



DIPARTIMENTO DI STRUTTURE PER L'INGEGNERIA E L'ARCHITETTURA
CORSO DI DOTTORATO DI RICERCA IN
INGEGNERIA STRUTTURALE GEOTECNICA E RISCHIO SISMICO

XXXIX CICLO

Il sottoscritto prof. EMIDIO NIGRO (PO X PA RU RTD)
afferrente al Dipartimento di **Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e
l'Architettura** S.S.D. *indicare codice e nome per esteso* (ICAR/09 – **Tecnica delle
Costruzioni**)

CHIEDE

di essere inserito nell'elenco dei tutor per il XXXIX ciclo.

1. Curriculum del proponente (max 500 parole)

Prof. Ing. **EMIDIO NIGRO**, PhD, Professore Ordinario di Tecnica delle Costruzioni (Settore Scientifico-Disciplinare ICAR/09) presso il Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura (DIST) dell'Università di Napoli Federico II.

E' Coordinatore del Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Strutturale e Geotecnica e referente per la didattica del Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura dell'Università di Napoli Federico II.

Attualmente svolge i corsi di "Tecnica delle Costruzioni" per Laurea in Ingegneria Civile, "Strutture Speciali e Progetto di Strutture Resistenti al Fuoco" per la Laurea Magistrale in Ingegneria Strutturale e Geotecnica e "Sicurezza Strutturale Antincendio di Edifici per Processi Industriali", che si tiene al corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Chimica. Ha tenuto in passato i corsi di "Strutture Speciali", di "Recupero e Rinforzo dell'Edilizia Esistente" e, nell'ambito del Master Internazionale in "Design of Steel Structures", il corso di "Composite Structures". Svolge dal 1989 attività di ricerca scientifica nel settore dell'ingegneria strutturale ed è autore di tre monografie, di alcuni capitoli di libri a diffusione nazionale o internazionale e di circa 400 pubblicazioni di carattere tecnico-scientifico. I principali temi di ricerca sviluppati nel corso degli anni sono:

1. Valutazione degli effetti del II ordine in elementi snelli in c.a. in presenza di carichi di breve e lunga durata;
2. Valutazione teorica delle deformazioni differite nelle membrature in c.a. in regime fessurato;
3. Analisi non lineare e problemi di progettazione di strutture iperstatiche in c.a.;
4. Analisi non lineare e problemi progettazione di strutture composte acciaio-



DIPARTIMENTO DI STRUTTURE PER L'INGEGNERIA E L'ARCHITETTURA
CORSO DI DOTTORATO DI RICERCA IN
INGEGNERIA STRUTTURALE GEOTECNICA E RISCHIO SISMICO

calcestruzzo;

5. Analisi del comportamento e della vulnerabilità sismica di edifici in muratura ed in c.a.;
6. Valutazione degli effetti delle colate rapide sulle costruzioni;
7. Problematiche relative agli interventi di rinforzo, riparazione ed adeguamento di strutture in c.a. ed in muratura con tecniche innovative (FRP, NSM, FRCM).
8. Resistenza al fuoco delle strutture ed in particolare di strutture di acciaio e composte acciaio- calcestruzzo;
9. Comportamento alle alte temperature di membrature in c.a. rinforzate con l'impiego di elementi di materiale polimerico fibro-rinforzato (FRP);
10. Comportamento di sistemi per la protezione passiva al fuoco di strutture in acciaio, con particolare riferimento alle vernici intumescenti;
11. Approccio ingegneristico per la sicurezza strutturale antincendio (Fire Safety Engineering);
12. Verifica strutturale di rivestimenti in calcestruzzo di tunnel soggetti ad azioni eccezionali.

