



Dottorato di Ricerca in

Materiali e Strutture per l'Architettura XX ciclo (01/01/05 – 31/12/07)

OBIETTIVI FORMATIVI DEL DOTTORATO

Il Dottorato di Ricerca in 'Materiali e Strutture per l'Architettura' ha come obiettivo di formare ricercatori e professionisti altamente qualificati a svolgere attività nell'ambito delle problematiche strutturali concernenti i sistemi architettonici. Ciò con particolare attenzione a problematiche di grande attualità socio-culturale e di ampia ricaduta quali quelle della prevenzione antisismica e del recupero e conservazione del costruito storico-monumentale

OBIETTIVI FORMATIVI DEI CURRICULA

Curriculum 1: Studio e modellazione delle proprietà meccaniche di strutture e materiali tradizionali ed innovativi;

La necessità di prevedere il comportamento statico e dinamico di costruzioni realizzate sia con materiali nuovi sia con materiali tradizionali come la muratura richiede in genere l'uso di leggi costitutive sempre più raffinate. E' necessario quindi analizzare l'influenza di queste leggi sul comportamento delle strutture.

Il percorso formativo è, pertanto, finalizzato ai seguenti obiettivi:

- Approfondimento degli aspetti della meccanica dei solidi necessari a svolgere ricerca nel campo delle equazioni costitutive dei materiali
- Applicazione delle equazioni costitutive alla statica e alla dinamica delle strutture.

Curriculum 2: Analisi del comportamento e progettazione di strutture in zona sismica;

Le problematiche in oggetto sono di particolare attualità ed interesse a livello nazionale e locale poiché gran parte del territorio risulta classificato come zona sismica.

Questa linea formativa è, pertanto, finalizzata ai seguenti obiettivi:

- Acquisizione di metodologie di calcolo avanzate per la previsione del comportamento strutturale ed il calcolo delle sollecitazioni in regime dinamico, in particolare per effetto di azioni sismiche;
- L'approfondimento delle principali strategie di progettazione e protezione sismica del patrimonio edilizio.

Curriculum 3: Analisi del comportamento del costruito storico e progetto di riabilitazione strutturale

La ricchezza del patrimonio edilizio storico-monumentale del nostro Paese rende estremamente importante il problema della sua conservazione e recupero.

Questa linea formativa è, pertanto, finalizzata ai seguenti obiettivi:

- Acquisizione di metodologie avanzate di diagnostica ed analisi dei fenomeni di degrado;
- Lettura della consistenza statica degli edifici ed interpretazione dei fenomeni di dissesto;
- Proposizione di interventi di conservazione e consolidamento.

Il Corso di Dottorato di Ricerca in Materiali e Strutture per l'Architettura ha durata di tre anni ed è articolato in 60 crediti per anno per un totale di 180 crediti.

1° ANNO

Il programma formativo del 1° anno prevede lo svolgimento di corsi di lezioni su tematiche di base concernenti:

- 1) elementi di matematica e di meccanica dei materiali e delle strutture,
- 2) calcolo numerico e metodi di analisi strutturale per il controllo della sicurezza

Nell'arco dell'anno sono inoltre previsti due seminari interdisciplinari, estesi alle problematiche della progettazione architettonica e del restauro, introduttivi alle tematiche di ciascuno dei tre curricula. Tali seminari sono integrati da conferenze e visite tecniche.



CORSI DI LEZIONI

Elementi di matematica e di meccanica dei materiali e delle strutture

N. ore: 80 N. CFU: 25

Analisi Matematica (32 ore)

Richiami di algebra lineare. Equazioni differenziali ordinarie; principali metodi di soluzione delle equazioni del primo ordine, equazioni differenziali lineari a coefficienti costanti. Cenni sulla soluzione di alcune equazioni differenziali alle derivate parziali. Cenni sul calcolo probabilistico.

Meccanica dei solidi (24 ore)

Elementi di algebra e analisi tensoriale. Corpi e deformazioni; gradiente di deformazione e sua decomposizione polare, tensori destro e sinistro di Cauchy-Green. Moti; rappresentazione spaziale e materiale della velocità, gradiente spaziale della velocità, velocità di deformazione e spin. Massa, quantità di moto e momento della quantità di moto. Forze, leggi di bilancio e teorema di Cauchy (esistenza dello sforzo). Equazioni costitutive; materiali elastici; cenni sul comportamento non lineare dei materiali. Cenni di elastodinamica lineare. Cenni di meccanica della frattura.

