

MADE EXPO 2010
Forum della Tecnica delle Costruzioni
Borsa dei Progetti di Ricerca
Milano, 3-6 febbraio 2010

Titolo del progetto di ricerca	Materiali e dispositivi innovativi per il consolidamento, l'adeguamento antisismico e l'incremento della vita utile delle costruzioni
Oggetto della ricerca	<p>Costituiscono oggetto della ricerca i materiali innovativi nel campo delle costruzioni.</p> <p>In particolare si distinguono tre argomenti principali:</p> <ul style="list-style-type: none">A. Materiali fibrorinforzati (FRP) per il rinforzo esterno di strutture esistenti in cemento armato, muratura, acciaio e lignee.B. Barre di FRP per armature interne di elementi in conglomerato cementizio.C. Materiali avanzati a matrice polimerica per isolatori antisismici e dispositivi di appoggio strutturale. <p>La ricerca è motivata, per i rispettivi argomenti sopra citati, dai seguenti aspetti.</p> <p>A. Materiali fibrorinforzati per il rinforzo esterno</p> <p>L'impiego di materiali fibrorinforzati per il rinforzo esterno di strutture esistenti diviene sempre più frequente in virtù dei notevoli pregi dei materiali fibrorinforzati quali la facilità di applicazione, la leggerezza, la durabilità e le ottime proprietà meccaniche in termini di rigidità e resistenza. E' stata anche ampiamente dimostrata la loro efficienza nell'adeguamento antisismico.</p> <p>In Italia è stato recentemente approvato da parte del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici un documento che riporta linee guida per l'utilizzo dei compositi nelle costruzioni. Tali Linee Guida diventano pertanto parte integrante delle attuali Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M.14/01/2008) dando chiare indicazioni a progettisti e direttori dei lavori per l'utilizzo dei materiali fibrorinforzati negli interventi di rinforzo delle strutture esistenti. Le linee guida si affiancano inoltre anche alle già note Linee Guida CNR DT200 relative ai rinforzi esterni con FRP.</p> <p>Questa situazione normativa decisamente favorevole all'applicazione dei materiali fibrorinforzati non esaurisce affatto le attività di ricerca ma anzi induce ad approfondimenti tecnici e scientifici. Le ricerche in tale ambito risultano quindi di notevole attualità per il mondo delle costruzioni oltre ad essere uno strumento di crescita ulteriore del mercato, di nascita di nuove industrie o imprese con conseguente creazione di posti di lavoro.</p> <p>B. Barre di FRP per armature interne</p> <p>L'utilizzo di barre in FRP per il rinforzo interno di strutture in calcestruzzo è al momento limitato dalla mancanza di</p>

	<p>riferimenti normativi nazionale e dalla ancora incompleta conoscenza del loro comportamento in esercizio. Esiste solo una linea guida CNR (DT203/2005) che fornisce indicazioni sul loro utilizzo. E' pertanto indispensabile proseguire le ricerche in tale ambito per definire ulteriori strumenti di progettazione che permettano di sfruttare al meglio le peculiarità di tali materiali e contemporaneamente fornire ai produttori italiani indicazioni tecniche utili a rendere i loro prodotti ancora più consoni alle necessità dell'ingegneria civile.</p> <p>C. Materiali avanzati a matrice polimerica per isolatori antisismici e dispositivi di appoggio strutturale.</p> <p>Lo sviluppo dell'isolamento sismico per la protezione degli edifici strategici e delle infrastrutture è in forte crescita nei paesi con elevato rischio sismico (Italia, Grecia, Turchia, Giappone, Stati Uniti, Giappone, Cina, Nuova Zelanda). Una delle soluzioni più recenti per l'isolamento sismico è rappresentata dagli isolatori a scorrimento, noti anche come isolatori a pendolo scorrevole (sliding pendulum). Questi dispositivi presentano notevoli vantaggi rispetto agli isolatori tradizionali in gomma e gomma-piombo in termini di prestazioni e durabilità, e sono caratterizzati da dimensioni molto compatte, che li rendono adatti anche al retrofitting di strutture esistenti.</p> <p>Gli appoggi strutturali, e in particolare quelli per i ponti, sono in una fase di forte evoluzione tecnologica correlata all'esigenza di prestazioni elevate in condizioni sempre più gravose (impalcati di sempre maggior lunghezza e flessibilità, aumento del carico e dell'intensità del traffico stradale e ferroviario). Per tale scopo è indispensabile studiare nuovi materiali scorrevoli in sostituzione di quelli tradizionali (PTFE).</p>
Parole chiave	Materiali compositi, consolidamento, adeguamento antisismico, isolatori antisismici, appoggi strutturali.
