



Allegato 1C

**Formulario descrittivo del progetto CODICE 3
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	Digital Twin per il monitoraggio intelligente e la manutenzione predittiva delle infrastrutture esistenti in Campania
Denominazione corso di dottorato	DIGITAL TRASFORMATION
Denominazione Impresa	AYRA S.R.L.
Denominazione di eventuali Agenzie di ricerca nazionali e regionali coinvolte nel progetto di ricerca	CNR-ISPC
Area di specializzazione/ Ecosistema dell'innovazione della RIS3	- Tecnologie abilitanti ICT - Energia, Ambiente, Costruzioni Sostenibili
Ambito/i tecnologico/i RIS3	Sistemi digitali per la gestione intelligente delle infrastrutture
Traiettorie/ e tecnologica/he RIS3	Digital Twin, IoT, tecnologie di monitoraggio, manutenzione predittiva e modellazione avanzata (BIM/GIS)
Durata totale del percorso di dottorato (in mesi)	36

2. Ricerca proposta (Descrivere dettagliatamente i punti 2.1, 2.2, 2.3)

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 (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).

Il progetto di ricerca proposto si inserisce pienamente negli ambiti della Strategia di Specializzazione Intelligente (RIS3) della Regione Campania 2021–2027, in particolare nelle aree "Tecnologie abilitanti ICT" e "Energia, Ambiente, Costruzioni Sostenibili".

Nel contesto dell'area "Tecnologie abilitanti ICT", rientra nell'ambito delle tecnologie digitali avanzate per la gestione dei dati e dei sistemi fisici, rispondendo in modo diretto alle esigenze di digitalizzazione, automazione e monitoraggio che contraddistinguono l'evoluzione del settore delle costruzioni e delle infrastrutture. La proposta prevede infatti lo sviluppo di modelli Digital Twin per la rappresentazione dinamica di infrastrutture reali, integrati con flussi informativi provenienti da sistemi IoT e sensoristica distribuita. Tali tecnologie rientrano a pieno titolo



nelle traiettorie tecnologiche promosse dalla RIS3, come la modellazione digitale avanzata, l'analisi intelligente dei dati, le piattaforme di simulazione predittiva e i sistemi interconnessi per il monitoraggio real-time.

Queste traiettorie rispondono alla necessità di evolvere verso infrastrutture capaci di generare, trasmettere ed elaborare informazioni in modo continuo, abilitando così una gestione più efficiente, resiliente e intelligente. L'utilizzo integrato di tecnologie ICT consente inoltre di ridurre drasticamente il margine di errore nelle valutazioni tecniche, migliorare la tempestività degli interventi e ottimizzare l'allocazione delle risorse nella manutenzione.

Parallelamente, il progetto risponde agli indirizzi dell'area "Energia, Ambiente, Costruzioni Sostenibili", in quanto affronta in maniera innovativa il tema della gestione sostenibile delle infrastrutture esistenti, con particolare attenzione al contesto territoriale campano, caratterizzato da un diffuso patrimonio edilizio e infrastrutturale spesso obsoleto, vulnerabile o non adeguatamente monitorato. Il contributo del progetto è duplice: da un lato promuove pratiche di manutenzione predittiva, che evitano deterioramenti gravi e quindi riducono l'impatto ambientale ed economico degli interventi correttivi; dall'altro stimola una maggiore consapevolezza nell'uso delle risorse pubbliche e private dedicate alla cura del costruito, favorendo la sostenibilità economica, ambientale e sociale.

La coerenza con le traiettorie tecnologiche della seconda area è altrettanto evidente: il progetto adotta strumenti di monitoraggio strutturale non invasivo, rilievo 3D ad alta risoluzione, modellazione semantica (BIM) e integrazione GIS per supportare processi decisionali e pianificazioni strategiche. L'obiettivo non è solo quello di ottenere una fotografia aggiornata delle condizioni delle opere, ma di costruire un sistema predittivo in grado di anticipare fenomeni critici e fornire supporto alle politiche di prevenzione del rischio, gestione del territorio e resilienza urbana.

L'interazione sinergica tra ambiti ICT e costruzioni sostenibili rappresenta uno degli elementi di maggiore innovatività della proposta. La ricerca si pone infatti come anello di congiunzione tra lo sviluppo tecnologico delle infrastrutture digitali e la rigenerazione del patrimonio infrastrutturale fisico, proponendo un approccio sistemico alla gestione delle opere pubbliche e private. Tale approccio è perfettamente allineato con le finalità del PR Campania FSE+ 2021–2027, in particolare con l'obiettivo specifico ESO 4.7, che mira a rafforzare la formazione avanzata come leva per l'innovazione tecnologica e la competitività territoriale.

Infine, la proposta contribuisce in modo diretto al consolidamento delle competenze regionali nel campo della digitalizzazione, della manutenzione intelligente e dell'analisi predittiva, rafforzando così uno dei pilastri della strategia regionale per l'innovazione. Il progetto si configura pertanto come un'iniziativa ad alto valore aggiunto per la Campania, con potenziali ricadute sul piano tecnologico, occupazionale e sistemico.