Meccanica Razionale (24 ore)

Cinematica del punto materiale. Dinamica del punto materiale; leggi fondamentali della dinamica, quantità di moto e energia cinetica del punto materiale. Impulso di una forza, lavoro e potenza; teoremi della variazione della quantità di moto e dell'energia cinetica. Oscillazioni del punto materiale. Coordinate, velocità e forze generalizzate; equazioni di Lagrange. Condizioni di equilibrio dinamico per sistemi strutturali.

Calcolo numerico e metodi di analisi strutturale per il controllo della sicurezza

N. ORE: 60 N. CFU: 20

Calcolo numerico (32 ore)

Soluzione di equazioni algebriche e trascendenti; metodo della corda e metodo delle tangenti. Soluzione di sistemi di equazioni lineari; metodo di Gauss. Soluzione di sistemi non lineari; metodo di Newton. Integrazione delle funzioni; metodo di Gauss.

Introduzione alla teoria degli elementi finiti; formulazione debole del problema di equilibrio di un solido, metodi di discretizzazione strutturale, riduzione del problema ad un sistema algebrico e sua risoluzione. Applicazioni.

La sicurezza strutturale ed i metodi di analisi in regime di non linearità meccanica e geometrica (28 ore)

Stati limite ed affidabilità. Stato limite di resistenza: affidabilità della resistenza, comportamento puntuale dei materiali in risposta agli stati tensionali, comportamento delle sezioni in risposta agli stati di sollecitazione. Il calcolo strutturale oltre il campo elastico. Il calcolo agli stati limite ed i codici.

La qualità dell'equilibrio. Instabilità di prima e seconda specie. L'asta soggetta a carichi assiali e trasversali. Valutazione approssimata del carico critico per strutture intelaiate: la matrice 'geometrica' delle rigidità. Analisi approssimata degli effetti della non linearità geometrica sul comportamento di strutture intelaiate in presenza di carichi statici e dinamici. Problemi di non linearità geometrica e meccanica nell'analisi della stabilità delle strutture.

Seminari introduttivi al Curriculum A:

N. ORE 16

N. CFU: 5

Seminari introduttivi al Curriculum B:

N. ORE 16

N. CFU: 5

Seminari introduttivi al Curriculum C:

N. ORE 16

N. CFU: 5

2° ANNO



Il programma formativo del 2° anno prevede, in una prima fase trimestrale comune a tutti i curricula, lo svolgimento, in parallelo, di Corsi di lezioni concernenti tematiche relative ai tre curricula. E' prevista l'integrazione di tali Corsi con seminari a carattere interdisciplinare, estesi alle tematiche della progettazione architettonica e del restauro, nonché conferenze e visite tecniche a carattere specialistico.

A conclusione della prima fase è previsto l'avvio e lo sviluppo, da parte di ciascun allievo e sotto la guida del tutor assegnato dal Collegio dei Docenti, del tema di ricerca per la Tesi di Dottorato, scelto nell'ambito delle tematiche del curriculum prescelto dall'allievo stesso.

CORSI DI LEZIONI SU TEMATICHE RELATIVE AL CURRICULUM A

Studio e modellazione delle proprietà meccaniche di materiali tradizionali ed innovativi ed analisi strutturale . Relativa attività seminariale, conferenze, visite tecniche

N. ORE: 30 N. CFU: 10

– *Legami costitutivi dei materiali e criteri di resistenza*

Inquadramento generale dello studio delle equazioni costitutive. Materiali elastici (lineari e nonlineari) e materiali con memoria. Utilizzo delle equazioni costitutive per la soluzione di problemi di equilibrio e di evoluzione.

– *Strutture e materiali*

Concetti di materiale, struttura e costruzione e loro interrelazione. Rapporto tra forma e struttura nell'architettura storica e contemporanea. Materiali strutturali, tradizionali ed innovativi, nelle costruzioni

– *Elementi di teoria delle strutture*

Strutture monodimensionali, bidimensionali, tridimensionali.

CORSI DI LEZIONI SU TEMATICHE RELATIVE AL CURRICULUM B

Analisi del comportamento e progettazione di strutture in zona sismica. Relativa attività seminariale, conferenze, visite tecniche N. ORE: 30 N. CFU: 10

– *Architettura e terremoti*

Caratteri architettonici e risposta sismica delle costruzioni. Lezioni dai terremoti.