Coordinatore del progetto	<p>Prof. Carlo Poggi Dipartimento di Ingegneria Strutturale Politecnico di Milano Piazza Leonardo da Vinci 32 20133 MILANO Tel : 02 2399 4362 Email : carlo.poggi@polimi.it Web : www.stru.polimi.it/home/poggi</p>
Curriculum del coordinatore	<p>Professore ordinario del settore scientifico disciplinare ICAR09 Tecnica delle Costruzioni presso la III Facoltà di Ingegneria del Politecnico di Milano.</p> <p>Svolge attività di didattica e ricerca presso il Dipartimento di Ingegneria Strutturale del Politecnico di Milano dal 1982.</p> <p>Campi di ricerca</p> <p>Attualmente coordina alcuni progetti di ricerca relativi a</p>

	<p>- Compositi fibrorinforzati per il rinforzo strutturale e adeguamento antisismico delle costruzioni; - Materiali innovativi per appoggi strutturali e dispositivi antisismici ; - Proprietà meccaniche di compositi a rinforzo tessile e tessuti tecnici.</p> <p>In precedenza si è occupato di problemi di valutazione delle condizioni statiche di strutture monumentali, problemi di stabilità nelle strutture metalliche e nei gusci in composito. E' stato responsabile di numerosi contratti di ricerca con le industrie su argomenti relativi all'utilizzo di materiali innovativi per le costruzioni e studi per le proprietà meccaniche di tessuti laminati. E' coinventore di due brevetti relativi ad elementi di scorrimento ad elevata resistenza a usura e basso coefficiente di attrito per l'ingegneria strutturale</p> <p>Responsabilità gestionali accademiche : dal 2002 è Responsabile del Laboratorio Prove Materiali del Politecnico di Milano; è stato più volte membro della Giunta di Dipartimento con diversi incarichi.</p> <p>Incarichi didattici : E' titolare dei seguenti insegnamenti presso il corso di studi in Ing.Materiali e Nanotecnologie della facoltà di Ingegneria Processi Industriali di il Politecnico di Milano Meccanica dei solidi e delle strutture ; Complementi di Meccanica dei Solidi e delle strutture Applicazione strutturali dei compositi E' stato revisore esterno e controrelatore per diverse tesi di dottorato discusse presso sedi universitarie Europee. Ulteriori informazioni sono reperibili sul sito www.stru.polimi.it/home/poggi/</p>										
<p>Pubblicazioni più significative del gruppo di ricerca e brevetti dell'ultimo triennio</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">ARTICOLI SU RIVISTE INTERNAZIONALI</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bocciarelli M., Colombi P.,Fava G., Poggi C. The prediction of debonding strength of tensile steel/CFRP joints using fracture mechanics and stress based criteria <i>Eng. Fracture Mechanics</i> (2009) 76:299-313 ISSN 0013-7944</td> <td>Impact factor 1.713</td> </tr> <tr> <td>Bocciarelli M., Response of statically determined steel beams reinforced by CFRP plates in the elastic-plastic regime <i>Engineering Structures</i> (2009) 31:956-967 ISSN 0141-0296</td> <td>Impact factor 1.102</td> </tr> <tr> <td>Bocciarelli M., Colombi P.,Fava G., Poggi C. Fatigue performance of tensile steel members strengthened with CFRP plates <i>Composite Structures</i> (2009) 87:334-343 ISSN 0263-8223</td> <td>Impact factor 1.454</td> </tr> <tr> <td>Bocciarelli M., Colombi P.,Fava G., Poggi C. Interaction of interface delamination and plasticity in tensile steel members reinforced by CFRP plates <i>Int.J.Fracture</i> (2007) 146:79-92. ISSN 0376-9429</td> <td>Impact factor 1.147</td> </tr> </tbody> </table>	ARTICOLI SU RIVISTE INTERNAZIONALI		Bocciarelli M., Colombi P.,Fava G., Poggi C. The