



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DIPARTIMENTO	Ingegneria		
ANNO ACCADEMICO OFFERTA	2022/2023		
ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE	2023/2024		
CORSO DILAUREA MAGISTRALE	INGEGNERIA DEI SISTEMI EDILIZI		
INSEGNAMENTO	SICUREZZA E RIABILITAZIONE STRUTTURALE DI EDIFICI ESISTENTI C.I.		
CODICE INSEGNAMENTO	21098		
MODULI	Si		
NUMERO DI MODULI	2		
SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI	ICAR/09		
DOCENTE RESPONSABILE	LA MENDOLA LIDIA	Professore Ordinario	Univ. di PALERMO
ALTRI DOCENTI	CUCCHIARA CALOGERO	Professore Associato	Univ. di PALERMO
	LA MENDOLA LIDIA	Professore Ordinario	Univ. di PALERMO
CFU	12		
PROPEDEUTICITA'			
MUTUAZIONI			
ANNO DI CORSO	2		
PERIODO DELLE LEZIONI	2° semestre		
MODALITA' DI FREQUENZA	Facoltativa		
TIPO DI VALUTAZIONE	Voto in trentesimi		
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	CUCCHIARA CALOGERO		
	Martedì	12:00 14:00	Presso stanza del docente. Edificio 8 Dipartimento di Ingegneria 2° piano
	Giovedì	12:00 14:00	Presso stanza del docente. Edificio 8 Dipartimento di Ingegneria 2° piano
	LA MENDOLA LIDIA		
	Lunedì	11:00 13:00	Modalità telematica su Microsoft teams: team "Prof. Lidia La Mendola", codice di accesso m4p5j4u

PREREQUISITI	Meccanica del continuo. Stato di tensione e stato di deformazione. Legami costitutivi per materiali fragili e duttili. Teoria tecnica del trave. Criteri di resistenza. Calcolo matriciale e vettoriale. Metodi di analisi strutturale. Verifica di sicurezza secondo il metodo semi-probabilistico agli stati limite. Azioni sulle costruzioni. Analisi sismica statica lineare con spettro di risposta. Duttilità. Fattore di struttura. Gerarchia delle resistenze.
RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI	Conoscenza e capacità di comprensione Le conoscenze riguarderanno gli edifici esistenti in muratura e in cemento armato, con riguardo a: - il funzionamento dell'organismo resistente delle tipologie più ricorrenti; - le metodologie di diagnostica strutturale; - i metodi di analisi strutturale e di verifica degli elementi strutturali; - i criteri di valutazione della sicurezza; - il progetto di recupero e di rinforzo strutturale. La capacità di comprensione riguarderà: - l'interpretazione di quadri fessurativi correlati alle cause di dissesto; - la scelta dei metodi più idonei a verificare il comportamento strutturale e nel caso degli edifici in muratura anche i meccanismi locali; - la scelta delle tecniche di intervento tradizionali e/o innovative più efficaci ed opportune da adottare. Capacità di applicare conoscenza e comprensione Le capacità trasferite allo studente riguardano: - l'interpretazione dei problemi strutturali più ricorrenti del costruito; - la programmazione di specifiche prove sperimentali necessarie per la diagnosi strutturale - la modellazione del comportamento strutturale delle tipologie più diffuse sul territorio nazionale, sotto le condizioni di carico più frequenti, oltre che alle azioni sismiche; - la valutazione delle condizioni di sicurezza in relazione alle indicazioni normative con particolare riferimento alla vulnerabilità sismica; - la progettazione di adeguati interventi di consolidamento o di rinforzo strutturale sul costruito esistente. Autonomia di giudizio - Lo studente avrà acquisito la capacità di scegliere e applicare il criterio di verifica e/o di progetto di intervento più idoneo al sistema analizzato appartenente al costruito esistente in muratura e in c.a. - Lo studente sarà in grado di effettuare la scelta dell'intervento progettuale di recupero nel rispetto delle normative attuali, ma anche nel rispetto del valore storico dell'edificio, nel caso in cui si tratti di un bene vincolato, valutando autonomamente l'efficacia delle diverse soluzioni progettuali. Abilità comunicative - Lo studente avrà acquisito capacità di comunicare ed esprimere problematiche inerenti la consistenza statica degli edifici esistenti in muratura e in cemento armato. - Lo studente sarà in grado di sostenere conversazioni su tematiche relative alla sicurezza strutturale e alle scelte progettuali di interventi di consolidamento o di rinforzo strutturale, di prospettare idee e offrire soluzioni a interlocutori specialisti e non specialisti. Capacità d'apprendimento - Sulla base delle conoscenze acquisite lo studente sarà in grado di approfondire da fonti presenti nella letteratura scientifica e di aggiornarsi sulle nuove tecniche e i nuovi materiali utilizzati nei sistemi di consolidamento. - Durante il corso lo studente sarà indirizzato in modo da acquisire consapevolezza dell'importanza di un aggiornamento permanente per il mantenimento di un buon livello di conoscenza e professionalità.
VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO	Nella pausa infra-semestre sarà condotta una prova in itinere volta a valutare l'efficacia del processo di apprendimento dello studente. A conclusione del corso sarà svolto l'esame orale con presentazione di una esercitazione assegnata. L'esame verrà svolto attraverso un colloquio che cercherà di appurare la capacità dell'allievo di elaborare le conoscenze acquisite utilizzandole per superare i problemi che gli vengono posti, e la capacità di esprimersi con un linguaggio tecnicamente corretto sui contenuti dell'insegnamento. In particolare verranno poste domande in modo da simulare casi reali di edifici esistenti in muratura e in cemento armato, da consolidare/rinforzare, con lo scopo di valutare la capacità dell'allievo: - di interpretarne eventuali dissesti presenti, risalirne all'origine e di individuare la tipologia di indagini in situ e di laboratorio idonee a raggiungere un livello di conoscenza adeguato; - di modellazione l'edificio o sue parti in modo da simulare l'effettivo comportamento strutturale in campo sismico; - di progettare l'intervento di consolidamento o di rinforzo più idoneo. La valutazione viene espressa in trentesimi con eventuale lode, secondo lo schema riportato nella bacheca in fondo alla homepage del sito del corso di studi alla voce "Metodi di valutazione".
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	Lezioni frontali ed esercitazioni in aula supportate da proiezioni multimediali.