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).*

Il progetto di dottorato si propone di affrontare una delle sfide più rilevanti per la gestione del patrimonio infrastrutturale esistente: la necessità di monitorare in modo continuo, preciso e intelligente lo stato di conservazione delle infrastrutture – quali reti viarie, edifici pubblici, manufatti strategici e impianti tecnologici – e di programmare interventi manutentivi in un'ottica predittiva, fondata su dati oggettivi e dinamici. In questo contesto, l'attività di ricerca sarà incentrata sulla progettazione e sperimentazione di un sistema digitale integrato, fondato sul paradigma del Digital Twin, in grado di rappresentare dinamicamente le condizioni strutturali e ambientali delle infrastrutture attraverso la continua acquisizione e sincronizzazione di dati provenienti da rilievi tridimensionali e sensoristica distribuita. Il progetto mira a tradurre i dati raccolti in conoscenza utile per il processo decisionale, consentendo interventi mirati, tempestivi ed efficaci orientati a criteri di sostenibilità e resilienza.

La sperimentazione sarà supportata da un percorso fortemente applicativo e contestualizzato, grazie alla



collaborazione diretta con l'impresa partner AYRA SRL, attiva nel settore del rilievo tecnico-scientifico e del monitoraggio infrastrutturale nel territorio campano.

Obiettivi della ricerca

L'obiettivo centrale è la definizione e validazione di un framework digitale interoperabile per il monitoraggio intelligente e la gestione predittiva delle infrastrutture, basato sull'integrazione tra rilievo 3D, sensoristica IoT e modellazione digitale avanzata.

Tra gli obiettivi specifici si evidenziano: la progettazione di un sistema Digital Twin capace di restituire un modello digitale aggiornabile in tempo reale; l'integrazione di tecniche di rilievo ad alta precisione (laser scanning terrestre, rilievi UAV, fotogrammetria) con reti di sensori IoT per l'osservazione continua di parametri strutturali e ambientali; lo sviluppo di modelli predittivi supportati da algoritmi di analisi dati per l'individuazione precoce di fenomeni critici e degrado; la sperimentazione di tali tecnologie in casi studio reali selezionati in Campania, in sinergia con l'impresa ospitante.

Metodologie

La metodologia adottata sarà di tipo sperimentale e interdisciplinare, fondata sull'interconnessione tra acquisizione di dati geometrici e fisici tramite rilievi digitali e sensori, modellazione semantica BIM/GIS e simulazione dinamica mediante piattaforme digitali. Dopo un'analisi dello stato dell'arte e la definizione dei requisiti tecnici, verranno selezionati uno o più casi studio su cui testare le soluzioni sviluppate. I dati geometrici saranno elaborati per generare modelli digitali 3D accurati, successivamente arricchiti da flussi informativi provenienti da sensori connessi in tempo reale.

I modelli così ottenuti costituiranno l'infrastruttura digitale di base per implementare algoritmi di previsione dello stato di degrado e per simulare scenari di intervento, abilitando decisioni tempestive da parte dei gestori pubblici o privati. Il dottorando svolgerà una parte significativa della ricerca presso AYRA SRL, dove avrà l'opportunità di applicare le metodologie sviluppate in contesti operativi concreti, collaborando attivamente con professionisti esperti e contribuendo all'implementazione reale delle soluzioni tecnologiche.

Contenuti e articolazione temporale

Il lavoro di ricerca sarà articolato in quattro fasi principali. In una prima fase (mesi 1–6) si procederà all'analisi dei fabbisogni, alla revisione critica delle soluzioni già esistenti e alla definizione del piano operativo. Nella seconda fase (mesi 7–18) si svolgeranno le attività di acquisizione dati e costruzione dei modelli digitali tridimensionali, a cui seguirà l'integrazione della sensoristica IoT e l'implementazione del sistema Digital Twin. La terza fase (mesi 19–30) sarà dedicata alla sperimentazione sul campo, all'applicazione dei modelli predittivi e all'ottimizzazione delle interfacce digitali. L'ultima fase (mesi 31–36) sarà riservata alla validazione finale, alla disseminazione dei risultati scientifici e alla redazione della tesi, con l'obiettivo di massimizzare l'impatto tecnico e operativo del progetto.

Risultati formativi e di ricerca attesi

Il progetto condurrà alla realizzazione di un sistema digitale operativo, validato su infrastrutture esistenti, in grado di supportare la manutenzione intelligente e la gestione evoluta di opere civili mediante tecnologie interoperabili e sostenibili. Il dottorando acquisirà competenze avanzate in ambiti strategici quali rilievo digitale, sensoristica IoT, modellazione BIM e gestione predittiva delle infrastrutture, ponendosi come figura professionale ad alta specializzazione in grado di operare a cavallo tra mondo accademico e sistema produttivo.

Elemento fondamentale del progetto sarà il periodo di ricerca svolto presso AYRA SRL, impresa operante in Campania e specializzata nelle attività di rilievo, monitoraggio e digitalizzazione delle infrastrutture. Il soggiorno in



azienda, della durata minima di sei mesi, permetterà al dottorando di sperimentare sul campo le metodologie sviluppate, accedendo a casi studio reali e confrontandosi con professionisti esperti del settore. Questa esperienza garantirà un continuo scambio tra attività scientifica e applicazione operativa, favorendo l'integrazione tra ricerca accademica e innovazione industriale.

Il progetto prevede inoltre un periodo di studio all'estero, della durata minima di sei mesi, presso un'università altamente qualificata nel campo dei Digital Twin e delle tecnologie per la gestione intelligente delle infrastrutture. Questa esperienza internazionale sarà finalizzata ad approfondire modelli avanzati di monitoraggio e manutenzione, a confrontarsi con approcci metodologici differenti e a costruire reti di collaborazione scientifica utili anche per la valorizzazione dei risultati della ricerca.

