine, il progetto presenta un significativo potenziale nella creazione di nuova occupazione di qualità, ponendo particolare enfasi sulla formazione specialistica di personale altamente qualificato nel settore aerospaziale. Attraverso attività di ricerca avanzata, sperimentazioni e sviluppo tecnologico, il dottorando avrà l'opportunità di acquisire competenze di eccellenza in ambiti critici e abilitanti nuove tecnologie. Questo processo formativo non solo aumenta il capitale umano disponibile, ma prepara professionisti in grado di affrontare le sfide tecnologiche e operative del futuro.

Parallelamente, il progetto favorirà il rafforzamento delle collaborazioni strutturate tra università, centri di ricerca e impresa ospitante (il CIRA), elemento chiave per stimolare un ecosistema innovativo nel settore della Space Economy regionale e nazionale. Questi legami, attraverso la condivisione di risorse, know-how e infrastrutture, faciliteranno il trasferimento tecnologico creando nuove opportunità di cooperazione. Tutti questi elementi sono indispensabili per sostenere lo sviluppo di un'industria aerospaziale competitiva, sostenibile e in grado di rispondere efficacemente alle sfide future dell'esplorazione e dello sfruttamento sostenibile dello spazio.

3. Attività presso l'impresa

Descrivere dettagliatamente l'attività che il dottorando svolgerà presso l'impresa ivi comprese la durata, le modalità di supervisione tutoriale, l'impiego dei risultati e delle ricadute dell'attività di ricerca per l'accrescimento delle abilità del dottorando con riferimento al settore di intervento.

Indicare per ogni impresa:

- a) attività di ricerca da svolgere presso l'impresa:
Tecnologie GNC per CubeSats in formazione e per operazioni di prossimità;
- b) denominazione dell'impresa presso cui verrà svolta l'attività relativa al tema di ricerca:
Centro Italiano Ricerche Aerospaziali (CIRA S.C.p.A.);
- c) settore e attività di ricerca dell'impresa:
Aerospazio;
- d) sede legale dell'impresa (Città, Provincia, indirizzo):
Capua (CE), Via Maiorise, s.n.c.;
- e) sede operativa principale (e se pertinente unità organizzativa) presso cui è svolta l'attività di ricerca del dottorando:
Centro Italiano Ricerche Aerospaziali (CIRA S.C.p.A.), Capua (CE), Via Maiorise, s.n.c.;
- f) esperienza e coinvolgimento pregressi dell'impresa in attività e/o progetti di ricerca industriale/sviluppo

sperimentale e/o nell'innovazione di processo e/o nel trasferimento tecnologico:

Background

Il CIRA ha una lunga e consolidata esperienza in attività di ricerca industriale e sviluppo sperimentale nel settore aerospaziale, partecipando a numerosi progetti di rilevanza nazionale e internazionale. In particolare, il CIRA si distingue per lo sviluppo di tecnologie avanzate nei sistemi di guida, navigazione e controllo sia piccole piattaforme che per veicoli ipersonici o da rientro. In particolare, ha infatti partecipato a diversi progetti nell'ambito dei sistemi GNC per operazioni di prossimità sia in orbita terrestre sia lunare. Di seguito un elenco dei progetti e dei programmi più rilevanti in relazione alle attività del progetto di ricerca.

ANHEO

ANHEO (Autonomous Navigation up to High Earth Orbits) è stato un progetto finanziato dall'Agenzia Spaziale Italiana a cui il CIRA ha lavorato nel periodo 2023-2024. Il progetto ha riguardato il design e lo sviluppo fino un TRL4 di un'unità altamente integrata per la navigazione assoluta e relativa autonoma in tempo reale a bordo di nano e microsatelliti durante uno scenario di rendezvous in orbita lunare sia con target collaborativi che non-collaborativi. Il sistema si basa sull'elaborazione delle osservazioni GNSS disponibili, sulle osservazioni IMU e Star Sensor e sull'acquisizione e l'elaborazione di immagini monoculari per il supporto della navigazione relativa. L'obiettivo finale è stato lo sviluppo di un sistema per Cubesats, in grado di rispondere ai requisiti del settore spazio in merito a qualità, standardizzazione, ripetibilità e qualifica. Il CIRA ha avuto il compito di sviluppare algoritmi di navigazione assoluta e relativa per lo scenario di approccio ad un target cooperativo. Lo sviluppo degli algoritmi è stato guidato da un attento bilanciamento tra diverse tecniche di fusione di sensori (IMU, GNSS, Star Tracker, Camera). La navigazione assoluta è stata basata su un filtro di Kalman Unscented che ha tenuto conto, nella dinamica, degli effetti del terzo corpo mentre la navigazione relativa è stata realizzata tramite lo sviluppo di una cascata di filtri a batch e filtro di Kalman Esteso implementante la dinamica relativa in orbita lunare. L'output del lavoro è stato un codice pronto per l'implementazione real-time, insieme alle verifiche numeriche e all'analisi delle prestazioni.