I temi di ricerca citati sono stati sviluppati, in qualità di responsabile scientifico o di partecipante, nell'ambito di numerosi Progetti di Ricerca nazionali ed internazionali, tra cui progetti M.U.R.S.T. 60% e MIUR-PRIN, progetti RELUIS-DPC, progetti PON e POR, COST Action C26 (Urban habitat constructions under catastrophic events, 2007-2010), COST Action TU0904 (Integrated Fire Engineering and Response, 2010-2014), COST Action TU1207 (Next Generation Design Guidelines for Composites in Construction, 2013-2017), Agreement KE3779 con il CERN (Surface buildings and underground infrastructures for HL-LHC Project, 2017-2020), Agreement KE4936/HSE con il CERN (Fire-Induced Radiological Integrated Assessment project (F.I.R.I.A.) project of CERN).

Responsabile Scientifico di numerose Convenzioni per attività di ricerca applicata, tra cui quelle con il Ministero della Giustizia, con RFI (Rete Ferroviaria Italiana), con il Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco e con il Consorzio ForCase. Componente o coordinatore di varie Commissioni normative e pre-normative internazionali e nazionali, tra cui:

- Project Team "SC4.T4 Composite - Develop new rules for composite columns (concrete filled tubes) in fire".



DIPARTIMENTO DI STRUTTURE PER L'INGEGNERIA E L'ARCHITETTURA
CORSO DI DOTTORATO DI RICERCA IN
INGEGNERIA STRUTTURALE GEOTECNICA E RISCHIO SISMICO

- Coordinatore Gruppo di Lavoro UNI/CT 021/GL01 (Progettazione strutturale contro l'incendio).
- Commissione CEN/TC 250/SC 4 "Evolution Group EN1994-1-2" e CEN/TC 250/SC3 "Evolution Group EN1993-1-2".
- Sottocommissioni CIS/SC4 "Strutture Composte Acciaio-Calcestruzzo" e CIS/SC3 "Strutture di Acciaio".
- Gruppi di studio per Documenti Tecnici del CNR (CNR-DT 200/2004 e CNR-DT 215).
- A.C.I. International ed ACI Italy Chapter (Consiglio Direttivo).
- fib Task Group 9.3 e fib Task Group 2.6.
- Technical Committee "DUC" of RILEM.
- Coordinatore della Commissione Tecnica "Sicurezza delle strutture in acciaio in caso di incendio" istituita da Fondazione Promozione Acciaio

2. Dottorandi dei quali il proponente è stato tutor nell'ultimo triennio

n. 3

specificare tipologia di borsa: ateneo, pon, por, ecc.

n. 2 borse di ateneo XXXVI ciclo e n.1 borsa INPS XXXVI ciclo

3. Titolo della ricerca proposta

Analisi teorico-sperimentale del comportamento al fuoco di strutture in acciaio protette danneggiate dal sisma



**DIPARTIMENTO DI STRUTTURE PER L'INGEGNERIA E L'ARCHITETTURA
CORSO DI DOTTORATO DI RICERCA IN
INGEGNERIA STRUTTURALE GEOTECNICA E RISCHIO SISMICO**

4. Area tematica

Ingegneria Strutturale

5. Tipologia di borsa per la quale si propone il progetto

Ateneo

DM 117 (Investimento 3.3)

(in questo caso indicare l'azienda co-finanziatrice)

DM 118 (Investimento 4.1 P.A.)

DM 118 (Investimento 4.1 generici)

DM 118 (Investimento 4.1 Patrimonio culturale)

6. Sintesi del progetto di ricerca (max 500 parole. Stato dell'arte, obiettivi e breve programma previsto per le attività e)

Gli incendi causati dai terremoti (Fire Following Earthquake- FFE) hanno prodotto storicamente ingenti danni sia a livello di comunità umana che a livello di struttura/edificio. L'effetto del sisma infatti può causare danni sugli elementi non strutturali ed è chiaro che il cedimento di componenti non strutturali ha un impatto sulle prestazioni antincendio dell'edificio, come ad esempio: i) ritardo nell'esodo dall'edificio; ii) propagazione più rapida del fuoco; iii) aumento più rapido della temperatura negli elementi strutturali a causa di danni al sistema antincendio con possibili conseguenze sull'evacuazione delle persone e sulla sicurezza della vita. Pertanto, la vulnerabilità all'incendio del sistema strutturale, già indebolito dall'evento sismico, può aumentare notevolmente.

