

**RICHIAMI DI INGEGNERIA SISMICA E CONSOLIDAMENTI STRUTTURALI  
MEDIANTE FRP CON APPLICAZIONI SU STRUTTURE PREFABBRICATE**



Ordine Ingegneri della Provincia di Forlì  
Cesena



Ordine Ingegneri della Provincia di Forlì  
Cesena

**Il miglioramento sismico degli edifici in c.a:  
esempi di interventi mediante  
CARBOSTRU® C-System e  
CARBOSTRU® T-System**

**Ing. Christian di Feo – INTERBAU srl**  
*c.difeo@interbau-srl.it*

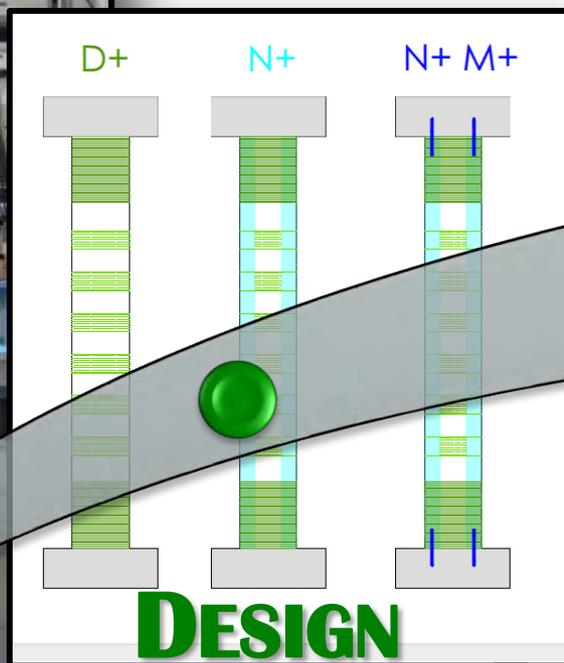
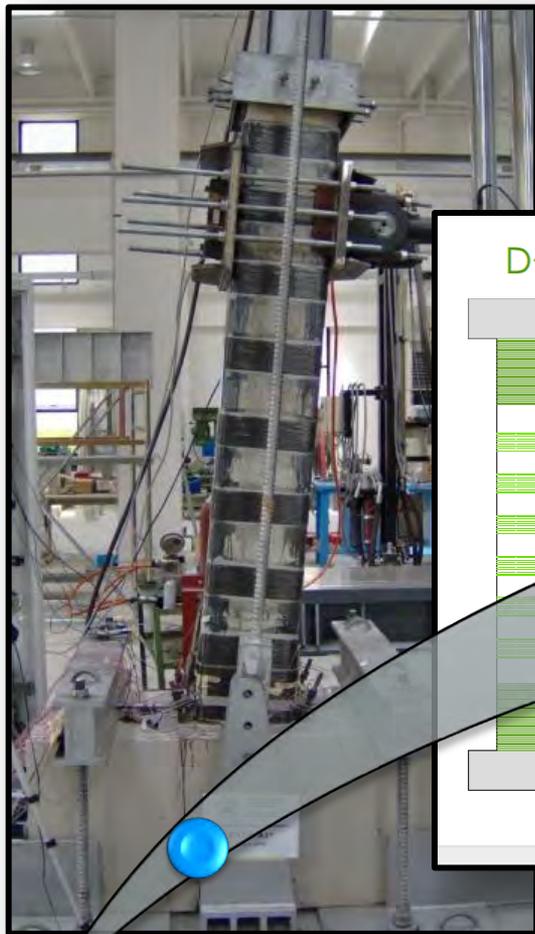
Martedì 02 Ottobre 2018 - ore 8.45 - 18.15



# INTERBAU

# RESEARCH and DEVELOPMENT SOFTWARE and DESIGN WORKS

## WORKS



## RESEARCH AND DEVELOPMENT



CNR - Commissione incaricata di formulare pareri in materia di normativa tecnica relativa alle costruzioni.

**CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE**

COMMISSIONE INCARICATA DI FORMULARE PARERI IN MATERIA  
DI NORMATIVA TECNICA RELATIVA ALLE COSTRUZIONI

**Istruzioni  
per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo  
di Interventi di Consolidamento Statico  
mediante l'utilizzo di  
Compositi Fibrorinforzati**

**Materiali, strutture di c.a. e di c.a.p., strutture murarie**



CNR-DT 200/2004

ROMA - CNR 13 luglio 2004

CNR-DT 200/2004

Il presente Documento Tecnico è stato predisposto da un Gruppo di studio così composto:

AIELLO Prof. Maria Antonietta	- Università di Lecce
ASCIONE Prof. Luigi	- Università di Salerno
BARATTA Prof. Alessandro	- Università "Federico II" - Napoli
BASTIANINI Ing. Filippo	- Università di Bologna
BENEDETTI Prof. Andrea	- Università di Bologna
BERARDI Ing. Valentino Paolo	- Università di Salerno
BORRI Prof. Antonio	- Università di Perugia
BRICCOLI BATTI Prof. Silvia	- Università di Firenze

