

## PIANO FORMATIVO

### Master universitario di Secondo livello in

### Analisi, diagnostica e monitoraggio di strutture e infrastrutture

<b>1</b>	<b>Anno accademico</b>	2022-2023
<b>2</b>	<b>Direttore</b>	Prof. Achille Paolone
<b>3</b>	<b>Consiglio Didattico Scientifico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prof.ssa Daniela Addessi</li> <li>- Prof. Davide Bernardini - Prof. Franco Bontempi</li> <li>- Prof. Jacopo Ciambella</li> <li>- Prof. Augusto Desideri</li> <li>- Prof. Paolo Franchin</li> <li>- Prof. Vincenzo Gattulli</li> <li>- Prof. Domenico Liberatore</li> <li>- Prof. Alessio Lupoi</li> <li>- Prof.ssa Maria Marsella</li> <li>- Prof. Stefano Pampanin</li> <li>- Prof. Sebastiano Rampello - Prof. Francesco Romeo</li> <li>- Prof.ssa Patrizia Trovalusci</li> </ul>
<b>4</b>	<b>Delibera di attivazione in Dipartimento</b>	21/04/2022
<b>5</b>	<b>Data di inizio delle lezioni</b>	03/02/2023
<b>6</b>	<b>Calendario didattico</b>	Venerdì (14:00-19:00) e sabato (9:00-13:00, 14:00-17:00)
<b>7</b>	<b>Eventuali partner convenzionati</b>	Da definire
<b>8</b>	<b>Requisiti di accesso</b>	LM-4 c.u. Architettura LM-4 Architettura (Restauro) LM-4 c.u. Ingegneria Edile-Architettura LM-20 Ingegneria Aeronautica LM-20 Ingegneria Aerospaziale e Astronautica LM-23 Ingegneria Civile LM- 24 Gestione del Progetto e della Costruzione dei Sistemi Edilizi LM-24 Ingegneria per l'Ambiente e l'Edilizia Sostenibile LM-24 Ingegneria dei sistemi edilizi LM-28 Ingegneria Elettrica



		<p>LM-28 Ingegneria Elettrotecnica LM-29 Ingegneria Elettronica LM-30 Ingegneria Energetica LM-30 Ingegneria Energetica e Nucleare LM-33 Ingegneria Meccanica LM-34 Ingegneria Navale LM-35 Ingegneria dell'Ambiente per lo Sviluppo Sostenibile LM-35 Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio LM-44 Modellistica matematico-fisica per l'ingegneria LM-53 Scienza e ingegneria dei materiali LM-75 Scienze e tecnologie per l'ambiente e il territorio LM-74 Scienze e tecnologie geologiche</p> <p>Possono, altresì, accedere al Master anche i possessori di una Laurea conseguita in base al sistema previgente alla riforma universitaria del D.M. 509/99 equiparata a una delle classi suindicate</p>
<b>9</b>	<b>Prova di selezione</b>	Non prevista (selezione per titoli)
<b>10</b>	<b>Sede attività didattica</b>	Facoltà di Ingegneria Civile e Industriale, Sapienza Università di Roma Via Eudossiana, 18 - 00184 Roma
<b>11</b>	<b>Stage</b>	Da definire
<b>12</b>	<b>Modalità di erogazione della didattica</b>	mista
<b>13</b>	<b>Finanziamenti esterni, esenzioni, agevolazioni o riduzioni di quota</b>	<p>Si</p> <p>Per i primi tre classificati nella graduatoria di ammissione, è prevista una riduzione della quota di iscrizione secondo lo schema di seguito riportato:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• € 2.000,00 per il primo della graduatoria</li><li>• € 1.000,00 per il secondo della graduatoria</li><li>• € 500,00 per il terzo della graduatoria</li></ul> <p>Qualora il Master ottenga appositi finanziamenti da enti esterni, questi potranno essere messi a disposizione per la copertura parziale o totale della quota di iscrizione al Master, nel rispetto della graduatoria degli ammessi e secondo le percentuali stabilite dal Consiglio Didattico Scientifico</p>



<b>14</b>	<b>Contatti Segreteria didattica</b>	<p><b>Indirizzo</b> Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica Sapienza Università di Roma Via Eudossiana, 18, 00184 Roma Giorni Lunedì-Venerdì Orario di apertura 9:00-14:00</p> <p><b>Telefono</b> 06-44585193</p> <p><b>E-mail</b> <a href="mailto:master.disg_admsi@uniroma1.it">master.disg_admsi@uniroma1.it</a></p>
-----------	--------------------------------------	---

## Piano delle Attività Formative

Il Piano formativo è redatto considerando che le attività didattiche frontali e le altre forme di studio guidato o di didattica interattiva devono essere erogate per una durata non inferiore a 300 ore, distribuite, di norma, nell'arco di almeno 6 mesi.