VINAG

VINAG (VISION / INS Integrated Navigation Assisted by GNSS) è stato un progetto a cui il CIRA ha lavorato nel periodo 2016-2018. Ha avuto come obiettivi il design e lo sviluppo di un'unità di navigazione multisensore altamente integrata, concepita in particolare per le missioni di manutenzione in orbita. Il sistema è progettato per fornire una navigazione assoluta autonoma in tempo reale a bordo, nonché la determinazione dell'assetto e della posizione relativa di un oggetto noto non cooperativo in orbita in LEO (Orbita terrestre bassa), GEO (Orbite geosincrone) e possibilmente in HEO (Altamente Orbita terrestre). Il sistema VINAG è stato cofinanziato dall'Agenzia Spaziale Italiana. In questo quadro, il CIRA è stato incaricato di sviluppare gli algoritmi di navigazione ibrida (Sensor fusion tra IMU / GNSS / Star Tracker) fornendo un codice pronto per l'implementazione in tempo reale e le relative verifiche numeriche, nonché le analisi di valutazione delle prestazioni. Gli algoritmi sviluppati sono stati il risultato di un dettagliato trade-off tra i diversi algoritmi di fusioni, inclusi filtri Kalman estesi e Unscented, al fine di ottimizzare il carico computazionale del processore target.

SPACE RIDER

Durante le fasi A/B1 del progetto, il CIRA ha contribuito alla definizione, valutazione e selezione di diverse tecnologie e algoritmi innovativi di Guida, Navigazione e Controllo per tutte le fasi di volo della missione. Durante la fase B2/C, il CIRA è stato coinvolto in attività di sviluppo di algoritmi di navigazione ibrida (sensori IMU / GNSS / Star Tracker) per l'AVUM modificato, parte del modulo di servizio orbitale Space Rider. Nell'ambito della campagna di Drop Test del programma Space Rider, il CIRA ha avuto il compito di definire e progettare la missione e tutta l'avionica dell'aeromobile, oltre al software di bordo e ai sistemi di terra per la gestione della missione.

VEGA FPS-A

L'esperienza acquisita riguarda lo sviluppo dell'algoritmo di controllo di rollio e assetto del lanciatore VEGA nell'ambito del programma ESA-FPSA, in collaborazione con ELV e GMV. Il CIRA è stato coinvolto da ELV nello sviluppo del software del programma di volo alternativo (FPSA-A), finalizzato allo sviluppo del nuovo software del programma di volo del lanciatore VEGA. In particolare, il CIRA ha sviluppato un modulo RACS (Roll & Attitude Control System) adatto sia per la fase propulsa che balistica, controllando i RCT (Roll Control

Thrusters).

GNC-2

Progetto del CIRA focalizzato sullo sviluppo di tecnologie di Guida, Navigazione e Controllo per il rientro atmosferico, nell'ambito del programma CIRA denominato PRORA USV (Unmanned Space Vehicle), volto allo sviluppo di futuri sistemi per l'accesso allo spazio e il rientro dallo stesso;

- g) nome, cognome e riferimenti del tutor aziendale:
Caterina Speranza, c.speranza@cira.it;
- h) contributo dell'impresa all'attività di ricerca (Know how, disponibilità sede, attrezzature, tutoraggio, etc):
- garantire la disponibilità della sede operativa per l'attività di ricerca;
 - garantire la supervisione tutoriale;
 - garantire il proprio apporto/contributo all'attività di ricerca del dottorando in termini di Know-how e disponibilità di attrezzature;
 - garantire le dovute sinergie rispetto all'eventuale successivo impiego dei dottori di ricerca;
- i) modalità di supervisione tutoriale dei dottorandi:
La supervisione sarà garantita da un tutor aziendale con esperienza in algoritmi di Guida, Navigazione e Controllo per scenari di voli in formazione e operazioni di prossimità tra piccole piattaforme spaziali, in stretto coordinamento con il tutor accademico del dottorato. Saranno pianificati incontri periodici di verifica dello stato di avanzamento e momenti di confronto tecnico per assicurare l'integrazione tra attività di ricerca e sviluppo tecnologico e sperimentale;
- j) durata di permanenza in impresa del dottorando titolare della borsa:
12 mesi;
- k) impiego dei risultati e delle ricadute dell'attività di ricerca per l'accrescimento delle abilità del dottorando; con riferimento al settore di intervento:
L'impiego dei risultati e delle ricadute derivanti dall'attività di ricerca contribuirà significativamente all'accrescimento delle competenze e delle abilità del dottorando riguardo le tecnologie e sistemi innovativi per l'esplorazione e la sperimentazione spaziale. Attraverso lo studio e lo sviluppo di algoritmi GNC per CubeSats coinvolti in operazioni di formazione e di prossimità, il dottorando acquisirà conoscenze avanzate in ambiti quali la progettazione di sistemi spaziali autonomi tramite lo studio di strategie di guida e controllo robusto e accurato, navigazione relativa e collision avoidance. Questo processo formativo integrato permetterà di sviluppare capacità analitiche, progettuali e operative di alto livello, indispensabili per affrontare le sfide tecnologiche e scientifiche tipiche del settore aerospaziale e della New Space Economy.