L'esito atteso è la realizzazione di un sistema digitale replicabile e validato, capace di rappresentare e gestire in modo efficiente lo stato di salute delle infrastrutture, supportando le decisioni manutentive e contribuendo al miglioramento della sicurezza, dell'efficienza gestionale e della sostenibilità delle opere esistenti. Il progetto aspira infine a generare un impatto concreto sul territorio, facilitando il trasferimento delle tecnologie sviluppate verso enti pubblici e soggetti privati impegnati nella gestione delle infrastrutture.

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).*

La ricerca proposta si distingue per un elevato grado di innovazione, sia dal punto di vista tecnologico che metodologico, e si inserisce appieno nelle traiettorie evolutive della digitalizzazione applicata alle infrastrutture. Il progetto introduce un modello digitale integrato per il monitoraggio continuo e la gestione predittiva delle opere infrastrutturali esistenti, basato sull'utilizzo congiunto di tecnologie abilitanti come i modelli Digital Twin, la sensoristica IoT, il rilievo 3D ad alta risoluzione e l'intelligenza artificiale. Questo sistema permetterà di rappresentare le condizioni strutturali in tempo reale, rilevando anomalie o comportamenti fuori soglia e abilitando interventi manutentivi tempestivi, mirati e basati su dati oggettivi.

L'aspetto fortemente innovativo non risiede solo nell'adozione delle singole tecnologie, già presenti in forma isolata in ambito industriale, ma nella loro integrazione sinergica in un'unica piattaforma operativa, capace di unire il rilievo geometrico, il monitoraggio ambientale e la modellazione predittiva. La convergenza tra modellazione BIM/GIS, flussi dati provenienti da sensori connessi e analisi predittiva rappresenta una linea di sviluppo tecnologico ancora poco consolidata, soprattutto nel settore delle infrastrutture civili a scala territoriale.

La sperimentazione si avvarrà della collaborazione con AYRA SRL, startup innovativa con sede in Campania, che opera nella digitalizzazione e nel rilievo tecnico-scientifico del costruito. Il coinvolgimento di una realtà imprenditoriale giovane e tecnologicamente orientata rappresenta un ulteriore fattore di innovazione: AYRA SRL non solo fornirà accesso a infrastrutture reali e a casi studio regionali significativi, ma metterà a disposizione il proprio know-how per la sperimentazione di nuove soluzioni, in un contesto operativo dinamico e orientato alla valorizzazione dei risultati della ricerca. In quanto startup innovativa, AYRA è in grado di recepire rapidamente le soluzioni sviluppate, avviando processi di industrializzazione agile o attivando servizi avanzati a supporto della manutenzione digitale delle infrastrutture.

In questo scenario, il progetto rappresenta anche un importante laboratorio formativo e professionale, contribuendo alla costruzione di una figura altamente specializzata, dotata di competenze interdisciplinari in settori chiave per la trasformazione digitale: rilievo tridimensionale, modellazione semantica, sensoristica applicata, gestione predittiva, machine learning e ingegneria del monitoraggio. Tali profili sono sempre più richiesti nei settori della pubblica amministrazione tecnica, dell'ingegneria civile, della gestione di reti infrastrutturali e delle società di consulenza che operano nel campo della trasformazione digitale dei sistemi urbani e territoriali.



Il percorso triennale si configura quindi come una concreta occasione di crescita e di inserimento professionale, non solo all'interno dell'impresa ospitante, ma anche in altri contesti pubblici e privati in cerca di competenze evolute per affrontare la transizione digitale. La sinergia tra sistema universitario, impresa e territorio rappresenta un elemento distintivo e strategico del progetto, in linea con le finalità del PR Campania FSE+ 2021–2027 e della Strategia RIS3 regionale.

Inoltre, l'impostazione fortemente applicativa e territoriale della ricerca favorisce la creazione di soluzioni replicabili e scalabili, che potranno essere adottate anche in altri contesti regionali o nazionali. L'effetto moltiplicatore del progetto potrà estendersi sia sul piano tecnologico che su quello industriale e occupazionale, contribuendo al consolidamento di un ecosistema regionale dell'innovazione nel settore delle infrastrutture intelligenti.

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;

Il progetto prevede un coinvolgimento attivo del dottorando presso AYRA SRL, impresa qualificata come startup innovativa con sede in Campania, operante nel settore della digitalizzazione del costruito e della gestione intelligente delle infrastrutture. Il periodo in azienda, della durata complessiva di almeno sei mesi, sarà distribuito in più fasi lungo l'intero triennio, in stretta connessione con l'avanzamento delle attività di ricerca.

Durante il soggiorno presso AYRA, il dottorando sarà inserito in un ambiente operativo orientato alla sperimentazione e al trasferimento tecnologico, e parteciperà a tutte le fasi applicative del progetto: dalla pianificazione delle campagne di rilievo alla gestione dei flussi dati provenienti da sensori IoT, fino alla costruzione e aggiornamento di modelli digitali per la manutenzione predittiva delle infrastrutture.

AYRA metterà a disposizione le proprie attrezzature hardware e software, sensori per il monitoraggio ambientale e strutturale, workstation per l'elaborazione dati e per modellazione BIM. Inoltre, l'impresa offrirà il supporto tecnico e il tutoraggio di personale esperto, assicurando al dottorando un accompagnamento continuo durante l'intero percorso.

La presenza in azienda consentirà al dottorando di confrontarsi con problematiche reali, legate alla gestione di infrastrutture pubbliche e private, e di testare sul campo le soluzioni sviluppate in ambito accademico. In questo modo, si realizzerà un concreto scambio tra ricerca e applicazione, in linea con le finalità dell'Avviso, favorendo l'integrazione tra innovazione scientifica e domanda tecnologica proveniente dal territorio.