Il Piano formativo può prevedere che il Master sia erogato in tutto o in parte utilizzando forme di didattica a distanza o in lingua diversa dall'italiano.

Il numero minimo di Cfu assegnabile ad una attività è 1 e non è consentito attribuire Cfu alle sole ore di studio individuale.

In caso di attività (moduli) che prevedano più Settori Scientifici Disciplinari sono indicati dettagliatamente il numero di Cfu per ognuno di essi.

Denominazione attività formativa	Obiettivi formativi	Docente	Settore scientifico disciplinare (SSD)	CFU	Ore	Tipologia	Verifica di profitto (se prevista, e modalità)
<b>Comportamento meccanico delle strutture</b>							
<i>Comportamento statico delle strutture</i>	Acquisire la conoscenza del comportamento di diversi elementi strutturali notevoli e di loro assemblaggi di interesse. Fornire gli strumenti metodologici e di calcolo che consentono di interpretare e risolvere la risposta delle strutture, analizzandone i comportamenti qualitativi e quantitativi.	Paolone A.	ICAR/08	3	75	Lezioni, esercitazioni, studio individuale	Verifica scritta alla fine dell'erogazione del modulo
<i>Comportamento dinamico delle strutture</i>	Fornire gli strumenti per la valutazione della risposta di strutture lineari a carichi variabili nel tempo trattando sistemi sia discreti sia continui.	Bernardini D.	ICAR/08	2	50	Lezioni, esercitazioni, studio individuale	Verifica scritta alla fine dell'erogazione del modulo

<i>Comportamento di opere geotecniche</i>	Acquisire conoscenze sul comportamento meccanico di opere geotecniche quali fondazioni, opere di sostegno, infrastrutture sotterranee. Acquisire conoscenze sulla fenomenologia dell'interazione delle opere geotecniche con i movimenti di versante e con le strutture preesistenti. La conoscenza dei comportamenti è finalizzata alla definizione delle grandezze che dovranno essere acquisite nel monitoraggio.	Rampello S.	ICAR/07	1	25	Lezioni, esercitazioni, studio individuale	Verifica scritta alla fine dell'erogazione del modulo
---	--	-------------	---------	---	----	--	---

<i>Robustezza e sicurezza di ponti e viadotti</i>	Si considerano i concetti e i metodi opportuni e necessari alla valutazione della sicurezza e della robustezza di costruzioni esistenti come i ponti e i viadotti. La valutazione è condotta con rigore scientifico e sulla base di solidi ragionamenti e considerazioni logiche, prestando attenzione alla concezione strutturale, all'organizzazione come sistema della struttura, alle crisi strutturali come conseguenza dell'allineamento di diverse debolezze, all'analisi come processo strutturato ed esplorativo.	Bontempi F.	ICAR/09	2	50	Lezioni, esercitazioni, studio individuale	Verifica scritta alla fine dell'erogazione del modulo
---	--	-------------	---------	---	----	--	---

**Diagnostica e monitoraggio**

<i>Sensori e reti di sensori</i>	Acquisire competenze sul funzionamento delle reti di sensori wireless (wireless sensor networks - WSN) che rappresentano un'importante tecnologia per il monitoraggio distribuito di grandezze fisiche, in grado di fornire misure caratterizzate da un'elevata risoluzione sia temporale che spaziale.	Ciambella J.	ING-INF/01	1	25	Lezioni, esercitazioni, studio individuale	Verifica scritta alla fine dell'erogazione del modulo
<i>Tecniche di elaborazione dei segnali per l'Ingegneria delle Strutture</i>	Comprendere il concetto di elaborazione di un segnale, di funzione di trasferimento e di filtri analogici e discreti. Comprendere il significato di contenuto spettrale associato a segnali continui e discreti e la loro interpretazione nell'ambito dell'ingegneria delle strutture. Acquisire i primi rudimenti di elaborazione numerica dei segnali tramite Matlab.	Ciambella J.	ICAR/08	2	50	Lezioni, esercitazioni, studio individuale	Verifica scritta alla fine dell'erogazione del modulo
<i>Monitoraggio di ponti e grandi strutture</i>	Conoscere in modo approfondito la concezione e i presupposti teorici di base del progetto di strutture da ponte, con capacità di interazione verso altre discipline specialistiche e attenzione verso gli aspetti di gestione tecnica, monitoraggio, valutazione di stato dell'esistente.	Responsabile da definire	ICAR/08	2	50	Lezioni, esercitazioni, studio individuale	Verifica scritta alla fine dell'erogazione del modulo