In un approccio prestazionale sarebbe ovviamente opportuno valutare l'effetto dei terremoti sul livello di sicurezza antincendio per gli edifici situati in zone a rischio sismico. Tuttavia, nessuna normativa affronta questo problema e le due azioni eccezionali sono considerate separatamente, il che non implica necessariamente un'ottimizzazione della progettazione. In questo contesto, è legittimo prevedere che se il problema continuerà ad essere affrontato in modo inadeguato, ciò potrebbe portare ancora a gravi danni e disastri. In tale contesto si inserisce l'attività di ricerca proposta, mirata a:

- valutare la vulnerabilità strutturale causata dai possibili danni alle protezioni antincendio, anche attraverso attività sperimentali;



**DIPARTIMENTO DI STRUTTURE PER L'INGEGNERIA E L'ARCHITETTURA
CORSO DI DOTTORATO DI RICERCA IN
INGEGNERIA STRUTTURALE GEOTECNICA E RISCHIO SISMICO**

- eseguire un'analisi di Life Cycle Assessment (LCA) dei protettivi antincendio, al fine di valutare i benefici ambientali ed economici legati all'utilizzo di differenti protezioni antincendio applicate alle strutture in acciaio sottoposte a FFE;
- sviluppo di funzioni di fragilità a livello di componente e edificio da utilizzare in una valutazione del rischio FFE o in un approccio FFE completamente probabilistico;
- creare partnership sistematiche tra professionisti e ricercatori universitari per rendere applicativi e pratici i risultati finali del progetto;
- migliorare le linee guida di progettazione esistenti e le normative future.

Una prima fase dell'attività riguarderà un'approfondita analisi bibliografica di settore, considerando sia aspetti sperimentali che teorici, utili per la progettazione di prove sperimentali su telai in acciaio protetti con differenti protettivi passivi (lastre, intonaci a spruzzo, vernici intumescenti). In questa fase verranno effettuate prove dinamiche su telai che rappresentano edifici tipologici sia in assenza che in presenza di protettivi; gli stessi telai verranno poi sottoposti a prove di resistenza al fuoco. Si prevede di effettuare prove di resistenza al fuoco anche su telai protetti non danneggiati, con lo scopo di confrontare i risultati dei vari test e valutare la diminuzione/perdita dell'efficacia dei protettivi antincendio.

Aspetto innovativo ulteriormente svolto in questa fase sarà quello della valutazione dei benefici ambientali ed economici legati all'utilizzo di differenti protezioni antincendio applicate alle strutture in acciaio attraverso il Life Cycle Assessment (LCA), metodologia analitica e sistematica che valuta l'importanza ambientale di un prodotto o di un servizio.

La seconda fase riguarderà prevalentemente analisi e modellazioni numeriche con lo scopo di sviluppare funzioni di fragilità a livello di componente ed edificio da utilizzare in una valutazione del rischio combinato sisma-fuoco; parte di questa fase sarà svolta anche presso l'Università di Baltimore (USA), presso cui è possibile trovare ricercatori esperti nell'analisi termomeccanica delle strutture mediante l'utilizzo di modelli di calcolo avanzato.