Il periodo in impresa rappresenta anche un'opportunità formativa essenziale per acquisire competenze trasversali, come la gestione di commesse complesse, l'interazione con committenti pubblici e privati, la validazione di soluzioni tecniche in ambienti operativi eterogenei. Questa esperienza rafforzerà la preparazione del dottorando e ne amplierà significativamente le opportunità di inserimento professionale, sia all'interno della stessa azienda partner sia nel più ampio ecosistema dell'innovazione infrastrutturale.

b) denominazione dell'impresa presso cui verrà svolta l'attività relativa al tema di ricercar:

AYRA S.R.L.



c) settore e attività di ricerca dell'impresa;

AYRA SRL opera nel settore dell'innovazione applicata alle infrastrutture con particolare specializzazione nel rilievo digitale, nel monitoraggio tecnico-scientifico e nella digitalizzazione del costruito. L'impresa sviluppa soluzioni avanzate per l'acquisizione, gestione e interpretazione dei dati infrastrutturali mediante l'integrazione di rilievi 3D, sensoristica IoT, modellazione BIM/GIS e tecnologie digitali per la manutenzione predittiva. Il focus dell'attività è orientato all'ingegneria del territorio, alla diagnostica del costruito e alla transizione digitale dei sistemi infrastrutturali pubblici e privati.

d) sede legale dell'impresa (Città, Provincia, indirizzo);

Battipaglia (SA), 84091, Via Rosa Jemma n.2, "Centro Direzionale Pastena"

e) sede operativa principale (e se pertinente unità organizzativa) presso cui è svolta l'attività di ricerca del dottorando;

Battipaglia (SA), 84091, Via Rosa Jemma n.2, "Centro Direzionale Pastena"

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;

AYRA SRL è una startup innovativa iscritta nel Registro delle Imprese con riconoscimento ufficiale ottenuto nel 2024. Ha vinto un finanziamento a valere sull'Avviso "StartUp Campania" promosso dalla Regione Campania, finalizzato allo sviluppo di soluzioni tecnologiche nel settore delle infrastrutture. L'impresa ha realizzato attività di ricerca e sperimentazione nell'ambito del rilievo tridimensionale e dell'integrazione tra sensoristica e modellazione digitale, con applicazioni in contesti reali per enti pubblici e soggetti privati. L'approccio di AYRA combina l'innovazione di processo con l'adozione di strumenti digitali interoperabili, puntando al trasferimento di tecnologie verso il sistema produttivo regionale.

g) nome, cognome e riferimenti del tutor aziendale;

Ing. Arch. Caterina Gabriella Guida, PhD. Email: guida@ayrasrl.it

h) contributo dell'impresa all'attività di ricerca (Know how, disponibilità sede, attrezzature, tutoraggio, etc...)

AYRA SRL metterà a disposizione del dottorando il proprio know-how tecnico e la strumentazione specialistica per attività di rilievo digitale, modellazione avanzata e monitoraggio infrastrutturale. Il tutor aziendale fornirà accompagnamento scientifico e tecnico costante. L'ambiente di lavoro sarà caratterizzato da una forte vocazione alla sperimentazione, in continuità con le attività avviate con il progetto "StartUp Campania", in cui AYRA è attualmente impegnata per l'implementazione di piattaforme digitali a supporto delle decisioni manutentive nel campo delle infrastrutture.

i) modalità di supervisione tutoriale dei dottorandi;

La supervisione sarà gestita congiuntamente dal tutor universitario e da quello aziendale, attraverso riunioni programmate, condivisione di documentazione tecnica e feedback operativi. Il dottorando parteciperà attivamente alle fasi di progettazione, test e validazione dei modelli e dei flussi di monitoraggio digitale, con l'obiettivo di applicare in azienda gli strumenti di ricerca sviluppati e di tradurre la sperimentazione in risultati concreti. Il coinvolgimento aziendale sarà continuo e coerente con le fasi di sviluppo scientifico.

l) durata di permanenza in impresa del dottorando titolare della borsa (minimo 6 massimo 12 mesi);

12 mesi, distribuiti nel triennio dottorale in coerenza con le fasi applicative e di sperimentazione presso infrastrutture reali.

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

Il progetto favorirà lo sviluppo di competenze avanzate e immediatamente spendibili nel settore della gestione digitale delle infrastrutture, rafforzando abilità tecniche, operative e decisionali. Il dottorando sarà coinvolto in tutte le fasi del processo, dalla raccolta dei dati di campo alla modellazione e all'analisi predittiva, in un contesto innovativo e multidisciplinare. I risultati della ricerca saranno utilizzati per implementare sistemi replicabili all'interno di AYRA e



in altri contesti operativi, con potenziali impatti sul mercato dei servizi infrastrutturali digitali. Il progetto offrirà al dottorando un'opportunità formativa e professionale qualificata, con concrete prospettive di inserimento nel settore dell'innovazione applicata all'ingegneria e alla trasformazione digitale del territorio.

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;

Il progetto di dottorato prevede un periodo di ricerca all'estero della durata complessiva di almeno sei mesi, da svolgersi presso un centro universitario di eccellenza internazionale, selezionato sulla base della sua qualificata attività scientifica nel campo dei Digital Twin applicati alle infrastrutture e delle tecnologie abilitanti per il monitoraggio strutturale e ambientale.