4. Attività all'estero

Descrivere dettagliatamente l'attività di ricerca da svolgere all'estero. Programmazione e finalità. Impiego dei risultati e delle ricadute dell'attività di ricerca per l'accrescimento delle abilità del dottorando con riferimento al settore di intervento.

Indicare:

a) attività di ricerca da svolgere all'estero:

durante il periodo di ricerca all'estero, il dottorando si dedicherà allo studio e allo sviluppo e all'implementazione di algoritmi GNC per CubeSats operanti in voli di formazione e in scenari rendezvous, docking, ispezioni di target collaborativi e non-collaborativi. L'attività comprenderà in primis lo studio e lo sviluppo di algoritmi per la guida ed il controllo autonomo dei satelliti, per la navigazione relativa e per le manovre di collision avoidance. Inoltre, l'attività comprenderà la modellazione e la simulazione degli algoritmi in un ambiente simulativo aderente alle condizioni operative, nonché la validazione numerica fast-time e eventualmente real-time qualora fosse possibile l'integrazione hardware. La ricerca sarà condotta in stretta collaborazione con istituti e centri di eccellenza nel settore aerospaziale, favorendo lo scambio di know-how tecnologico e metodologico.

b) durata della permanenza all'estero:

6 mesi;

c) programmazione e finalità relative allo svolgimento del periodo all'estero:

Il periodo di ricerca all'estero si collocherà a metà del percorso di dottorato, rappresentando una fase strategica per consolidare le competenze acquisite e arricchire l'attività scientifica con nuove conoscenze e collaborazioni internazionali. Comprenderà un periodo di formazione intensiva presso il centro di ricerca o l'università ospitante particolarmente qualificata nelle tematiche del progetto di dottorato. Questo periodo sarà finalizzato all'acquisizione di competenze all'avanguardia nelle tecniche di guida, navigazione e controllo per voli in formazione e operazioni di prossimità tra CubeSats così come nelle metodologie di simulazione. Lo scopo sarà quello di integrare le competenze specifiche e distintive del centro ospitante, favorendo così un arricchimento sinergico delle conoscenze e delle capacità scientifiche e tecnologiche sia del dottorando che degli enti, di quello ospitante e di quelli di afferenza (CIRA, Unina). Al contempo, il dottorando parteciperà attivamente a workshop, seminari e conferenze internazionali, allo scopo di presentare i risultati preliminari, ricevere feedback dalla comunità scientifica e instaurare reti di collaborazione multidisciplinari e multiculturali. Questo percorso faciliterà un confronto diretto con esperti del settore, promuovendo un arricchimento culturale e professionale indispensabile per l'attività di ricerca.

d) impiego dei risultati e delle ricadute dell'attività di ricerca per l'accrescimento delle abilità del dottorando con riferimento al settore di intervento:

l'esperienza di ricerca all'estero consentirà al dottorando di consolidare competenze tecniche avanzate e capacità progettuali, con particolare riferimento alle sfide tecnologiche della Space Economy. I risultati ottenuti saranno fondamentali per sviluppare soluzioni innovative nel campo dei sistemi spaziali autonomi, rafforzando il profilo professionale del dottorando e la sua competitività sul mercato globale. Inoltre, l'attività contribuirà a favorire il trasferimento tecnologico e la creazione di reti collaborative tra università, centri di ricerca e industria, promuovendo un impatto positivo sull'ecosistema regionale e internazionale della Space Economy.

5. Attività formativa presso l'Università

Descrivere dettagliatamente le modalità di svolgimento ed i contenuti delle attività di formazione destinate al dottorando. Descrivere il grado di rispondenza della proposta di ricerca rispetto alla domanda di alta formazione proveniente dal tessuto produttivo

Il programma formativo previsto per il dottorando è strutturato per offrire una preparazione tecnica e scientifica di alto livello, in linea con le esigenze di elevata specializzazione caratteristiche del settore aerospaziale specialmente nel contesto innovativo ed emergente della Space economy.

