

CORSO DI DOTTORATO IN ANALISI E CONTROLLO DI STRUTTURE E OPERE D'ARTE INFRASTRUTTURALI
DOTTORATO INDUSTRIALE
ANNO ACCADEMICO 2022/2023 (37° CICLO)

Coordinatore professor Walter Salvatore

Sede amministrativa Dipartimento di Ingegneria Civile e Industriale – Largo Lucio Lazzarino 2 – 56126 PISA

Tipologia della procedura concorsuale: graduatoria unica per Corso di dottorato;

POSTI A CONCORSO: 6

di cui

- 3 con borsa**
- 1 contratto di alto apprendistato con Autostrada dei Fiori S.p.A.**
- 1 contratto di alto apprendistato con Engineering Ingegneria Informatica S.p.A.;**
- 1 senza borsa**

Dettagli borse:

- 2 finanziata dall'Università di Pisa
- 1 a valere sui finanziamenti ministeriali PNRR (decreto n.351/2022) "*Design and development of drone systems and algorithms for the exploration, survey, reconstruction and search tasks in cooperative/autonomous scenarios with human and automated partners (H2M, M2M)*" transazioni digitale e ambientali (TDA) con periodi di studio e ricerca in imprese o centri di ricerca da un minimo di sei (6) mesi a un massimo di dodici (12) mesi e periodi di studio e ricerca all'estero da un minimo di sei (6) mesi a un massimo di diciotto (18) mesi

Il numero delle borse di studio potrà essere incrementato a seguito dell'acquisizione di finanziamenti esterni che si rendessero disponibili. Tali incrementi nella dotazione delle borse saranno appositamente formalizzati con decreti rettorali pubblicati alla pagina <http://www.unipi.it/concorsodottorato>.

Nota bene: Le suddette borse di dottorato messe in bando sulla base dei finanziamenti PNRR (decreti n.3138/2021, n.3264/2021, n.3277/2021, n.341/2022, n.351/2022 e n.352/2022) sono da considerarsi sotto condizione dell'effettivo finanziamento da parte del MUR e per quanto riguarda le sole borse di cui al d.m. n.352/2021 anche al perfezionamento delle relative convenzioni con le imprese co-finanziatrici.

Requisiti di ammissione:

Titolo di studio previsto per l'ammissione da conseguire entro il 31 ottobre 2021 (per titolo non ancora conseguito allegare l'elenco degli esami sostenuti con relativa votazione)

laurea magistrale/specialistica (o vecchio ordinamento): **TUTTE**

Importante: A tal proposito si richiede che il candidato alleghi, durante la procedura di iscrizione online al concorso, apposita dichiarazione sostitutiva relativa alla laurea conseguita o da conseguire (resa ai sensi e per gli effetti del DPR n. 445/2000) come da allegato 1 parte integrante del bando.

Modalità e criteri di selezione

Valutazione curriculum:

Il curriculum, firmato e accompagnato da una fotocopia di un documento di identità in corso di validità, deve essere caricato esclusivamente tramite upload, in fase d'iscrizione online al concorso, e deve riguardare il percorso formativo, le esperienze professionali e di ricerca. **Si raccomanda di trasmettere ogni documento si ritenga utile ai fini della valutazione del curriculum stesso.**

Il candidato che intendesse sottoporre alla valutazione della commissione esaminatrice elementi relativi alle carriere universitarie svoltesi presso l'Università di Pisa deve farne esplicita richiesta in modo da poter procedere all'acquisizione di ufficio nel curriculum suddetto.