Il soggiorno all'estero si svolgerà presso la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), istituzione accademica di primo piano a livello europeo, che vanta una consolidata esperienza nella ricerca interdisciplinare su tecnologie digitali per la progettazione, gestione e manutenzione delle infrastrutture civili. In particolare, la UPM ospita un programma post-laurea specializzato in Digital Twin e Smart Infrastructure Systems, che rappresenta un punto di riferimento per la ricerca applicata nei settori del rilievo digitale, dell'analisi strutturale e della manutenzione intelligente.

Durante la permanenza presso la UPM, il dottorando sarà coinvolto in attività di approfondimento scientifico sui modelli predittivi applicati alla diagnostica infrastrutturale, con l'obiettivo di confrontare le metodologie adottate nel progetto con le più recenti esperienze sviluppate in ambito internazionale. L'attività di studio comprenderà la partecipazione a seminari, workshop e gruppi di lavoro, con il coinvolgimento diretto in progetti di ricerca attivi presso i dipartimenti della Scuola di Ingegneria Civile e Ambientale e del Centre for Smart Infrastructure.

Il soggiorno all'estero rappresenta un'opportunità fondamentale per accrescere il livello di internazionalizzazione della ricerca, arricchendo la prospettiva scientifica del dottorando e stimolando lo scambio di buone pratiche tra contesto regionale e reti accademiche europee. Inoltre, la collaborazione con il team di ricerca della UPM permetterà di consolidare il framework digitale oggetto del progetto, confrontando strumenti, algoritmi e strategie di implementazione in contesti territoriali differenti da quello campano.

Attraverso tale esperienza, il dottorando potrà acquisire competenze avanzate nella modellazione digitale delle infrastrutture, nella gestione di sistemi informativi dinamici e nell'elaborazione predittiva dei dati. Tali competenze saranno poi trasferite nel contesto di ricerca nazionale e nel percorso di collaborazione con l'impresa AYRA SRL, rafforzando il valore aggiunto della sinergia tra formazione universitaria, innovazione industriale e ricerca europea.

b) durata della permanenza all'estero (minimo 6 mesi, massimo 12 mesi estendibili a 18 mesi nei casi di cotutela);

6 mesi, collocati preferibilmente tra il secondo e il terzo anno del percorso di dottorato, in funzione dello stato di avanzamento del progetto e delle sinergie con le attività di sperimentazione in Italia.

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



Il periodo all'estero sarà programmato indicativamente tra il secondo e il terzo anno del percorso di dottorato, in coerenza con lo stato di avanzamento delle attività sperimentali in Italia. La permanenza presso la Universidad Politécnica de Madrid avrà una durata di almeno sei mesi e sarà finalizzata ad approfondire metodologie, strumenti e casi studio internazionali nel campo dei Digital Twin applicati al monitoraggio e alla manutenzione delle infrastrutture.

L'obiettivo è rafforzare il contenuto scientifico della ricerca attraverso il confronto diretto con gruppi accademici che operano su scala europea nel settore della sensoristica intelligente, della modellazione digitale avanzata e dell'analisi predittiva applicata al costruito. Il soggiorno presso la UPM consentirà di maturare una visione comparata delle strategie di gestione delle infrastrutture civili, arricchendo il quadro metodologico e contribuendo all'evoluzione del framework sviluppato nel progetto.

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

I risultati ottenuti durante il periodo all'estero contribuiranno in modo sostanziale all'accrescimento delle competenze scientifiche, tecnologiche e operative del dottorando. L'esperienza presso un contesto internazionale altamente qualificato gli permetterà di consolidare le proprie capacità di analisi e modellazione, di confrontarsi con tecnologie all'avanguardia e di affinare le strategie di gestione digitale delle infrastrutture.

Le conoscenze acquisite saranno trasferite e integrate nel progetto sviluppato in Italia, con benefici concreti sul piano della qualità metodologica, della scalabilità delle soluzioni e della trasferibilità delle tecnologie. Inoltre, il confronto con esperti europei e la partecipazione a reti di ricerca tematiche rafforzeranno la visione interdisciplinare e internazionale del dottorando, preparandolo a ricoprire ruoli di responsabilità nei settori dell'innovazione digitale, dell'ingegneria delle infrastrutture e della trasformazione tecnologica del territorio.

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 percorso formativo del dottorando, che si svolgerà in parte presso l'Unipegaso e in parte presso l'impresa partner AYRA SRL, è stato strutturato per fornire una formazione di alta specializzazione, profondamente rispondente alle esigenze del tessuto produttivo regionale e nazionale, in linea con gli obiettivi della Strategia di Specializzazione Intelligente della Regione Campania.

Modalità di svolgimento ed i contenuti delle attività di formazione destinate al dottorando

Il percorso sarà arricchito da attività formative integrative finalizzate a rafforzare le competenze tecnico-scientifiche e trasversali del dottorando, in modo da garantirgli un profilo multidisciplinare e fortemente orientato all'innovazione. Oltre ai corsi previsti nel piano formativo del dottorato, il candidato prenderà parte a seminari tematici, workshop tecnici, summer school e moduli avanzati su tematiche coerenti con l'oggetto della ricerca: modellazione BIM/GIS, sensoristica distribuita, rilievo tridimensionale, sistemi Digital Twin, manutenzione predittiva e intelligenza artificiale per l'ingegneria delle infrastrutture.

Sono inoltre previste attività su competenze trasversali (project management, trasferimento tecnologico, comunicazione scientifica e proprietà intellettuale) erogate sia internamente che attraverso reti nazionali e



internazionali. Il dottorando potrà prendere parte a programmi interuniversitari e collaborare con altri enti accademici, anche durante il soggiorno estero, per accrescere il proprio bagaglio formativo e scientifico.