Le attività formative comprendono la frequenza di corsi, sia di contenuto specialistico che interdisciplinare, offerti dal corpo docente del Dottorato e del Dipartimento di Ingegneria Industriale garantendo così un accesso a contenuti didattici aggiornati e di rilevanza scientifica. Numerosi dei corsi di contenuto specialistico afferiscono a settori estremamente rilevanti per il progetto di ricerca quali la meccanica orbitale, l'intelligenza artificiale e il machine learning, la robotica, nonché la progettazione di tecnologie, sistemi e algoritmi per la guida, la navigazione e il controllo in scenari di volo di prossimità.

A titolo di esempio, l'offerta formativa comprenderà insegnamenti facenti parte dell'offerta didattica dei dottorati e delle Lauree magistrali dell'Ateneo Federico II come:

Reinforcement Learning for Autonomous Systems

Spacecraft Dynamics and control

Embedded AI for Space Applications

Special Topics in aerospace Systems

Design for soft robotics

Advanced digital modeling and generative design

Research methodologies for complex systems

Machine Learning e big data

Elaborazione di segnali multimediali

Per completare la formazione in modo coerente con i fabbisogni di alta specializzazione espressi dal comparto aerospaziale e dalla space economy, il dottorando avrà inoltre la possibilità di integrare il proprio percorso con insegnamenti trasversali relativi a tematiche di Project Management e Innovation and Entrepreneurship, fondamentali per operare in contesti ad alta complessità tecnologica e favorire il trasferimento dell'innovazione verso il sistema produttivo.

Il percorso formativo del dottorato di ricerca in ingegneria industriale include anche la partecipazione a corsi e seminari tenuti da docenti stranieri o di altri Atenei, e rappresentanti qualificati di industrie ed enti di ricerca. L'organizzazione di tali corsi è fortemente orientata a rispondere alla domanda di alta formazione proveniente dal sistema produttivo, in particolare per quanto riguarda le competenze trasversali oggi richieste per operare nello sviluppo di missioni spaziali complesse e nella gestione autonoma di sistemi spaziali intelligenti.

6. Contributo al perseguimento dei principi orizzontali

Descrivere le iniziative per assicurare il perseguimento dei principi orizzontali sia in fase di accesso che di attuazione dei percorsi di dottorato (*Descrivere il contributo della proposta progettuale alla realizzazione dei principi di pari opportunità, non discriminazione e di parità di genere, anche con riferimento alla previsione di iniziative che si intendono porre in essere nell'attuazione dei percorsi di dottorato, nonché gli strumenti e/o attrezzature che si intendono utilizzare per favorire l'accesso ai percorsi formativi, di persone diversamente abili*).

L'Università degli Studi di Napoli Federico II promuove da tempo un ambiente accademico fondato sui principi di pari opportunità, inclusione e non discriminazione, riconoscendoli come elementi centrali per la qualità della formazione e della ricerca.

Tali principi sono sanciti dallo Statuto di Ateneo, dal Codice Etico e dal Gender Equality Plan, e vengono attuati attraverso l'attività del Comitato Unico di Garanzia (CUG) e del Centro SInAPSi, che offre supporto mirato a studenti e studentesse con disabilità, DSA o temporanee difficoltà, assicurando pari accesso e partecipazione alla vita universitaria.

Il progetto di dottorato si sviluppa in coerenza con questi valori, prevedendo processi di selezione trasparenti, imparziali e accessibili, e si impegna a garantire un ambiente formativo equo e rispettoso delle differenze individuali lungo l'intero percorso, inclusi i periodi in azienda e all'estero.

Inoltre, l'attuazione del percorso di dottorato prevede iniziative mirate a garantire pari accesso alle opportunità formative e di ricerca, come ad esempio, la possibilità di svolgere le attività in modalità ibrida (presenza/remoto) per facilitare la partecipazione di dottorandi con esigenze specifiche o temporanee limitazioni alla mobilità.

Saranno infine adottate e condivise buone pratiche nell'ambito della parità di genere, anche in coordinamento con enti partner e aziende coinvolte nel progetto, valorizzando l'impatto positivo della diversità nella ricerca scientifica e tecnologica.