– *Elementi di dinamica strutturale*

Sistemi ad un grado di libertà. Sistemi a più gradi di libertà. Sistemi continui discretizzati. Sistemi continui.

– *Elementi di sismologia*

Origine dei terremoti. Onde sismiche e registrazioni accelerometriche. Sismicità e scale di intensità sismica. Zonazione sismica.

– *Strategie di protezione sismica*

La risposta dei sistemi strutturali: approccio energetico, spettro di risposta. Progettazione a resistenza, a dissipazione (isteretica e viscosa), ad isolamento (isolamento di rigidità ed isolamento di massa). Sistemi di controllo attivo e passivo. Le normative sismiche.

– *Progettazione strutturale in zona sismica per le nuove costruzioni*

Calcolo delle sollecitazioni provocate dai terremoti. Progettazione di edifici a struttura metallica, in cemento armato ed in muratura. Strutture speciali. Interazione suolo-struttura.

CORSI DI LEZIONI SU TEMATICHE RELATIVE AL CURRICULUM C

Analisi del comportamento del costruito storico e progetto di riabilitazione strutturale. Relativa attività seminariale, conferenze, visite tecniche N. ORE: 30 N. CFU: 10

– *Analisi storico-critica di costruzioni murarie monumentali*

Il problema dell'interpretazione strutturale. L'identificazione delle gerarchie strutturali. La conoscenza delle tecniche costruttive. L'arte del costruire: il migliore antidoto al danno sismico.



– *Studio del comportamento meccanico dei materiali e delle strutture*

Aspetti generali della meccanica delle murature. Modelli costitutivi. L'ipotesi di materiale non reagente a trazione e sue conseguenze. Analisi strutturale ed interpretazione del comportamento meccanico delle costruzioni. Tecniche di analisi strutturale secondo ipotesi di comportamento no-tension. Indagini sperimentali su modelli connesse ai problemi di efficienza statica dell'edilizia storica. Il comportamento sismico degli edifici in muratura. Rapporto tra intensità sismica e resistenze. Il problema della sismicità attesa. Analisi meccanica degli edifici.

– *Diagnostica ed analisi dei dissesti*

La rilevazione dell'edificio danneggiato. Anamnesi remota e recente degli eventi e degli episodi costruttivi. Metodologie e strumenti del rilievo morfologico. Diagnostica e prove di laboratorio. Rilievo dei dissesti e identificazione dei meccanismi di danneggiamento e di collasso. Costruzione dell'abaco dei meccanismi di danno. Monitoraggio strutturale.

– *Riparazione e consolidamento dell'edilizia storica*

Aspetti metodologici dei criteri generali di intervento. Qualità muraria ed interventi sulle murature. Cinematismi di collasso e soluzioni progettuali. Criteri di consolidamento di elementi costruttivi. Efficacia delle tecnologie storiche in area sismica. Tecniche premoderne di intervento. L'uso dei nuovi materiali nelle tecniche di consolidamento.

TABELLA RIASSUNTIVA DELLA STRUTTURA DIDATTICA DEL CORSO

1° anno				2° anno				3° anno
Corsi di lezioni		ore	CFU	Corsi di lezioni		ore	CFU	Sviluppo Tesi di Dottorato CFU 60
Corsi di lezioni su tematiche di base	Elementi di matematica e di meccanica dei materiali e delle strutture	80	25	Corsi di lezioni su tematiche relative al Curriculum A	Studio e modellazione delle proprietà meccaniche di materiali tradizionali ed innovativi ed analisi strutturale. Relativa attività seminariale, conferenze e visite tecniche	30	10	
	Calcolo numerico e metodi di analisi strutturale per il controllo della sicurezza	60	20	Corsi di lezioni su tematiche relative al Curriculum B	Analisi del comportamento e progettazione di strutture in zona sismica. Relativa attività seminariale, conferenze e visite tecniche	30	10	
Seminari interdisciplinari	Seminari introduttivi al Curriculum A	16	5	Corsi di lezioni su tematiche relative al Curriculum C	Analisi del comportamento del costruito storico e progetto di riabilitazione strutturale. Relativa attività seminariale, conferenze e visite tecniche	30	10	
	Seminari introduttivi al Curriculum B	16	5	Avvio e sviluppo Tesi di Dottorato			30	
	Seminari introduttivi al Curriculum C	16	5					
totale			60				60	60

TOTALE CORSO DI DOTTORATO CFU 180



TIPO DI ACCERTAMENTO PER IL PASSAGGIO DEI DOTTORANDI DA UN ANNO AL SUCCESSIVO

Relazione scritta, esposizione orale e discussione relativamente alle attività didattico-formative svolte durante il precedente anno di corso. Il passaggio d'anno è condizionato all'esito positivo dell'accertamento.