Le attività formative saranno integrate nel piano triennale del progetto, in coordinamento con le attività in azienda e all'estero, garantendo la coerenza tra sviluppo della ricerca e rafforzamento delle competenze individuali.

Grado di rispondenza della proposta di ricerca rispetto alla domanda di alta formazione proveniente dal tessuto produttivo

La proposta di dottorato nasce da un'esigenza concreta del sistema produttivo campano e nazionale: formare figure in grado di guidare la transizione digitale delle infrastrutture attraverso l'impiego di tecnologie avanzate di rilievo, modellazione e monitoraggio. Il progetto risponde a tale fabbisogno con un percorso formativo strutturato attorno a competenze ibride, che combinano conoscenze ingegneristiche, digitali e gestionali.

Il coinvolgimento diretto di AYRA SRL, startup innovativa attiva nel settore del rilievo e del monitoraggio digitale, assicura la piena aderenza del progetto ai bisogni concreti del comparto produttivo. Il dottorando avrà l'opportunità di misurarsi con le reali sfide operative del settore, in un contesto imprenditoriale orientato all'adozione di soluzioni tecnologiche avanzate.

In questo senso, la proposta costituisce non solo un percorso di alta formazione accademica, ma anche uno strumento strategico per l'innovazione industriale, in grado di produrre ricadute dirette in termini di trasferimento tecnologico, competitività e sviluppo di nuovi servizi digitali per la gestione delle infrastrutture.

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*).

Il progetto di dottorato adotta pienamente i principi orizzontali dell'Unione Europea, promuovendo in ogni fase – dall'accesso al percorso formativo fino alla sua attuazione – i valori di pari opportunità, non discriminazione e inclusività. L'Ateneo proponente, Università Telematica Pegaso, garantisce criteri trasparenti e non discriminatori nella selezione dei candidati e nella definizione delle modalità di accesso al dottorato, assicurando la massima apertura verso candidati di qualunque genere, provenienza o condizione personale. La piattaforma tecnologica dell'ateneo, già progettata secondo principi di accessibilità, rende fruibili tutti i contenuti didattici anche da parte di persone con disabilità, prevedendo supporti multicanale, interfacce inclusive e ambienti digitali compatibili con gli standard di accessibilità (WCAG). Il percorso di ricerca sarà altresì strutturato per favorire l'equilibrio di genere sia nei contenuti sia nella composizione dei team di lavoro. Saranno promosse attività seminariali e di tutoraggio condotte da professioniste affermate nei settori della digitalizzazione, del monitoraggio infrastrutturale e delle tecnologie ICT, valorizzando la partecipazione attiva delle donne nelle discipline STEM. Anche presso l'impresa ospitante AYRA SRL, le attività si svolgeranno in ambienti inclusivi, accessibili e privi di barriere, con pieno rispetto dei principi di equità e pari trattamento. L'azienda condivide i valori del progetto, adottando una policy orientata all'inclusione lavorativa e all'abbattimento di ogni forma di discriminazione, in linea con il proprio status di startup innovativa a vocazione sociale e tecnologica. Infine, il progetto sostiene un modello di alta formazione aperta, flessibile e responsabile, in grado di generare impatto non solo in termini di



innovazione scientifica e tecnologica, ma anche come esempio di buona pratica nella promozione di un sistema di ricerca equo, partecipativo e sensibile ai valori della coesione sociale e della diversità.

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 ricerca prevede una rete articolata di collaborazioni nazionali e internazionali, attivate per garantire la piena riuscita delle attività scientifiche e il consolidamento di un percorso formativo di alto profilo per il dottorando. Le sinergie si articolano in funzione delle diverse fasi operative e metodologiche del progetto.

In primo luogo, una collaborazione strutturata sarà attivata con il CNR-ISPC (Istituto di Scienze del Patrimonio Culturale), che metterà a disposizione le proprie competenze e tecnologie avanzate per la fase di conoscenza del bene infrastrutturale, secondo il cosiddetto approccio del Piano della Conoscenza, utilizzato in diversi parchi archeologici sul territorio nazionale. La proposta considera l'infrastruttura come un "bene culturale contemporaneo", da indagare e documentare con tecniche mutate dal settore dei beni culturali, quali rilievi 3D ad altissima risoluzione, fotogrammetria multi-scala, imaging termico e modellazione semantica. I dati così raccolti saranno trasferiti in ambienti di modellazione BIM secondo workflow Scan-to-BIM a matrice ingegneristica, con l'obiettivo di generare modelli informativi ad alta fedeltà e interoperabili, base fondante del sistema Digital Twin.

Successivamente, il progetto si avvarrà della collaborazione scientifica con la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), ente accademico di riferimento nell'ambito delle Smart Infrastructure e dei Digital Twin, in particolare attraverso il coinvolgimento nei programmi europei promossi da EELISA (European Engineering Learning Innovation and Science Alliance). Il dottorando svolgerà presso UPM un periodo di ricerca mirato allo sviluppo e implementazione del sistema IoT, con particolare attenzione alla progettazione di reti sensoriali intelligenti (per parametri strutturali, ambientali e comportamentali), alla loro integrazione nel modello digitale e alla realizzazione di un caso pilota sperimentale. Tale esperienza consentirà il confronto con modelli e strumenti internazionali, favorendo il trasferimento di conoscenze e buone pratiche nel contesto italiano.

Queste due collaborazioni principali – il CNR per la fase analitica e conoscitiva e la UPM per la fase di prototipazione e test – saranno coordinate in sinergia con l'impresa partner AYRA SRL, che fungerà da connettore tra le attività accademiche e quelle applicative, consentendo al dottorando di sperimentare quanto appreso su casi studio concreti nel territorio campano.