<i>Monitoraggio geotecnico: strumenti e procedure</i>	Conoscere le grandezze che devono essere misurate nelle diverse opere geotecniche (spostamenti, forze, tensioni, deformazioni, pressioni dell'acqua, ...). Conoscere gli strumenti di misura abitualmente utilizzati e il loro funzionamento. Ubicazione della strumentazione e criteri di definizione di un piano di monitoraggio.	Desideri A.	ICAR/07	2	50	Lezioni, esercitazioni, studio individuale	Verifica scritta alla fine dell'erogazione del modulo
<i>Monitoraggio geomatico</i>	Acquisire familiarità con le principali tecniche e strumentazioni per il rilievo geomatico.	Marsella M.	ICAR/06	1	25	Lezioni, esercitazioni, studio individuale	Verifica scritta alla fine dell'erogazione del modulo
<i>Prove di laboratorio</i>	Conoscere le principali tecniche di laboratorio per la sperimentazione di materiali e strutture.	Responsabile da definire	ICAR/09	4	100	Lezioni, esercitazioni, studio individuale	Verifica scritta alla fine dell'erogazione del modulo
<i>Prove in situ</i>	Conoscere le principali tecniche per la sperimentazione in situ di materiali e strutture.	Liberatore D.	ICAR/09	2	50	Lezioni, esercitazioni, studio individuale	Verifica scritta alla fine dell'erogazione del modulo
<i>Robotica per le ispezioni strutturali</i>	Fornire le conoscenze tecnologiche riguardanti l'automazione dei sistemi e dei processi, con particolare riferimento alla robotica mobile per l'identificazione e il progetto di strategie di controllo.	Responsabile da definire	ING-IND/13	1	25	Lezioni, esercitazioni, studio individuale	Verifica scritta alla fine dell'erogazione del modulo

<i>Tecniche avanzate per il rilievo strutturale</i>	Fornire una panoramica degli aspetti teorici e procedurali relativi alla rappresentazione digitale tridimensionale e al rilievo architettonico, attuato attraverso l'uso di strumentazioni avanzate.	Trovalusci P.	ICAR/08 ICAR/17	1	25	Lezioni, esercitazioni, studio individuale	Verifica scritta alla fine dell'erogazione del modulo
<b>Modellazione e analisi</b>							
<i>Metodi computazionali per l'analisi delle strutture</i>	Acquisire le conoscenze di base delle tecniche computazionali utilizzate per l'analisi automatica delle strutture. Acquisire elementi di base e avanzati del metodo degli elementi finiti per risolvere problemi sia statici sia dinamici, in campo lineare e non lineare, con particolare riferimento a elementi trave, lastra, piastra, shell e brick.	Addessi D.	ICAR/08	3	75	Lezioni, esercitazioni, studio individuale	Verifica scritta alla fine dell'erogazione del modulo
<i>Identificazione strutturale</i>	Conoscere i modelli strutturali parametrici e non parametrici e le principali tecniche d'identificazione statica e dinamica. Capire la correlazione tra le variazioni della risposta dinamica delle strutture e l'innescò e l'eventuale propagazione del danneggiamento strutturale. Sviluppare la capacità di applicare le tecniche di identificazione a casi studio reali.	Romeo F.	ICAR/08	2	50	Lezioni, esercitazioni, studio individuale	Verifica scritta alla fine dell'erogazione del modulo