7. Sinergie e collaborazioni dell'Università con soggetti particolarmente qualificati del sistema produttivo, della ricerca/innovazione (*Descrivere le sinergie ed i soggetti con cui si intendono attivare collaborazioni, accordi, es: organismi di alta formazione, atenei italiani e stranieri, centri di ricerca nazionali ed internazionali, per il raggiungimento degli obiettivi previsti dal progetto*)

Il progetto di dottorato si inserisce in un ampio ecosistema di collaborazioni attive tra l'Università degli Studi di Napoli Federico II e soggetti altamente qualificati del sistema della ricerca, dell'innovazione e del comparto produttivo, in particolare nei settori dell'aerospazio e della sostenibilità ambientale e delle applicazioni dell'intelligenza artificiale.

Tra i partner istituzionali e industriali più di rilievo si annoverano:

- l'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) e l'Agenzia Spaziale Europea (ESA), con le quali l'Ateneo collabora su progetti connessi al design di missioni di in-orbit servicing e di tecnologie e soluzioni per il volo in formazione e la Guida, Navigazione e Controllo nel volo di prossimità
- il Distretto Aerospaziale della Campania (DAC), partner operativo del progetto, promotore di iniziative

congiunte che coinvolgono imprese, università e centri di ricerca.

La proposta progettuale si sviluppa in continuità con la partecipazione dell'Ateneo a programmi europei di rilevanza strategica. In particolare, il gruppo di ricerca coinvolto nel progetto vanta consolidate collaborazioni scientifiche, nazionali e internazionali, con università, centri di ricerca e aziende per quanto concerne la progettazione, lo sviluppo e la validazione di tecniche e tecnologie innovative per abilitare funzionalità autonome di GNC per missioni di prossimità orbitale (CPOs) e volo in formazione.

Tra gli enti internazionali, con i quali il gruppo ha collaborazioni attive, costituendo delle potenziali sedi di svolgimento delle attività di ricerca previste all'estero, è possibile citare: il DLR e La Cranfield University

Tale rete di collaborazioni consentirà alla persona in percorso dottorale di beneficiare di:

- Infrastrutture condivise, dataset proprietari e piattaforme di calcolo ad alte prestazioni.
- Interazione diretta con esperti provenienti dal mondo accademico, istituzionale e industriale.
- Coinvolgimento attivo in progetti di rilevanza internazionale, con la possibilità di testare le soluzioni sviluppate in ambiente rilevante
- Acquisizione di competenze interdisciplinari, con forte orientamento all'impatto scientifico, tecnologico e sociale.

Il progetto è strutturato per rafforzare il dialogo tra sistema accademico, contesto produttivo e attori istituzionali, in coerenza con le priorità delineate dalla RIS3 Campania 2021–2027. In particolare, attraverso collaborazioni qualificate a livello regionale, nazionale e internazionale, il dottorato intende promuovere il trasferimento di conoscenze e competenze avanzate verso ambiti applicativi ad alto impatto, con un'attenzione prioritaria allo sviluppo della space economy. Il percorso è finalizzato non solo al raggiungimento di risultati scientifici di rilievo, ma anche alla formazione di profili professionali in grado di contribuire in modo strategico all'innovazione tecnologica e alla competitività del comparto aerospaziale.

8. Coerenza del progetto con gli obiettivi del PR Campania FSE+ 2021/2027 e dell'Avviso *(Descrivere la coerenza del progetto con la strategia, i contenuti e gli obiettivi del PR FSE+ 21-27, dell'Obiettivo Specifico ESO 4.7 ed i contenuti dell'Avviso, avendo cura di esporre il contributo del progetto all'innalzamento del livello delle competenze dei dottorandi in linea con le esigenze di innovazione e del mercato del lavoro.)*

Il progetto di dottorato "Tecnologie GNC per CubeSats in formazione e per operazioni di prossimità" si inserisce pienamente nella strategia e negli obiettivi del Programma Regionale FSE+ Campania 2021-2027, rispondendo in modo concreto all'obiettivo strategico di un'Europa più sociale e inclusiva. Attraverso lo sviluppo di competenze altamente specialistiche nel settore aerospaziale, ed in particolare in quello spaziale, il progetto contribuisce a promuovere l'occupazione di qualità e conseguentemente favorire l'inclusione sociale, offrendo ai dottorandi un percorso formativo avanzato che integra conoscenze scientifiche con sviluppi tecnologici innovativi, con particolare attenzione alla Space Economy, un settore ad alto valore aggiunto e in rapida crescita.

In linea con l'Obiettivo Specifico ESO 4.7, il progetto promuove l'apprendimento permanente e il miglioramento continuo delle competenze, sviluppando nel dottorando capacità progettuali, analitiche e critiche orientate a tecnologie emergenti come i sistemi di GNC per missioni riguardanti il volo in formazione e le operazioni di prossimità in orbita, e.g. rendezvous, docking, ispezione di target, collision avoidance.