L'insieme di queste sinergie rappresenta un elemento strategico del progetto, capace di connettere il sapere scientifico con l'innovazione operativa, garantendo al dottorando un'esperienza formativa immersiva, interdisciplinare e orientata alla trasformazione digitale delle infrastrutture esistenti.



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 si inserisce pienamente nella strategia e negli obiettivi del Programma Regionale Campania FSE+ 2021–2027, contribuendo in modo diretto all'attuazione dell'Obiettivo Specifico ESO 4.7, che mira a promuovere l'acquisizione di competenze avanzate, l'elevazione del capitale umano e la connessione tra sistema della ricerca e mondo produttivo.

La proposta è fortemente orientata all'innalzamento del livello delle competenze tecnico-scientifiche dei giovani ricercatori, attraverso un percorso di alta formazione finalizzato allo sviluppo e alla sperimentazione di tecnologie abilitanti per il monitoraggio intelligente delle infrastrutture. Il progetto risponde in modo puntuale alla domanda emergente di figure professionali interdisciplinari, capaci di operare nella trasformazione digitale del comparto delle costruzioni e nella gestione evoluta delle opere pubbliche e private.

La coerenza con gli obiettivi del PR è ulteriormente rafforzata dall'approccio integrato adottato, che combina: formazione universitaria, esperienza industriale presso una startup innovativa (AYRA SRL), mobilità internazionale in un centro di eccellenza (Universidad Politécnica de Madrid) e trasferimento tecnologico verso il tessuto produttivo regionale. Questo modello formativo è pienamente in linea con l'impianto dell'Avviso, che promuove percorsi di dottorato industriale finalizzati al rafforzamento del sistema dell'innovazione in Campania. In particolare, il progetto concorre a realizzare i seguenti effetti attesi del PR e dell'Avviso:

- il consolidamento delle competenze nelle aree strategiche della RIS3 regionale (ICT e infrastrutture sostenibili);
- la promozione dell'occupabilità qualificata di giovani ricercatori attraverso la valorizzazione del dottorato come leva per l'innovazione;
- il sostegno alla collaborazione tra sistema accademico e imprese per la crescita di un ecosistema regionale ad alta intensità tecnologica.

Il percorso tracciato contribuisce dunque all'obiettivo di costruire un'economia regionale più competitiva, digitale e sostenibile, dotata di professionalità in grado di affrontare le sfide della transizione ecologica e della trasformazione digitale, in coerenza con le priorità trasversali dell'intera programmazione FSE+ 2021–2027.

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).*

Il percorso di dottorato proposto risponde in maniera chiara e documentata ai fabbisogni formativi e professionali del territorio campano, inserendosi in un contesto nazionale caratterizzato da una diffusa vetustà del patrimonio infrastrutturale, da criticità gestionali e da una crescente esigenza di innovazione tecnologica. In Italia, oltre il 60% delle infrastrutture civili risale a prima del 1970, con livelli di degrado strutturale che interessano ponti, viadotti, edifici pubblici, reti viarie e impianti strategici. In Campania, la situazione è particolarmente delicata: la presenza di aree urbane storiche, territori ad elevato rischio sismico e degrado idrogeologico, unita alla frammentazione dei dati gestionali, rende urgente lo sviluppo di strumenti intelligenti per il monitoraggio continuo, la diagnosi precoce e la manutenzione predittiva del costruito.



Il progetto risponde a questa domanda critica formando una figura in grado di coniugare competenze ingegneristiche e digitali avanzate. Il dottorando sarà in grado di operare nel campo della gestione informativa delle infrastrutture, attraverso strumenti come rilievi 3D, modellazione BIM/GIS, sensoristica IoT e piattaforme Digital Twin, in grado di rappresentare in tempo reale lo stato di salute delle opere, integrando dati di varia natura per supportare le decisioni manutentive.

In termini qualitativi, la proposta interpreta le esigenze espresse dalle imprese del settore costruzioni, dalle pubbliche amministrazioni e dai gestori infrastrutturali, i quali richiedono sempre più frequentemente l'impiego di tecnologie digitali per migliorare l'efficienza, la sicurezza e la sostenibilità delle reti fisiche. In termini quantitativi, le recenti indagini di ANCE, Cresme e ISTAT evidenziano una domanda crescente di tecnici e ricercatori specializzati nella digitalizzazione del costruito, con un fabbisogno stimato in forte crescita nei prossimi 10 anni, anche per effetto delle direttive europee su digitalizzazione e resilienza infrastrutturale.

Il coinvolgimento di AYRA SRL, startup innovativa attiva sul territorio campano, rafforza ulteriormente l'aderenza della proposta al sistema produttivo e consente al dottorando di agire su casi studio reali legati alla digitalizzazione di opere esistenti, con una prospettiva concreta di trasferibilità dei risultati. Il percorso proposto si configura pertanto come uno strumento di risposta efficace e sostenibile alla fragilità infrastrutturale del territorio campano, nonché alle sfide occupazionali legate alla trasformazione digitale del settore.

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)

Nel quadro di un progetto fortemente orientato all'internazionalizzazione, si prevede l'attivazione e il rafforzamento di accordi e collaborazioni con enti accademici e centri di ricerca europei ed extraeuropei, finalizzati alla mobilità dei dottorandi, allo scambio di buone pratiche e alla condivisione di metodologie e strumenti avanzati nel campo dei Digital Twin applicati alle infrastrutture.