prediction of debonding strength of tensile steel/CFRP joints using fracture mechanics and stress based criteria <i>Eng. Fracture Mechanics</i> (2009) 76:299-313 ISSN 0013-7944	Impact factor 1.713	Bocciarelli M., Response of statically determined steel beams reinforced by CFRP plates in the elastic-plastic regime <i>Engineering Structures</i> (2009) 31:956-967 ISSN 0141-0296	Impact factor 1.102	Bocciarelli M., Colombi P.,Fava G., Poggi C. Fatigue performance of tensile steel members strengthened with CFRP plates <i>Composite Structures</i> (2009) 87:334-343 ISSN 0263-8223	Impact factor 1.454	Bocciarelli M., Colombi P.,Fava G., Poggi C. Interaction of interface delamination and plasticity in tensile steel members reinforced by CFRP plates <i>Int.J.Fracture</i> (2007) 146:79-92. ISSN 0376-9429	Impact factor 1.147
ARTICOLI SU RIVISTE INTERNAZIONALI											
Bocciarelli M., Colombi P.,Fava G., Poggi C. The prediction of debonding strength of tensile steel/CFRP joints using fracture mechanics and stress based criteria <i>Eng. Fracture Mechanics</i> (2009) 76:299-313 ISSN 0013-7944	Impact factor 1.713										
Bocciarelli M., Response of statically determined steel beams reinforced by CFRP plates in the elastic-plastic regime <i>Engineering Structures</i> (2009) 31:956-967 ISSN 0141-0296	Impact factor 1.102										
Bocciarelli M., Colombi P.,Fava G., Poggi C. Fatigue performance of tensile steel members strengthened with CFRP plates <i>Composite Structures</i> (2009) 87:334-343 ISSN 0263-8223	Impact factor 1.454										
Bocciarelli M., Colombi P.,Fava G., Poggi C. Interaction of interface delamination and plasticity in tensile steel members reinforced by CFRP plates <i>Int.J.Fracture</i> (2007) 146:79-92. ISSN 0376-9429	Impact factor 1.147										

	<p>Colombi P., Poggi C. An experimental, analytical and numerical study of the static behavior of steel beams reinforced by pultruded CFRP strips Composites part B, (2006) 37:64-73 ISSN 1359-8368 Impact factor 1.481</p> <p>Colombi P., Poggi C. Strengthening of tensile steel members and bolted joints using adhesively bonded CFRP plates Construction & Building Materials,(2006) 20:22-33. ISSN 0950-0618 Impact factor 0.947</p> <p>Colombi P., Reinforcement delamination of metallic beams strengthened by FRP strips: Fracture mechanics based approach Eng. Fracture Mechanics (2006) 73:1980-1995. ISSN 0013-7944 Impact factor 1.713</p> <p>M.A. Pisani Evaluation of bending strength of RC beams strengthened with FRP sheets ASCE Journal of Composites for Construction (2006), 10(4) ISSN 1090-0268 Impact factor : 0.798</p> <p>Quagliani V.,Dubini P.,Ferroni D.,Poggi C. Influence of counterface roughness on friction properties of engineering plastics for bearing applications Materials & Design (2009), 30:1650-1658. ISSN 0261-3069 Impact factor: 1.107</p> <p>Quagliani V., Corazza C., Poggi C. Experimental characterization of orthotropic technical textiles under uniaxial and biaxial loading, Composites part A (2008), 39 :1331-1342. ISSN 1359-835X Impact factor: 1.951</p> <p>Carvelli V., Corazza C.,Poggi C. Mechanical modelling of monofilament technical textiles Computational Materials Science (2008), 42:679-691 ISSN 1619-6988 Impact factor: 1.549</p> <p>Carvelli V., Monofilament technical textiles: an analytical model for the prediction of the mechanical behaviour Mechanics Research Communications (2009), 36(5): 573-580. ISSN 0093-6413 Impact factor : 1.077</p> <p>Carvelli V., Fava G, Pisani M.A. Anchor system for tension testing of large diameter GFRP bars. ASCE Journal of Composites for Construction (2009),13(5): 344-349. ISSN 1090-0268 Impact factor : 0.798</p> <p>M.Corradi, C.Tedeschi, L. Binda, A. Borri Experimental evaluation of shear and compression strength of masonry wall before and after reinforcement : Deep repointing, Costruction and Building Materials (2008) 22:463-472.