	<p>Nel curriculum saranno valutati:</p> <ul style="list-style-type: none"> - la tesi o un sommario della tesi e le eventuali pubblicazioni scientifiche utilizzando come criterio la qualità della collocazione editoriale e la pertinenza al corso di dottorato ed al progetto di ricerca; - eventuali titoli presentati quali lettere di referenza, corsi extrauniversitari e/o certificazioni inerenti al corso di dottorato, contratti per posizioni di ricerca presso università o enti di ricerca, e numero di esami con lode. <p>Il candidato deve inoltre indicare, durante la procedura di iscrizione online al concorso, Gli eventuali nominativi e i relativi contatti (indirizzi mail e numeri di telefono) di docenti e studiosi nell'ambito dei settori disciplinari inerenti gli argomenti del corso di dottorato disponibili a fornire referenze i quali dovranno effettuare l'upload della referenza entro le ore 23.59 ora italiana dell'8 agosto 2022 secondo le indicazioni che saranno fornite direttamente al docente via mail.</p> <p>Punteggio minimo: 10 su 20</p>
Prova scritta:	<p>La prova scritta sarà tesa ad accertare i prerequisiti culturali e potrà essere svolta, a scelta del candidato, in lingua italiana o inglese.</p> <p>Punteggio minimo: 20 su 35</p>
Colloquio:	<p>Il colloquio dovrà riguardare la verifica delle conoscenze, dell'attitudine alla ricerca, con disponibilità a condurre percorsi di formazione in Italia e all'estero, e dell'interesse all'approfondimento scientifico.</p> <p>Il colloquio verterà su argomenti tecnici e scientifici affini al progetto di ricerca di carattere generale.</p> <p>Punteggio minimo: 30 su 45</p> <p>Videoconferenza <input type="checkbox"/></p> <p>I candidati che intendano sostenere il colloquio in videoconferenza dovranno caricare, esclusivamente tramite upload in fase d'iscrizione online al concorso, l'Allegato C al bando di concorso. Le richieste pervenute oltre l'8 agosto 2022 saranno sottoposte all'esame della commissione esaminatrice che valuterà se accoglierle in considerazione dei tempi tecnici utili all'organizzazione del colloquio in videoconferenza.</p>
Indicazione per la presentazione dell'eventuale progetto di ricerca	<p>Previsto <input checked="" type="checkbox"/> SI da illustrare in sede di colloquio</p> <p>Il progetto di ricerca dovrà essere prodotto tramite upload in sede d'iscrizione online al concorso e sarà illustrato in sede di colloquio così da far emergere la capacità progettuale del candidato.</p> <p>Nel caso sia presente il fac-simile di progetto decidere se indicare la bibliografia e se è compresa nei caratteri</p> <p>La presentazione del progetto di ricerca sarà valutata in termini di pertinenza al corso di dottorato, inquadramento della ricerca rispetto allo stato dell'arte, metodologia proposta e pianificazione del lavoro nel triennio.</p> <p>Il progetto di ricerca deve essere completo di bibliografia e la lunghezza totale dell'elaborato non deve superare le 3 pagine in formato A4 con dimensione minima del font pari a 11.</p>
Calendario delle prove	<p>Il calendario delle prove, con l'indicazione della sede, sarà pubblicato in data 19 luglio 2022 all'indirizzo http://dottorato.unipi.it/ - "Ammissione e iscrizioni".</p> <p>L'elenco degli ammessi a sostenere la prova scritta sarà pubblicato all'indirizzo http://dottorato.unipi.it/ - "Ammissione e iscrizioni" <u>almeno 5 giorni prima della prova stessa</u>.</p>
Indicazione sulla didattica del corso:	<p>Progetto formativo e obiettivi del corso:</p> <p>Le costruzioni esistenti rivestono un ruolo centrale nella ricerca e sviluppo dell'ingegneria strutturale e geotecnica, coinvolgendo problematiche tipiche della modellazione, della caratterizzazione sperimentale e del monitoraggio.</p> <p>In ambito infrastrutturale, nel 2020, il Ministero delle Infrastrutture e Mobilità Sostenibili, MIMS, ha prodotto nuove linee guida per la "Classificazione e la gestione del rischio, la valutazione della sicurezza ed il monitoraggio dei ponti esistenti". Le procedure ivi contenute</p>

definiscono un nuovo approccio per la gestione del patrimonio infrastrutturale di ponti e viadotti. Analoghe Linee Guida sono state approvate per le gallerie esistenti. L'approccio proposto si basa sulla valutazione del livello di attenzione dell'opera, al fine di determinarne la necessità di valutazioni accurate, di monitoraggio o di interventi di adeguamento. Tali operazioni sono eseguite da tecnici qualificati utilizzando tecniche di rilievo, indagine, modellazione e analisi certamente consolidate se pur di tipo "tradizionale", cosicché l'integrazione delle informazioni, la raccolta dei dati e le elaborazioni successive si esplicano in un processo necessario ma impegnativo in termini di risorse economiche, umane e temporali.