TEMPISTICA E MODALITA' DI SVOLGIMENTO DELLE ATTIVITÀ DI RICERCA PER LE TESI DI DOTTORATO

Alla fine della prima fase del 2° anno, comune a tutti i curricula, il Collegio dei Docenti delibera circa l'assegnazione del titolo della Tesi di Dottorato e del tutor. Il Collegio fissa, altresì, scadenze periodiche trimestrali per le verifiche intermedie dello stato di avanzamento delle Tesi di Dottorato.

ACCESSO ALL'ESAME DI DOTTORATO

Presentazione della Tesi all'esame del Collegio dei Docenti che esprime il suo parere sul lavoro sviluppato.

COORDINATORE

Guido Sarà	PO	ICAR09	D Costruzioni
-------------------	-----------	---------------	----------------------

COLLEGIO DEI DOCENTI

Cognome e nome	Qualifica	Settore scientifico-disciplinare	Dipartimento di afferenza
Lucchesi Massimiliano	PO	ICAR08	D Costruzioni
Cianchi Andrea	PO	MAT05	D Matematica e Applicazioni per l'Architettura
De Stefano Mario	PO	ICAR09	D Costruzioni
Breschi Alberto	PS	ICAR14	D Progettazione dell'Architettura
Briccoli Bati Silvia	PS	ICAR08	D Costruzioni
Bove Alberto	PA	ICAR08	D Costruzioni
Marino Luigi	PA	ICAR19	D Restauro e Conservazione dei Beni Architettonici
Moretti Marino	PA	ICAR16	D Progettazione dell'Architettura
Nannicini Antonella	PA	MAT03	D Matematica e Applicazioni per l'Architettura
Nudo Raffaele	PA	ICAR09	D Costruzioni
Paradiso Michele	PA	ICAR08	D Costruzioni
Tempesta Giacomo	PA	ICAR08	D Costruzioni
Tonietti Ugo	PA	ICAR08	D Costruzioni
Nencioni Sergio	AO	ICAR08	D Costruzioni
Barbi Luciano	RC	ICAR08	D Costruzioni
D'Ambrisi Angelo	RC	ICAR09	D Costruzioni
Pecchioli Marta	RC	ICAR09	D Costruzioni
Ranocchiali Giovanna	RC	ICAR08	D Costruzioni



Rotunno Tommaso	RC	ICAR08	D Costruzioni
Rovero Luisa	RC	ICAR08	D Costruzioni
Viti Stefania	RC	ICAR09	D Costruzioni
Zani Nicola	RC	ICAR08	D Costruzioni

Ambiente di lavoro

Ai dottorandi è riservato un ampio ambiente di lavoro corredato di tavoli, scaffalature e due postazione di PC.

Laboratorio prove sperimentali

Il Laboratorio Ufficiale Prove Materiali è annesso al Dipartimento di Costruzioni. Attualmente il responsabile del Laboratorio è la Prof.ssa Silvia Briccoli Bati. Per quanto riguarda le prove effettuate per conto terzi nei vari settori, oltre a quelle previste dalla Legge 1086/71, vengono svolte prove geotecniche, prove meccaniche e fisiche su pietre naturali, su materiali per pavimentazione e vetro, prove impulsive, misure accelerometriche, prove deformometriche e misure piezometriche, determinazione del tiro di catene in esercizio mediante sollecitazioni dinamiche, prove di carico su solai, prove speciali su elementi strutturali, ecc. . Nel settore della ricerca sperimentale, parallelamente all'attività didattica, vengono svolte prove su materiali lapidei naturali ed artificiali, con particolare attenzione all'influenza, esibita nella fase post-picco, delle porosità ed eterogeneità sulle caratteristiche meccaniche. Ricerche che hanno per oggetto la statica di edifici antichi vengono poi svolte attraverso convenzioni stipulate direttamente dal Dipartimento con Enti Pubblici.