MODULO COSTRUZIONI IN CEMENTO ARMATO

Prof. CALOGERO CUCCHIARA

TESTI CONSIGLIATI

- S. Lombardo. Vulnerabilit  Sismica degli edifici esistenti in cemento armato. Dario Flaccovio Editore, ISBN: 8857911217;
- A. Gherzi, P. Lenza. Edifici esistenti in cemento armato. Valutazione e mitigazione del rischio sismico. Dario Flaccovio Editore, ISBN: 8857910350;
- Pinho, R., Bianchi, F., & Nascimbene, R. (2019). Valutazione sismica e tecniche di intervento per edifici esistenti in ca. Costruzioni, Antisismica & Normativa tecnica, Maggioli Editore.
- Dispense didattiche su argomenti ed esercizi svolti a lezione, fornite nel corso dello svolgimento dell'insegnamento.

TIPO DI ATTIVITA'	B
AMBITO	50355-Edilizia e ambiente
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	98
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITA' DIDATTICHE ASSISTITE	52

OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO

Approfondire le conoscenze dei criteri e delle tecniche di valutazione della vulnerabilit  di strutture esistenti in c.a. (con particolare riferimento alla vulnerabilit  sismica) finalizzata alla scelta delle strategie di intervento di riabilitazione. Acquisire conoscenze e capacit  progettuali relative alle tecniche di riabilitazione e adeguamento sismico di strutture in c.a, sia con riferimento a interventi con materiali tradizionali e/o innovativi, finalizzate a rendere l'allievo capace di redigere un progetto di riabilitazione strutturale.