D'altro canto l'applicazione della nuova struttura normativa sta promuovendo un rapido sviluppo tecnico e tecnologico con soluzioni sempre più efficaci e accurate in risposta alle menzionate esigenze di conoscenza, controllo e monitoraggio e che fanno ricorso alle più moderne tecnologie nell'ambito della sensoristica, del rilievo strumentale, dell'informatizzazione e dell'intelligenza artificiale.

L'utilizzo di AI, ad esempio, riveste oggi particolare interesse nell'estrapolazione di informazioni rilevanti dai dati riguardanti l'evoluzione nel tempo dei difetti delle infrastrutture e nella caratterizzazione dei relativi effetti sulla sicurezza.

L'utilizzo della Robotica e dei metodi di Automazione, d'altro canto, rivestono interesse nella raccolta dati mediante operazioni di cattura autonome e/o semiautonome e operazioni di integrazione delle informazioni raccolte da fonti eterogenee e/o mobili.

Il Corso intende formare una generazione di esperti in grado di coniugare conoscenze avanzate nell'ambito dell'ingegneria civile strutturale e geotecnica sulla valutazione e classificazione del rischio e sulla modellazione, verifica, controllo e monitoraggio delle strutture, con le possibilità offerte dalle tecniche di analisi e informatizzazione dei dati, di rilievo geometrico e fotogrammetrico e dell'intelligenza artificiale.

Il corso prevede l'istituzione di un consorzio tra Università di Pisa, Dipartimento di Ingegneria Civile ed Industriale, sede amministrativa, Scuola Superiore Sant'Anna, Classe di Scienze Sperimentali ed Applicate, Autostrada dei Fiori S.p.A., gestore autostradale di grande rilevanza, e Engineering S.p.A., società leader nel settore del software e servizi IT. Il Consorzio beneficerà anche dei contributi scientifici dell'Istituto Italiano di Tecnologia di Genova con il quale si instaurerà una continua collaborazione.

Il titolo sarà rilasciato congiuntamente da Università di Pisa e Scuola Superiore Sant'Anna.

Il percorso del dottorato prevede una solida formazione di base fornita dai docenti dell'Università di Pisa, della Scuola Superiore Sant'Anna e dell'Istituto Italiano di Tecnologia, seguita da approfondimenti su argomenti specifici grazie ad una stretta collaborazione tra Università, Enti di Ricerca e Industria.

E' prevista l'organizzazione di corsi di base nell'ambito dell'affidabilità strutturale, del deep learning e computer vision e della sensoristica, di corsi specifici di meccanica delle strutture e di tecnica delle costruzioni nuove ed esistenti, di robotica & sensori, oltre a corsi e seminari opzionali su temi di interesse.

E' previsto un soggiorno all'estero di almeno 5 mesi al fine di consolidare le conoscenze nell'ambito del tema di ricerca oggetto della tesi e di conoscere nuove metodologie di studio e di ricerca, anche sperimentale.

Gli studenti interagiranno in modo continuo con i soggetti industriali, consorziati e non, anche mediante soggiorni di diversa durata a seconda delle esigenze.

Particolare attenzione sarà rivolta agli aspetti di trasferimento tecnologico, garantito, oltre che dai soggiorni e agli stage aziendali, anche dalla presenza di tutor aziendali dei dottorandi nonché da un forte interscambio tecnico, scientifico e culturale attraverso l'organizzazione di seminari, eventi e tavole tematiche e allo sviluppo di un centro di open innovation per accesso aziendale.

I tutori dei dottorandi, di cui almeno uno industriale, dovranno garantire coerenza con il programma di ricerca, relazioni con ambiti industriali, supervisione delle attività di ricerca, controllo delle pubblicazioni, e pre valutazione delle iniziative di formazione e dei periodi all'estero.

Il corso è finalizzato e fornire le competenze per l'esercizio di attività di ricerca di alta qualificazione e attività professionali di elevata innovatività sui temi di modellazione, monitoraggio e controllo di strutture e opere d'arte infrastrutturali.

Il corso affronta la tematica di ricerca in una prospettiva multidisciplinare che integri le conoscenze tipiche della modellazione fisico-matematica, della meccanica computazionale, della meccanica sperimentale, della tecnica delle costruzioni nuove ed esistenti, della geotecnica e della diagnostica strutturale con tecniche di automazione, robotica, sensoristica e controllo e con sistemi di elaborazione dati, di intelligenza artificiale (AI) e di machine learning.