Laboratorio informatico

Il Laboratorio Informatico del Dipartimento di Costruzioni è sorto nel 1992, allo scopo di supportare a livello informatico le attività di didattica e di ricerca del Dipartimento. E' frequentato da studenti delle discipline strutturali e da laureandi e dottorandi del Dipartimento, ma anche, nei limiti del possibile, più in generale, da studenti della Facoltà di Architettura. Il supporto informatico si esplica attraverso l'assistenza all'uso di codici di calcolo specifici per l'analisi strutturale, quali SuperSap, Sap2000 non-linear, Straus7, o per il calcolo simbolico e numerico, quali Mathematica e MathCad, ma anche nella costruzione di programmi ad hoc sviluppati in ambiente C, C++ e altri linguaggi simbolici. E' anche a disposizione una versione di AutoCad2000 che gli studenti possono utilizzare come supporto agli altri programmi. Vi si svolgono inoltre attività di esercitazione numerica collegate ai corsi dei Laboratori e ad altri corsi istituzionali della Facoltà di Architettura. Infine, su richiesta dei docenti, è possibile organizzare, per un numero contenuto di studenti, brevi corsi di alfabetizzazione informatica e di addestramento sui programmi più utilizzati nel Laboratorio. Le risorse hardware disponibili come postazioni di lavoro sono attualmente costituite da cinque PC Pentium collegati in rete e da periferiche condivise (2 stampanti a getto d'inchiostro e un plotter). Il Laboratorio è mediamente frequentato da circa 400 utenti per anno.

Biblioteca

Il Fondo librario del Dipartimento di Costruzioni è stato costituito nel 1942 dai proff. Leonardo Lusanna ed Emilio Brizzi. Ha avuto una prima sede nei locali dell'Accademia delle Belle Arti in Piazza S. Marco, poi, nel 1950, è passato nell'attuale sede. La raccolta si è formata intorno ad un primo nucleo di monografie e periodici di ingegneria strutturale provenienti dalla Biblioteca di Facoltà Regio Istituto di Architettura, costituitasi nel 1933. Da quella data in poi il Fondo si è andato arricchendo di materiale di particolare pregio per la sua specificità e rarità nel campo



dell'ingegneria strutturale non solo di produzione italiana, ma, e soprattutto, di produzione europea ed americana. La completezza e l'esaustività della collezione ha fatto sì che il Fondo librario sia una fonte documentaria apprezzata a livello nazionale. Il prestito e la consultazione sono riservati a laureandi, docenti, ricercatori, dottorandi, cultori della materia.

La biblioteca possiede un fondo antico sulla storia della scienza e sulla tecnica delle costruzioni con libri perlopiù risalenti ai secoli XVIII e XIX. La collezione è costituita da: 12.000 monografie, 313 periodici di cui 83 correnti.

MODALITA' DI SVOLGIMENTO DELL'ESAME DI AMMISSIONE

Le prove di ammissione, consistenti in una prova scritta e una orale, sono intese ad accertare l'attitudine alla ricerca scientifica del candidato nei settori di riferimento del dottorato stesso.

La prova orale comprende altresì la verifica della conoscenza di una o più lingue straniere.

La tematica della prova verterà tra tre argomenti a scelta, concernenti aspetti generali della scienza delle costruzioni e della tecnica delle costruzioni attinenti ai contenuti dei tre curricula. (per maggiori informazioni si fa riferimento al Bando,

http://www2.unifi.it/interno_laureati.asp?IDCategoria=385&from=).

I temi sorteggiati nei precedenti concorsi di ammissione sono disponibili alla pagina web del Dipartimento di Costruzioni all'indirizzo: <http://webcos.dicos.unifi.it/dottorato/dottorato0.html>

CONTATTI

Coordinatore del Dottorato: prof. Guido Sarà, telefono 055 2757887

e-mail sara@dicos.unifi.it

Segreteria Didattica Dipartimento di Costruzioni: Niccoletta Scarpelli, telefono 055 2756813

e-mail segrdid@dicos.unifi.it

Università degli Studi di Firenze:

Ufficio Ricerca e Relazioni Internazionali Polo n. 5 Centro Storico 1, Via Cavour 82, 50129 Firenze

Telefono 055 2757729 - 7902

e-mail sbolci@unifi.it

Ufficio Dottorati e Assegni di Ricerca, Piazza San Marco 4, 50121 Firenze

e-mail dottorat@adm.unifi.it.