Questa formazione specialistica permette di anticipare le esigenze future del mercato del lavoro, potenziando le competenze sui temi in oggetto, fondamentali per la competitività nel settore aerospaziale. Il progetto facilita inoltre la mobilità professionale e il riorientamento attraverso la partecipazione a collaborazioni internazionali, workshop e conferenze, valorizzando la dimensione multiculturale e interdisciplinare.

Infine, rispondendo alle finalità dell'Avviso, il progetto integra fortemente la formazione accademica con esperienze di ricerca applicata e collaborazioni con altri centri di ricerca e industria. Ciò favorisce lo sviluppo di competenze immediatamente spendibili nel mercato del lavoro e contribuisce all'innovazione tecnologica

regionale, nazionale e internazionale nel campo della Space Economy. In questo modo, il progetto rappresenta un significativo contributo all'innalzamento qualitativo delle competenze dei dottorandi, rispondendo in maniera efficace alle sfide di innovazione e sviluppo sostenibile del settore aerospaziale contemporaneo.

9. Rispondenza del percorso di dottorato ai fabbisogni e alle aspettative del territorio *(Esplicitare gli elementi di qualità e completezza dell'analisi dei fabbisogni professionali e formativi (qualitativa e quantitativa) del sistema produttivo e/o del territorio, che sottostanno alla proposta progettuale).*

L'analisi dei fabbisogni professionali e formativi che sottende il progetto di dottorato "Tecnologie GNC per CubeSats in formazione e per operazioni di prossimità" si caratterizza per un approccio sia qualitativo che quantitativo, fondato su un'attenta valutazione delle esigenze emergenti nel settore aerospaziale e, più specificamente, nella Space Economy, data la sua crescente importanza a livello regionale, nazionale e internazionale.

Dal punto di vista qualitativo, il tema del progetto di ricerca è derivato da un monitoraggio delle tendenze tecnologiche e delle innovazioni nel campo dei sistemi di GNC, nonché su un confronto diretto con stakeholder chiave del settore tramite progetti di ricerca passati, finanziati dalle agenzie spaziali, che hanno visto la partecipazione del CIRA a consorzi partecipati da altri centri di ricerca, università, aziende aerospaziali. Questo dialogo ha permesso di identificare le competenze strategiche e specialistiche richieste per affrontare le sfide tecnologiche riguardanti la guida, il controllo e la navigazione accurati e robusti in operazioni di prossimità in orbita e di volo in formazione, in particolare per CubeSats, piattaforme sempre più diffuse e rilevanti nell'ecosistema spaziale.

Sul piano quantitativo, l'andamento occupazionale e la domanda di figure professionali con competenze avanzate in sistemi aerospaziali autonomi e con capacità di sviluppo di ambienti di simulazione risultano in aumento nel territorio campano e nelle regioni limitrofe, in linea con gli investimenti pubblici e privati nel settore aerospaziale e la crescita della Space Economy (tramite progetti finanziati dell'Agenzia Spaziale Italiana e Europea). Inoltre, il progetto considera gli scenari di sviluppo futuro, che prevedono un incremento significativo della domanda di tecnologie innovative e di personale qualificato in grado di progettare e gestire missioni spaziali complesse, supportando così la competitività e l'innovazione del sistema produttivo locale e nazionale.

In sintesi, la proposta progettuale si fonda su una solida analisi dei fabbisogni formativi e professionali del territorio sia regionale che nazionale, garantendo la coerenza con le reali esigenze del mercato del lavoro e della ricerca, e assicurando la formazione di dottorandi con competenze avanzate, spendibili nel contesto della Space Economy e in grado di contribuire in modo significativo allo sviluppo tecnologico e industriale del territorio.

10. Accordi con altri organismi di alta formazione e ricerca di altri paesi europei ed extraeuropei per lo scambio di buone pratiche in materia di metodologie e strumentazioni didattiche e/o di mobilità dei dottorandi *(Descrivere gli eventuali accordi, protocolli d'intesa, collaborazioni, attivati e/o da attivare, con istituzioni, enti pubblici e privati dei diversi paesi, per favorire la mobilità dei dottorandi, e lo scambio di best practices)*

L'Università degli Studi di Napoli Federico II può contare su un ampio ventaglio di accordi internazionali attivi con atenei e centri di ricerca di eccellenza, che sostengono lo scambio scientifico e la mobilità accademica a livello dottorale. L'Ateneo partecipa infatti a programmi europei come Erasmus+, Doctor Europaeus e Blended Intensive Programmes (BIP), nonché a numerosi accordi bilaterali e multilaterali che facilitano la stipula di accordi di tutela di tesi e doppio titolo. Il Dipartimento di Ingegneria Industriale aderisce inoltre alla rete T.I.M.E. Association (Top Industrial Managers for Europe), dedicata alla promozione di percorsi formativi congiunti ad alto contenuto tecnologico. Il progetto si innesta in questo contesto internazionale, prevedendo un'esperienza di ricerca all'estero presso un ente qualificato, con l'obiettivo di confrontarsi con pratiche consolidate nel campo della Guida, Navigazione e Controllo e rafforzare la rete scientifica della persona in percorso dottorale.