7. Eventuali pubblicazioni del tutor sul tema di ricerca (max 10)



DIPARTIMENTO DI STRUTTURE PER L'INGEGNERIA E L'ARCHITETTURA
CORSO DI DOTTORATO DI RICERCA IN
INGEGNERIA STRUTTURALE GEOTECNICA E RISCHIO SISMICO

L. Possidente, A. Weiss, D. de Silva, S. Pustorino, E. Nigro, N.Tondini, (2020) Fire Safety Engineering principles applied to a multi-storey steel building. PROCEEDINGS OF THE INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS - STRUCTURES AND BUILDINGS, ICE Publishing, p. 1-14, ISSN: 0965-0911 | E-ISSN 1751-7702, doi.org/10.1680/jstbu.20.00110.

de Silva D., Bilotta A., Nigro E. (2020), Approach for modelling thermal properties of intumescent coating applied on steel members. FIRE SAFETY JOURNAL, vol. 116, ISSN: 0379-7112. September 2020, 103200, doi: 10.1016/j.firesaf.2020.103200.

de Silva D., Bilotta A., Nigro E. (2019). *Experimental investigation on steel elements protected with intumescent coating*. CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS, vol. 205, p. 232-244, ISSN: 0950-0618, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2019.01.223

Bilotta A., De Silva D., Nigro E. (2016). *Tests on intumescent paints for fire protection of existing steel structures*. CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS, vol. 121, p. 410-422. ISSN: 0950-0618, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2016.05.144.

Bilotta A., de Silva D., Nigro E. (2016). General approach for the assessment of the fire vulnerability of existing steel and composite steel-concrete structures. JOURNAL OF BUILDING ENGINEERING, vol. 8, p. 198-207. ISSN: 2352-7102, doi: 10.1016/j.job.2016.10.011.

E. Nigro (2017). Nuovi sviluppi ed opportunità nella progettazione di strutture di acciaio soggette ad incendio. COSTRUZIONI METALLICHE, Anno LXIX, Vol. 5, Set-Ott 2017. pp. 9-10. ISSN: 0010-9673

F. Corradino, D. de Silva, E. Nigro (2019). A simplified model to evaluate the thermal-induced stresses in steel statically indeterminate structures subjected to fire. Proceedings of IFireSS 2019 – 3rd International Fire Safety Symposium, June 5-7, 2019, Ottawa, Canada. Editors: George Hadjisophocleous & Rheanna Johnson. p. 273-281. ISBN: 9781488400100.

S. Pustorino, P. Princi, E. Nigro, A. Ferraro, F. Bontempi, C. Crosti, L. Ponticelli, C. Mastrogiuseppe (2017). Application of Fire Safety Engineering to steel structures of



**DIPARTIMENTO DI STRUTTURE PER L'INGEGNERIA E L'ARCHITETTURA
CORSO DI DOTTORATO DI RICERCA IN
INGEGNERIA STRUTTURALE GEOTECNICA E RISCHIO SISMICO**

industrial halls according to national regulations. Proceedings of IFireSS 2017 – 2nd International Fire Safety Symposium, June 7-9, 2017, Napoli, Italy. Editors: E. Nigro & A. Bilotta. p. 129-136. ISBN: 978-88-89972-67-0. ISSN: 2412-2629.

Del Prete I., Cefarelli G., Nigro E. (2016). Application of criteria for selecting fire scenarios for structures within fire safety engineering approach. JOURNAL OF BUILDING ENGINEERING, vol. 8, pp. 208-217. ISSN: 2352-7102, doi: 10.1016/j.jobbe.2016.10.010.

E. Nigro, A. Bilotta, D. Asprone, F. Jalayer, A. Prota, G. Manfredi (2014). Probabilistic approach for failure assessment of steel structures in fire by means of plastic limit analysis. FIRE SAFETY JOURNAL, Vol.68, p. 16–29. ISSN: 0379-7112, doi:10.1016/j.firesaf.2014.05.020

E. Nigro, A. Ferraro, G. Cefarelli (2011). The influence of fire scenarios on the structural behaviour of composite steel-concrete buildings. APPLIED MECHANICS AND MATERIALS, Vol. 82 (2011), p. 368-373. ISSN: 1662-7482. ISBN-13 978-3-03785-217-0. doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.82.368

E. Nigro, G. Cefarelli, A. Ferraro, G. Manfredi, E. Cosenza (2011). Fire Safety Engineering for open and closed car parks: C.A.S.E Project for L'Aquila. APPLIED MECHANICS AND MATERIALS, Vol. 82 (2011), p. 746-751. ISSN: 1662-7482. ISBN-13 978-3-03785-217-0. doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.82.746.