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
4	Dissesti, quadri fessurativi e lesioni negli edifici in c.a.; indagini storiche, rilievo geometrico e del quadro fessurativo. Analisi dei dissesti. Interpretazione del quadro fessurativo attraverso l'analisi dello stato tensionale. Cedimento delle fondazioni. Danneggiamento dovuto al sisma.
2	Caratterizzazione meccanica dei materiali negli edifici esistenti in c.a.: calcestruzzo e acciaio. Prove in situ e indagini di laboratorio. Rilievo e controllo delle lesioni. Strumenti di misura.
4	Livelli di conoscenza e fattori di confidenza secondo le vigenti norme. Caratteristiche e carenze strutturali degli edifici progettati per carichi verticali. Il progetto simulato per la previsione dei dettagli costruttivi.
4	Modelli di capacit� per elementi in c.a.. Introduzione ai meccanismi fragili e duttili. Valutazione del legame momento-curvatura per sezioni in c.a. esistenti. Definizione di rotazione rispetto alla corda. Caratterizzazione del legame momento-rotazione di un elemento in c.a..
2	Modelli di capacit� per elementi/meccanismi fragili. Richiami sui modelli di calcolo per la valutazione della resistenza a taglio di elementi in c.a. e la resistenza dei nodi
2	Metodi di analisi strutturale per la valutazione della vulnerabilit� sismica di edifici esistenti in c.a. Condizioni di applicabilit� dell'analisi lineare. Valutazione degli indicatori di rischio mediante analisi lineare.
3	L'analisi non-lineare per la valutazione della vulnerabilit� sismica degli edifici esistenti in c.a. Gli effetti della redistribuzione delle sollecitazioni. Modelli di calcolo per l'analisi non-lineare e problematiche computazionali. Richiami sull'analisi statica non lineare. Valutazione degli indicatori di rischio mediante analisi lineare.
3	Introduzione al rinforzo strutturale. Le tecniche tradizionali per il rinforzo di elementi in c.a. Incamiciatura in acciaio e in c.a. per il rinforzo delle colonne, tecnica realizzativa e modelli di calcolo. Il beton-plaque per il rinforzo delle travi.
4	Introduzione all'utilizzo dei compositi FRP per il consolidamento strutturale, le linee guida CNR DT 200. Caratterizzazione dei sistemi di rinforzo e ambiti applicativi dei sistemi preformati e impregnati in situ. Confinamento di colonne in c.a., tecnica realizzativa e modelli di calcolo. Il collasso per delaminazione, legame di aderenza composito-cla ed energia di frattura. Lunghezza ottimale di ancoraggio e rinforzo a flessione. Cenni al rinforzo a taglio e dei nodi.

ORE	Esercitazioni
4	Progetto simulato di una struttura in c.a. in zona sismica - calcolo forze sismiche statiche equivalenti in accordo con la normativa dell'epoca, risoluzione schema strutturale e progetto simulato alle tensioni ammissibili
4	Analisi dinamica modale di una struttura in c.a. mediante un codice agli elementi finiti
4	Calcolo dei legami momento-rotazione delle cerniere plastiche di una struttura in c.a.
6	Analisi statica non-lineare di una struttura in c.a. attraverso un software agli elementi finiti
6	Progetto del rinforzo di colonne in c.a. mediante incamiciatura in acciaio e confronto col rinforzo mediante fasciatura con compositi. Progetto rinforzo a flessione di un solaio mediante compositi

MODULO COSTRUZIONI IN MURATURA

Prof.ssa LIDIA LA MENDOLA

TESTI CONSIGLIATI

- Michele VINCI, Metodi di calcolo e tecniche di consolidamento per edifici in muratura, Analisi – Esempi di calcolo – Particolari costruttivi, Dario Flaccovio Editore, 2012. –ISBN: 8857909506
 - Liborio CAVALERI, Valerio RADICE, Specificita' nella valutazione della capacita' delle strutture murarie di nuova costruzione, Aracne Editrice s.r.l., 2013. ISBN: 8854859559
 - Dispense didattiche su argomenti ed esercizi svolti a lezione, fornite nel corso dello svolgimento dell'insegnamento.