L'inserimento in reti europee rappresenta un elemento strategico per l'arricchimento del profilo formativo e per l'apertura a future collaborazioni di ricerca e sviluppo.

11. Periodo di studio e ricerca all'estero *(Descrivere le attività di ricerca che saranno svolte all'estero, avendo cura di dettagliare gli obiettivi attesi anche in termini di occupabilità delle/i dottorande/i)*

Il periodo di ricerca all'estero rappresenterà una fase cruciale e strategica per il consolidamento e l'ampliamento delle competenze scientifiche e tecnologiche acquisite nella prima parte del percorso di dottorato. Durante questa fase, il dottorando sarà ospitato presso un altro centro di ricerca o un'università di riconosciuta eccellenza internazionale, specializzata nelle tematiche di guida, navigazione e controllo per piccoli satelliti, con particolare attenzione alle tematiche del volo in formazione e delle operazioni di prossimità. Il soggiorno includerà una formazione intensiva sulle più avanzate tecniche di controllo, algoritmi di navigazione e sviluppo di ambienti simulativi 6DoF, al fine di integrare e arricchire le competenze distintive del centro ospitante e degli enti di afferenza italiani (CIRA, Università di Napoli Federico II).

Parallelamente alla formazione teorico-pratica, il dottorando parteciperà attivamente a workshop, seminari e conferenze internazionali, presentando i risultati preliminari della ricerca e confrontandosi con esperti e colleghi di varie discipline. Questo scambio multidisciplinare e multiculturale favorirà l'acquisizione di nuove prospettive e metodi, stimolando la creatività scientifica e ampliando la rete di collaborazioni internazionali, elementi fondamentali per una ricerca di eccellenza e per la crescita personale e professionale del dottorando.

L'esperienza di ricerca all'estero consentirà un significativo accrescimento delle capacità progettuali e tecniche del dottorando, particolarmente orientate a rispondere alle sfide tecnologiche emergenti nel settore della Space Economy. I risultati ottenuti contribuiranno allo sviluppo di soluzioni innovative per sistemi spaziali autonomi in scenari sfidanti, rafforzando il profilo professionale del dottorando e aumentando la sua competitività nel mercato globale della tecnologia spaziale. Inoltre, l'attività faciliterà il trasferimento tecnologico e la creazione di sinergie tra università, centri di ricerca e industria, con un impatto positivo sull'ecosistema regionale e internazionale. In termini di occupabilità, il percorso internazionale offrirà al dottorando una preparazione specialistica e una rete professionale tali da favorire opportunità lavorative di alto livello sia nel settore pubblico che privato, con particolare riferimento a enti spaziali, aziende aerospaziali, startup tecnologiche e centri di ricerca, contribuendo così alla crescita di figure professionali altamente qualificate richieste dalla Space Economy contemporanea.

Gli obiettivi attesi riguardano innanzitutto il rafforzamento delle competenze tecniche e progettuali del dottorando, consolidando la sua capacità di affrontare sfide tecnologiche complesse nel settore spaziale.

In ottica occupazionale, questo percorso mira a incrementare la preparazione specialistica del dottorando, favorendo il suo inserimento in contesti di ricerca avanzata e industrie innovative della Space Economy, a livello nazionale e internazionale. L'esperienza internazionale, unita alla rete di contatti sviluppata, costituisce infatti un valore aggiunto cruciale per aumentare l'attrattività e la competitività del dottorando nel mercato del lavoro altamente specializzato, contribuendo così alla formazione di professionalità di eccellenza in grado di sostenere e guidare l'innovazione tecnologica nel settore spaziale.

12. Contributo al rafforzamento ed innalzamento delle competenze verdi e dell'economia verde *(Descrivere il contributo del progetto al rafforzamento/innalzamento del livello delle competenze dei dottorandi nel settore dell'economia verde, circolare e della rigenerazione e sostenibilità ambientale)*

Il progetto di dottorato "Tecnologie GNC per CubeSats in formazione e per operazioni di prossimità" contribuisce in modo significativo all'innalzamento del livello di competenze dei dottorandi anche nel contesto dell'economia verde, circolare e della sostenibilità ambientale, affrontando tematiche cruciali per la gestione responsabile dello spazio e il suo utilizzo a supporto della sostenibilità terrestre.