</p> <p>Milani G., Homogenized limit analysis of FRP-reinforced masonry walls out-of-plane loaded, Computational Mechanics (2009) 43:617-639.</p> <p>Milani G., Milani E., Tralli A. Approximate limit analysis of full scale FRP-reinforced masonry buildings through a 3D homogenized FE package, Composite Structures (2010) 92:918-935.</p> <p style="text-align: center;">LIBRI</p> <p>M. A. Pisani Consolidamento delle strutture - Guida ai criteri, ai materiali e alle tecniche più utilizzati HOEPLI Editore, Milano (2008) ISBN-13: 9788820340735, ISBN:8820340735</p>
--	---

	<table border="1"> <tr> <th colspan="2" data-bbox="611 210 1433 237">LINEE GUIDA</th> </tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="611 237 1433 412"> CNR DT200-2004 Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati (Italian version) Guide for the Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems for Strengthening Existing Structures (English version) </td> </tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="611 412 1433 499"> fib Bulletin 40 - FRP reinforcement in RC structures <i>fib</i> (2007), Lausanne, Switzerland ISBN 978-2-88394-080-2 </td> </tr> <tr> <th colspan="2" data-bbox="611 584 1433 638">BREVETTI</th> </tr> <tr> <td data-bbox="611 638 762 804">2006</td> <td data-bbox="762 638 1433 804"> Elementi di scorrimento ad elevata resistenza a usura e basso coefficiente di attrito per l'ingegneria strutturale inventori Quaglini V., Chiesa R., Poggi C., Tavecchio C., Marioni A. </td> </tr> <tr> <td data-bbox="611 804 762 969">2007</td> <td data-bbox="762 804 1433 969"> Structural engineering sliding elements having high wear proof and low coefficient of friction (International Publication WO/2007/116257) V. Quaglini, C. Poggi, A. Marioni, C. Tavecchio, R. Chiesa </td> </tr> </table>	LINEE GUIDA		CNR DT200-2004 Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati (Italian version) Guide for the Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems for Strengthening Existing Structures (English version)		fib Bulletin 40 - FRP reinforcement in RC structures <i>fib</i> (2007), Lausanne, Switzerland ISBN 978-2-88394-080-2		BREVETTI		2006	Elementi di scorrimento ad elevata resistenza a usura e basso coefficiente di attrito per l'ingegneria strutturale inventori Quaglini V., Chiesa R., Poggi C., Tavecchio C., Marioni A.	2007	Structural engineering sliding elements having high wear proof and low coefficient of friction (International Publication WO/2007/116257) V. Quaglini, C. Poggi, A. Marioni, C. Tavecchio, R. Chiesa
LINEE GUIDA													
CNR DT200-2004 Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati (Italian version) Guide for the Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems for Strengthening Existing Structures (English version)													
fib Bulletin 40 - FRP reinforcement in RC structures <i>fib</i> (2007), Lausanne, Switzerland ISBN 978-2-88394-080-2													
BREVETTI													
2006	Elementi di scorrimento ad elevata resistenza a usura e basso coefficiente di attrito per l'ingegneria strutturale inventori Quaglini V., Chiesa R., Poggi C., Tavecchio C., Marioni A.												