<i>Modellazione integrata di strutture</i>	Costruzione e calibrazione di modelli FEM. Analisi per oggetti e sottostrutture. Aggiornamento dei modelli (model updating). Ricerca di soluzioni ottimali. Casi studio.	Romeo F.	ICAR/08	2	50	Lezioni, esercitazioni, studio individuale	Verifica scritta alla fine dell'erogazione del modulo
<i>Modellazione e identificazione del danno</i>	Introdurre i modelli da adottare per la descrizione del danneggiamento, dei difetti e delle anomalie del funzionamento strutturale. Fornire i metodi tradizionali e innovativi per la diagnostica strutturale. Definire le strategie di identificazione del danno rispetto a differenti misure del comportamento strutturale e del suo degrado nel tempo.	Gattulli V.	ICAR/08	2	50	Lezioni, esercitazioni, studio individuale	Verifica scritta alla fine dell'erogazione del modulo
<i>Opere geotecniche: rappresentazione e interpretazione delle misure e interventi di difesa, mitigazione, ripristino</i>	Conoscere le più opportune rappresentazioni delle misure di monitoraggio geotecnico, per l'analisi di fenomeni transitori e stazionari. Metodi statistici e deterministici di interpretazione delle misure. Elementi di modellazione numerica per l'esecuzione di analisi a ritroso dei fenomeni. Mitigazione dei movimenti di versante, difesa di strutture e	Rampello S.	ICAR/07	1	25	Lezioni, esercitazioni, studio individuale	Verifica scritta alla fine dell'erogazione del modulo

	infrastrutture in versanti instabili, mitigazione degli effetti degli scavi.						
--	--	--	--	--	--	--	--

**Criteria di intervento e manutenzione**

<i>Affidabilità strutturale e teoria delle decisioni</i>	Conoscenza dei concetti, metodi e strumenti di base per la valutazione probabilistica delle prestazioni, l'aggiornamento Bayesiano e il processo decisionale in condizioni di incertezza.	Franchin P.	ICAR/09	2	50	Lezioni, esercitazioni, studio individuale	Verifica scritta alla fine dell'erogazione del modulo
<i>Danneggiamento e fatica nelle infrastrutture</i>	Conoscere i principali fenomeni di danneggiamento e degrado nelle infrastrutture. Capire come la ripetizione di un carico ciclico nel tempo possa portare al collasso strutturale. Prendere consapevolezza del problema della fatica attraverso l'analisi di casi studio su strutture reali.	Lupoi A.	ICAR/09	2	50	Lezioni, esercitazioni, studio individuale	Verifica scritta alla fine dell'erogazione del modulo
<i>Gestione e manutenzione di infrastrutture</i>	Fornire un quadro di insieme delle problematiche connesse al monitoraggio strutturale, alla diagnostica e ai criteri di intervento. Introduzione dei concetti moderni di valutazione del rischio tramite le Classi di Attenzione.	Paolone A.	ICAR/08	1	25	Lezioni, esercitazioni, studio individuale	Verifica scritta alla fine dell'erogazione del modulo
<i>Manutenzione di infrastrutture: casi di studio</i>	Fornire una panoramica di interventi realizzati su strutture e infrastrutture.	Paolone A.	ICAR/08	1	25	Lezioni, esercitazioni, studio individuale	Verifica scritta alla fine dell'erogazione del modulo
<i>Dalla diagnosi alla terapia: strategie e</i>	Parte I: Metodi analitici per la valutazione della vulnerabilità.	Pampanin S.	ICAR/09	2	50	Lezioni, esercitazioni,	Verifica scritta alla

<i>tecniche per la riabilitazione strutturale</i>	Valutazione delle capacità (resistenza e deformazione) di meccanismi locali e globali, gerarchia delle resistenze a livello di elemento, sottosistema /connessione/nodo e sistema strutturale. Parte II: Strategie e tecniche di riabilitazione/rinforzo strutturale. Utilizzo di materiali e tecnologie tradizionali e/o innovative (jacketing, FRP, SMA, cavi esterni di posttensione, indebolimento controllato, rocking, isolamento/dissipazione).					studio individuale	fine dell'erogazione del modulo
<b>Tirocinio</b>	L'obiettivo è quello di fornire un'immediata opportunità di applicazione dei contenuti teorici acquisiti durante le lezioni del master, svolgendo un periodo di permanenza presso aziende che si rendono disponibili ad accogliere i partecipanti al master.	-	6	150	Tirocinio presso aziende ed enti partner da definire	-	
<b>Altre attività</b>	Attività seminariali e visite guidate inerenti ai contenuti del master e proposte agli studenti dal corpo docente.	-	2	50	Seminari e visite guidate	-	
<b>Prova finale</b>	Redazione di un elaborato relativo a uno dei temi affrontati nel master.	-	10	250	Tesi	-	
<b>Totale CFU</b>			<b>60</b>				

Il Direttore del Master  
Prof. Achille Paolone