TIPO DI ATTIVITA'	B
AMBITO	50355-Edilizia e ambiente
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	98
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITA' DIDATTICHE ASSISTITE	52

OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO

L'insegnamento si pone gli obiettivi di fornire i criteri e i metodi di identificazione e di verifica del comportamento sotto le differenti condizioni di carico di edifici esistenti in muratura, con particolare riferimento al comportamento sotto azioni sismiche. Con riferimento alle attuali normative tecniche, lo studente sarà messo nelle condizioni di sapere condurre le tre fasi fondamentali che riguardano il percorso che conduce alla valutazione della sicurezza strutturale di edifici esistenti in muratura e al progetto per l'incremento della stessa: - conoscenza; - modellazione e analisi strutturale con conseguenti verifiche; - progetto dell'intervento strutturale necessario.

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
2	Le murature esistenti. Diagnostica strutturale. Indagini in situ: rilievo geometrico, rilievo strutturale, dei dettagli strutturali. Riferimento alla normativa vigente. Caratterizzazione meccanica della muratura. Prove in situ e indagini di laboratorio.
2	Analisi dei dissesti negli edifici esistenti. Interpretazione del quadro fessurativo attraverso l'analisi dello stato tensionale e i cerchi del Mohr. Cedimento delle fondazioni e conseguente andamento delle lesioni. Danneggiamento dovuto al sisma. Livelli di conoscenza secondo l'attuale normativa.
2	Criteri di resistenza per la muratura. Comportamento a taglio del pannello murario: rigidità laterale e curva caratteristica a taglio. Modalità di crisi del pannello murario.
4	Classificazione tipologica degli edifici per l'edilizia abitativa in funzione della risposta sismica. Analisi statica equivalente di edifici in muratura soggetti a sisma. Ripartizione delle forze sismiche nell'ipotesi di solai rigidi e nell'ipotesi di solai deformabili. Modelli di calcolo per la parete muraria. Cenni alle tipologie specialistiche, Monumenti.
4	Criteri di verifica degli elementi resistenti: pressoflessione e taglio nel piano del pannello murario e nelle fasce di piano. Verifiche fuori piano. Riferimento alla attuale normativa.
2	Statica degli archi. Verifica grafica del Mery e teoria di Heyman.
2	Ridistribuzione degli sforzi nel caso di analisi lineare. Analisi statica non lineare semplificata con il metodo POR.
3	Meccanismi locali di collasso. Verifica attraverso l'analisi cinematica lineare. Analisi cinematica non lineare. Riferimento all'attuale normativa.
2	Stabilità dell'equilibrio della colonna in muratura. Domini di stabilità e curve di resistenza.
1	Strategie e tipologie di intervento. Tecniche per la riparazione ed il rinforzo degli edifici danneggiati dal sisma. Analisi del comportamento a seguito del consolidamento.
1	Progetto di catene. Criteri di posizionamento.
2	Verifica di solai in legno e rinforzo con cappa in calcestruzzo. Criteri di calcolo per i solai misti legnocalcestruzzo.
1	Cenni all'uso di materiali innovativi nel rinforzo delle murature.
ORE	Esercitazioni

1	Illustrazione di prove di laboratorio durante la Visita del Laboratorio di Strutture del Dipartimento di Ingegneria.
2	Esempi di quadri fessurativi con riferimento a casi studio.
2	Esercizi sui differenti tipi di crisi per il pannello murario.
3	Esempio di calcolo delle forze sismiche e modellazione delle pareti: schema a telaio e schema mensole collegate da pendoli.
3	Verifiche dei pannelli murari e delle fasce di piano. Verifiche fuori piano.
2	Esempio di verifica grafica di un arco e stabilita' del piedritto.
2	Esempio di analisi statica non lineare.
3	Esempi di meccanismi di collasso locale nel piano e fuori piano. Analisi cinematica lineare.
1	Materiale NRT. Esempi di crisi per instabilita' di una colonna muraria snella.
2	Progetto di tiranti
3	Solaio in legno e solai composti in legno e calcestruzzo. Esercizi.