2007	Structural engineering sliding elements having high wear proof and low coefficient of friction (International Publication WO/2007/116257) V. Quaglini, C. Poggi, A. Marioni, C. Tavecchio, R. Chiesa												
<p>Persone coinvolte nel gruppo di ricerca proponente</p>	<p>Il gruppo di ricerca è attualmente costituito da 2 professori Ordinari (entrambi ICAR09), 2 Professori Associati (entrambi ICAR08) e 2 ricercatori strutturati (ICAR08 e INGIND34) tutti afferenti al Dipartimento di Ingegneria Strutturale del Politecnico di Milano (DIS).</p> <p>Tra il personale non strutturato sono inclusi due assegnisti, di cui uno ha precedentemente ottenuto il dottorato in Ingegneria Strutturale presso il DIS, e due dottorandi in Ingegneria dei Materiali.</p> <p>Personale strutturato</p> <ul style="list-style-type: none"> Ing. Dr. Massimiliano Bocciarelli (RI ICAR08) Prof. Valter Carvelli (PA ICAR08) Ing. Sara Cattaneo (RI ICAR09) Prof. Pierluigi Colombi (PA ICAR08) Ing. Gabriele Milani (RI ICAR08) Prof. Marco Pisani (PO ICAR09) Prof. Carlo Poggi (coordinatore PO ICAR09) Ing. Dr. Virginio Quaglini (RI INGIND34) Arch. Cristina Tedeschi (RI ICAR19) <p>Assegnisti e dottorandi</p> <ul style="list-style-type: none"> Ing. Dr. Giulia Fava (PhD, Assegnista) Ing. Daniela Ferroni (PhD student) Ing. Paolo Dubini (PhD student) Ing. Charlotte Tavecchio (Assegnista) Arch. Lorenzo Cantini (PhD student) 												
<p>Obiettivi del progetto ed</p>	<p>Gli obiettivi del progetto, che si propone di studiare e approfondire diversi aspetti relativi all'impiego dei materiali</p>												

<p>impatto della ricerca nel mondo industriale</p>	<p>innovativi nel mondo delle costruzioni, sono molteplici e qui distinti per i diversi temi affrontati.</p> <p>A. Materiali fibrorinforzati per il rinforzo esterno</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fornire strumenti per una corretta caratterizzazione meccanica dei materiali e criteri per il loro controllo e qualificazione con particolare riferimento alle loro proprietà meccaniche. • Approfondire il problema della durabilità dei sistemi FRP/adesivo nelle diverse applicazioni di rinforzo e dei diversi ambienti (gelo-disgelo , ambiente alcalino). • Studiare la risposta di tali sistemi alle sollecitazioni cicliche . • Studiare l'utilizzo di materiali compositi in fibra di vetro o carbonio per il collegamento e il rinforzo di travi in legno al fine di ottenere giunti di facile installazione. <p>B. Barre in FRP per il rinforzo interno</p> <ul style="list-style-type: none"> • Obiettivo principale è quello di sviluppare criteri progettuali specifici per l'utilizzo di barre di FRP come armature in solette da ponte, in solai, opere di sostegno ed anche in elementi precompressi, al fine di migliorare la vita utile di tali elementi strutturali. • Fornire metodi di indagine affidabili per una corretta caratterizzazione meccanica dei materiali e criteri per il loro controllo e qualificazione, con particolare riferimento alle proprietà meccaniche. • Studiare l'aderenza, il comportamento a fatica e al rilassamento delle barre per un loro utilizzo affidabile in elementi strutturali in calcestruzzo normale armato o precompresso. • Studiare il comportamento delle barre e degli elementi strutturali in c.a. con esse armati nei confronti della resistenza al fuoco. <p>C. Isolatori sismici e appoggi strutturali</p> <ul style="list-style-type: none"> • Obiettivo principale è lo studio di materiali innovativi che possano essere impiegati in isolatori a scorrimento al fine di aumentare la sicurezza di edifici strategici. • Sviluppo di nuovi materiali di scorrimento per gli appoggi da ponte, caratterizzati da un basso coefficiente di attrito ed elevata resistenza alle alte temperature ed all'usura. • Sviluppo di nuovi materiali di scorrimento ad attrito controllato per gli isolatori a scorrimento, caratterizzati da stabilità del coefficiente di attrito rispetto alla pressione di contatto, alla velocità di scorrimento ed alla temperatura. • Sviluppo di modelli numerici per isolatori a scorrimento che includano le equazioni costitutive dei nuovi materiali progettati e che si configurino come strumenti di progettazione per gli ingegneri strutturisti.
---	--