8. Eventuali progetti di ricerca finanziati in cui l'attività si inserisce

RETURN (multi-Risk sciEnce for resilienT commUnities undeR changiNg climate)

Reluis (2022-2024) WP11 (Contributi normativi relativi a Costruzioni Esistenti in Cemento Armato);



DIPARTIMENTO DI STRUTTURE PER L'INGEGNERIA E L'ARCHITETTURA
CORSO DI DOTTORATO DI RICERCA IN
INGEGNERIA STRUTTURALE GEOTECNICA E RISCHIO SISMICO

- Reluis (2022-2024) WP5 (Interventi di rapida esecuzione a basso impatto ed integrati);

Lo sviluppo delle attività di ricerca sperimentali potrà inoltre beneficiare della Convenzione stipulata tra il CeSMA (Centro Servizi Metrologici e Tecnologici Avanzati presso UNINA) ed il Distretto Tecnologico IMAST per l'utilizzo del laboratorio leggero fuoco in corso di allestimento presso il Polo universitario di San Giovanni a Teduccio (Napoli), nonché della collaborazione in essere con la Direzione Centrale per la Prevenzione e la Sicurezza Tecnica del Dipartimento dei Vigili del Fuoco, Soccorso Pubblico e Difesa Civile, che dispone di un laboratorio per prove di resistenza al fuoco a Capannelle (Roma).

9. Eventuali fondi disponibili a supporto dell'attività del dottorando (escluso finanziamento borse)

RETURN

Reluis

10. Informazioni relative ad un periodo di ricerca all'estero (minimo tre mesi) previsto per il dottorando (*indicare Università/ente di ricerca e docente/ricercatore di riferimento con indirizzo mail*) (max 300 parole)

L'attività proposta prevede un periodo all'estero di sei mesi finalizzato all'approfondimento ed alla implementazione dell'analisi termomeccanica delle strutture mediante l'utilizzo di modelli di calcolo avanzato, con particolare riferimento all'interazione sisma-fuoco. La struttura ospitante sarà il Department of Civil Engineering, John Hopkins University, Baltimore, presso la quale svolge la sua attività il Prof. Thomas Gernay, esperto di analisi termomeccanica delle strutture e di implementazione di codici di calcolo ad hoc. E' infatti coautore del codice di calcolo SAFIR, in collaborazione con l'Università di Liegi (prof. Jean-Marc Franssen).

- Denominazione Ente: Department of Civil Engineering, John Hopkins University, Baltimore (USA)

- Tutor presso l'Ente: Prof. Thomas Gernay



DIPARTIMENTO DI STRUTTURE PER L'INGEGNERIA E L'ARCHITETTURA
CORSO DI DOTTORATO DI RICERCA IN
INGEGNERIA STRUTTURALE GEOTECNICA E RISCHIO SISMICO

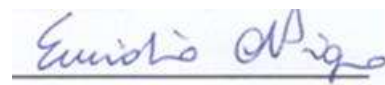
– email: tgernay@jhu.edu

11. Eventuali collaborazioni con imprese/aziende sul tema di ricerca (max 300 parole)

Il tema di ricerca proposto potrà prevedere la collaborazione con aziende produttrici di protettivi antincendio che forniranno materiali e sistemi protettivi per le prove sperimentali. Le modalità di collaborazione verranno meglio definite all'inizio della eventuale attività di dottorato di ricerca, anche mediante specifiche convenzioni di ricerca o accordi di collaborazione.

Napoli, 30/06/2023

FIRMA



Il presente modulo va compilato in ogni sua parte ed inviato all'indirizzo di posta elettronica phd.dist@unina.it entro e non oltre **il 30/06/2023**.