Oltre alla permanenza già programmata presso la Universidad Politécnica de Madrid, saranno avviate iniziative con ulteriori Università e istituti di ricerca internazionali, sia attraverso reti di cooperazione già esistenti (es. programma EELISA) sia tramite nuovi accordi bilaterali specifici per il tema della ricerca. In questo contesto, sarà possibile organizzare workshop dimostrativi e seminari scientifici, destinati alla presentazione dei risultati intermedi del progetto e allo scambio metodologico con altri gruppi di ricerca attivi sulle medesime tematiche.

In particolare, è allo studio l'attivazione di attività congiunte con istituzioni universitarie extraeuropee in Argentina – come la UBA (Universidad de Buenos Aires), dove sono già stati avviati contatti informali con gruppi di ricerca attivi nel campo della digitalizzazione del costruito e della modellazione predittiva. Questi rapporti potranno tradursi in mobilità bidirezionale (visiting lectures, short school, laboratori congiunti), anche grazie all'attivazione di accordi quadro tra gli atenei coinvolti, con l'obiettivo di creare un circuito stabile di interscambio scientifico e formativo.

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 progetto di dottorato prevede un periodo di ricerca all'estero della durata di almeno sei mesi, da svolgersi presso la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), realtà accademica di riferimento in Europa per lo studio dei Digital Twin applicati alle infrastrutture civili e per lo sviluppo di sistemi intelligenti basati su IoT, sensoristica avanzata e visione artificiale.

Durante il soggiorno, il focus principale sarà lo sviluppo e la sperimentazione di sistemi IoT evoluti non solo per il monitoraggio statico e dinamico tradizionale (vibrazioni, spostamenti, parametri ambientali), ma anche per la prevenzione e gestione di eventi esterni non strutturali, come incidenti stradali, rallentamenti del traffico, variazioni di flusso veicolare, mediante l'impiego di sensori intelligenti e algoritmi di computer vision integrati con telecamere e dispositivi di rilevamento della velocità.

Tale ambito, ancora poco esplorato nella pratica operativa italiana, rappresenta un'estensione innovativa del concetto di Digital Twin: non solo replica digitale del costruito, ma ecosistema dinamico capace di percepire il contesto d'uso, reagendo in tempo reale a condizioni mutevoli. La ricerca sarà sviluppata in collaborazione con il Centre for Smart Infrastructure e i laboratori del master europeo EELISA Joint Master on Digital Twins, che offrono ambienti altamente interdisciplinari in cui convergono ingegneria civile, informatica, automazione e gestione intelligente dei dati.

Le attività previste includono:

- progettazione di una rete sensoriale integrata (sensori vibrazionali, accelerometrici, radar, LPR, telecamere intelligenti);
- sviluppo di algoritmi predittivi multivariabili che combinano dati strutturali e ambientali con input "comportamentali" (flusso veicolare, pattern di utilizzo);
- confronto e validazione delle architetture Digital Twin, in ottica di scalabilità e adattabilità a diversi contesti.

Dal punto di vista formativo, questa esperienza consentirà al dottorando di assorbire competenze trasversali nell'ambito della sensoristica distribuita, della cyber-physical infrastructure e della gestione real-time del dato complesso. L'esposizione a progetti di ricerca europei, nonché la partecipazione a seminari e workshop internazionali, rafforzeranno la dimensione internazionale della ricerca, promuovendo anche future collaborazioni istituzionali tra Atenei e impresa partner.

I risultati del soggiorno verranno integrati nel progetto sviluppato in Italia, potenziando le funzionalità del framework digitale in corso di sperimentazione e permettendo di proporre un prodotto tecnologico altamente replicabile, in grado di contribuire alla sicurezza, resilienza e gestione predittiva delle infrastrutture, sia in ottica strutturale che funzionale.



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 contribuisce in modo significativo al rafforzamento delle competenze verdi del dottorando, promuovendo un approccio orientato alla sostenibilità ambientale, all'efficienza gestionale e alla rigenerazione del patrimonio infrastrutturale esistente. La ricerca si basa sull'implementazione di sistemi digitali evoluti – Digital Twin, sensoristica IoT e modellazione predittiva – in grado di abilitare una manutenzione intelligente e sostenibile delle opere civili, riducendo sprechi di risorse, estendendo la vita utile delle infrastrutture e minimizzando l'impatto ambientale degli interventi.

Attraverso l'adozione di tecnologie non distruttive per il monitoraggio, il progetto favorisce un uso più razionale e circolare dei materiali e delle risorse, contribuendo alla riduzione delle emissioni indirette associate a interventi manutentivi non pianificati o emergenziali. L'integrazione tra rilevamento digitale, simulazione comportamentale e gestione predittiva si configura come leva tecnica fondamentale per l'evoluzione del settore verso modelli più coerenti con i principi dell'economia verde e circolare.

Il dottorando sarà formato all'interno di un contesto interdisciplinare in cui il concetto di sostenibilità è pienamente integrato negli strumenti di analisi, nelle decisioni di intervento e nelle logiche di gestione. Le competenze sviluppate nel corso del dottorato saranno dunque immediatamente trasferibili a settori strategici per la transizione ecologica del territorio, contribuendo all'adozione di soluzioni a basso impatto ambientale nei processi di conservazione, riqualificazione e valorizzazione del costruito.

In tal modo, il progetto si inserisce pienamente nel quadro delle priorità del Green Deal europeo e degli orientamenti strategici del PNRR, contribuendo alla formazione di un capitale umano in grado di guidare l'innovazione sostenibile nei settori delle costruzioni, delle infrastrutture e della rigenerazione urbana.