Le nuove tecnologie stanno progressivamente sostituendo gli strumenti di rilievo, indagine, controllo e monitoraggio delle strutture e delle opere d'arte infrastrutturali.

I sistemi di sensorizzazione innovativi includono diversi tipi di camere e di rilevatori morfologici, sia fissi sia mobili, integrati spesso con droni, veicoli autonomi e braccia robotizzate, per l'acquisizione di geometrie, di informazioni grafiche e l'analisi di superfici e difetti estesi in strutture. Diverse tecniche sono state progettate per la fusione di informazioni geometriche e grafiche quando raccolte da veicoli mobili in grado di navigare intorno alla struttura in maniera autonoma, semi-supervisionata o tramite modalità di pilotaggio remota.

L'applicazione delle tecniche di classificazione e stima evolute ai dati raccolti sul campo costituiscono supporto rilevante per la determinazione della tipologia e dell'entità dei fenomeni evolutivi nonché per la calibrazione ed aggiornamento di modelli meccanici e strutturali e per la stima dei livelli di sicurezza strutturali. Allo stato dell'arte, si stanno formando nuovi metodi di apprendimento numerico e visione artificiale basati su coorti di immagini con difetti annotati per consentire una localizzazione e classificazione semi-automatizzata dei fenomeni evolutivi di danneggiamento e degrado.

Ulteriori sviluppi sono sicuramente possibili grazie all'integrazione dei metodi di rilievo e monitoraggio utilizzando i più moderni approcci per la sensorizzazione e analisi dati con modelli meccanici e analisi affidabilistiche che, utilizzando modelli previsionali dei fenomeni evolutivi, consentono la stima in tempo reale dei livelli di sicurezza della costruzione e quindi della sua vita utile.

Il corso prevede di offrire agli studenti conoscenza e possibilità di sviluppare ricerca sui seguenti temi specifici che seppur distinti condividono una impostazione di base a comune:

- **Modellistica e progettazione strutturale e geotecnica:** si propone di offrire aspetti di studio e di ricerca complementari per la modellazione meccanica di micro e macro-strutture, la caratterizzazione delle proprietà meccaniche di materiali tradizionali e innovativi, l'analisi dinamica e di stabilità delle strutture, la meccanica sperimentale come verifica dei modelli adottati, l'analisi e la valutazione del rischio strutturale, sismico, idrogeologico e fondazionale delle strutture, lo sviluppo di modelli previsionali dei fenomeni evolutivi rilevanti, il monitoraggio e il controllo delle strutture esistenti, sia nei confronti dei carichi antropici sia dei fenomeni naturali, la sicurezza delle strutture e opere d'arte infrastrutturali, l'integrazione dei dati provenienti dall'analisi e verifica strutturale con quelli del monitoraggio, la progettazione di soluzioni innovative per l'adeguamento delle costruzioni esistenti

- **Robotica, sensoristica e sistemi embedded per l'acquisizione dati:** si prevede di sviluppare metodi innovativi di ricerca e raccolta dati delle infrastrutture per la definizione di modelli geometrici, l'analisi dei dati geomorfologici e la correlazione dei dati raccolti con i dati progettuali. Saranno sviluppate competenze di robotica, computer vision che oltre ad integrare sensori di tipo tradizionale consente lo sviluppo di nuovi sensori distribuiti, estesi o mobili (quali radar, fibre ottiche, sensori termici ed altro).

- **AI e Machine Learning:** si prevede di offrire contenuti focalizzati su elaborazione delle informazioni e previsione del rischio, acquisizione ed elaborazione delle immagini visive, termiche, radar e acustiche; studio di tecniche di computer vision per l'analisi delle immagini (2D, 2.5D, 3D) per la classificazione e la quantificazione delle difettosità, sviluppo di algoritmi AI (machine learning e deep learning) per la rilevazione automatica di anomalie e difetti.

E' prevista una forte correlazione tra i temi di ricerca, promuovendo studi di dottorato che facciamo tesoro delle conoscenze di ingegneria strutturale ma che al contempo sfruttino le potenzialità della robotica e dell'AI e del machine learning.

Sito web del corso:

Il corso di dottorato è di nuova costituzione, la pagina non è ancora realizzata