In particolare, l'attività di ricerca forma profili altamente qualificati nello sviluppo di tecnologie di guida, navigazione e controllo per operazioni autonome di volo in formazione, rendezvous, docking, ispezioni tra target cooperativi o non-collaborativi e manovre di collision avoidance. Questi scenari fanno parte di quelli caratterizzanti le missioni di In-Orbit Servicing, Active Debris Removal o On-Orbit Assembly.

Le missioni di Active Debris Removal sono finalizzate alla rimozione attiva dei detriti orbitali. Questo aspetto rappresenta un elemento cardine della sostenibilità spaziale, in quanto consente di mitigare il rischio di collisioni, ridurre l'inquinamento dell'ambiente orbitale e favorire il riutilizzo sicuro delle orbite, promuovendo una visione circolare dell'utilizzo dello spazio. Le tecnologie GNC avanzate oggetto del progetto sono infatti abilitanti per operazioni ravvicinate complesse e sicure, fondamentali per catturare, spostare o deorbitare oggetti non cooperativi.

Allo stesso tempo, il progetto contribuisce alla formazione di competenze per il futuro dell'On-Orbit Assembly, ovvero la costruzione modulare di strutture spaziali direttamente in orbita, una prospettiva innovativa e sostenibile che consente di superare i limiti di volume e massa dei lanciatori, riducendo sprechi e moltiplicando le potenzialità delle infrastrutture spaziali. Considerazioni simili si applicano anche all'In-Orbit Servicing, in quanto consente il prolungamento della vita utile dei satelliti e la riduzione dei detriti spaziali. In questo contesto, il controllo preciso delle manovre di avvicinamento, allineamento e aggancio è essenziale, e richiede esattamente le capacità che il progetto intende sviluppare nel dottorando.

Inoltre, uno degli ambiti chiave in cui il progetto interviene è lo sviluppo di strategie e algoritmi di Collision Avoidance, essenziali per garantire la sicurezza delle operazioni in orbita, soprattutto in scenari a traffico crescente come le orbite basse terrestri (LEO). La capacità di prevenire collisioni tra satelliti, detriti spaziali o moduli cooperanti rappresenta un elemento cruciale per preservare l'ambiente spaziale, limitare la generazione di nuovi detriti e assicurare la sostenibilità delle future attività. Il progetto permette al dottorando di acquisire competenze avanzate nella progettazione di strategie autonome per il rilevamento, la valutazione del rischio e la pianificazione di manovre evasive, con applicazioni dirette in missioni commerciali, scientifiche e istituzionali.

Infine, l'impiego di piccoli satelliti cooperanti per missioni scientifiche e di osservazione della Terra offre un contributo diretto alla sostenibilità ambientale globale, fornendo dati cruciali per il monitoraggio del cambiamento climatico, la gestione delle risorse naturali e il supporto decisionale per le politiche ambientali. Il progetto, quindi, allena il dottorando all'uso delle tecnologie spaziali come strumenti di impatto positivo sulla società e sull'ambiente, rafforzando la sua occupabilità in settori strategici della Space Economy e dell'innovazione verde, sia in ambito industriale che istituzionale.

12. Durata del progetto:

Data di avvio prevista 01 Novembre 2025

Data di conclusione prevista 31 Ottobre 2028

Durata periodo presso Università (in mesi) N. mesi 18

Durata periodo presso impresa (in mesi) (*min. 6 – max 12 mesi*) N. mesi 12

Durata estero (in mesi) (*min. 6 - max 12 mesi/ 18 mesi nei casi di cotutela*)

N. mesi 6

Durata totale del dottorato (in mesi)

N. mesi 36

**Area di Ricerca/Settore scientifico-disciplinare: Aerospazio/IIND-01/E Impianti e Sistemi
Aerospaziali**

Struttura di riferimento:

Dipartimento di Ingegneria Industriale

Coordinatore del Corso di Dottorato: Prof. Michele Grassi

Indirizzo Dipartimento responsabile del corso di dottorato:

P.le Tecchio 80, 80125 Napoli

Sede corso di dottorato:

P.le Tecchio 80, 80125 Napoli

Recapiti Coordinatore del corso di dottorato:

Tel. 0817682217 PEC. michele.grassi@personalepec.unina.it

Data 21-06-2025

Il Rappresentante Legale

RETTORE

Prof. Matteo Lorito