**CERSOSIMO Ing. Giuseppe - Interbau S.r.l. - Milano**

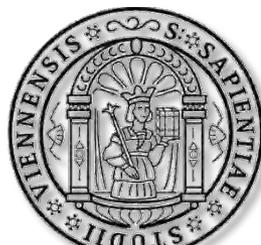
CREDALI Dott. Lino	- Ardea S.r.l. - Casalecchio (BO)
DE LORENZIS Ing. Laura	- Università di Lecce
FAELLA Prof. Ciro	- Università di Salerno
FANESI Ing. Elisabetta	- Politecnico di Milano
FEO Prof. Luciano	- Università di Salerno
FORABOSCHI Prof. Paolo	- IUAV - Venezia
FRASSINE Prof. Roberto	- Politecnico di Milano
GIACOMIN Ing. Giorgio	- Maxfor - Quarto d'Altino (VE)
GRANDI Ing. Alberto	- Sika Italia S.p.a. - Milano
IMBIMBO Prof. Maura	- Università di Cassino
LA TEGOLA Prof. Antonio	- Università di Lecce
LAGOMARSINO Prof. Sergio	- Università di Genova
LUCIANO Prof. Raimondo	- Università di Cassino
MACERI Prof. Franco	- Università "Tor Vergata" - Roma
MAGENES Prof. Guido	- Università di Pavia
MANFREDI Prof. Gaetano	- Università "Federico II" - Napoli
MANTEGAZZA Dott. Giovanni	- Ruedil S.p.a. - Milano
MARTINELLI Ing. Enzo	- Università di Salerno
MODENA Prof. Claudio	- Università di Padova
MONTI Prof. Giorgio	- Università "La Sapienza" - Roma
MORANDINI Ing. Giulio	- Mapei S.p.a. - Milano
NANNI Prof. Antonio	- Università "Federico II" - Napoli
NIGRO Prof. Emidio	- Università "Federico II" - Napoli
OLIVITO Prof. Renato Sante	- Università della Calabria - Cosenza
PASCALE Prof. Giovanni	- Università di Bologna
PECCE Prof. Maria Rosaria	- Università del Sannio - Benevento
PISANI Prof. Marco Andrea	- Politecnico di Milano
POGGI Prof. Carlo	- Politecnico di Milano
PROTA Ing. Andrea	- Università "Federico II" - Napoli
REALFONZO Prof. Roberto	- Università di Salerno
ROSATI Prof. Luciano	- Università "Federico II" - Napoli
SACCO Prof. Elio	- Università di Cassino
SAVOIA Prof. Marco	- Università di Bologna
	- Università di Chieti

**Member of Task Group  
CNR FRP GUIDELINES**



# CARBOSTRU® C-SYSTEM T-SYSTEM

EXPERIMENTAL RESEARCH ON FULL SCALE R.C. STRUCTURE



- 1998 **University of Bologna**: bending strengthening of RC beams;
- 1999 **University of Vienna**: bending and shear strengthening of 7 RC beams;
- 2001 **Polytechnic University of Milan**: strengthening of masonry structures with CFRP;
- 2001 **Ismes – Enel - Hydro**: compression strengthening of 8 RC columns;
- 2003 **University of Palermo**: strengthening of masonry vaults;
- 2003-2005 **Sapienza University of Rome**: shear strengthening of 29 RC beams;
- 2005-2009 **University of Salerno**: Seismic retrofit of 30 RC columns;
- 2005-2008 **University of Rome**: compression strengthening of 30 RC columns;
- 2011 **Polytechnic University of Milan**: shear strengthening of 8 RC columns;
- 2011 **Polytechnic University of Milan**: bending strengthening of 7 RC beams;
- 2012 **University of Salerno**: Seismic retrofit of 6 RC columns;
- 2012 **University of Salerno**: Seismic retrofit of 11 RC beam-column joint;
- 2016 **Polytechnic University of Milan**: Service temperature of CFRP laminates;



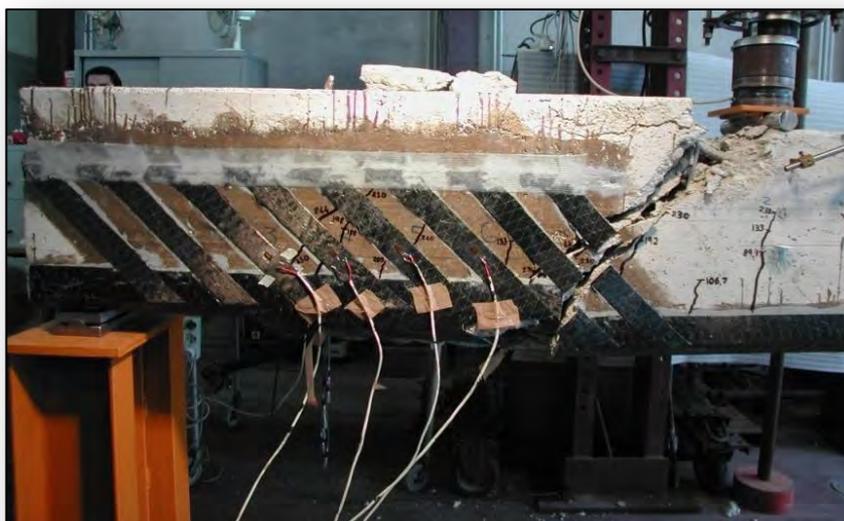
# CARBOSTRU® T-SYSTEM 29 + 7 TEST OF R.C. BEAMS



2003 La Sapienza University - Rome



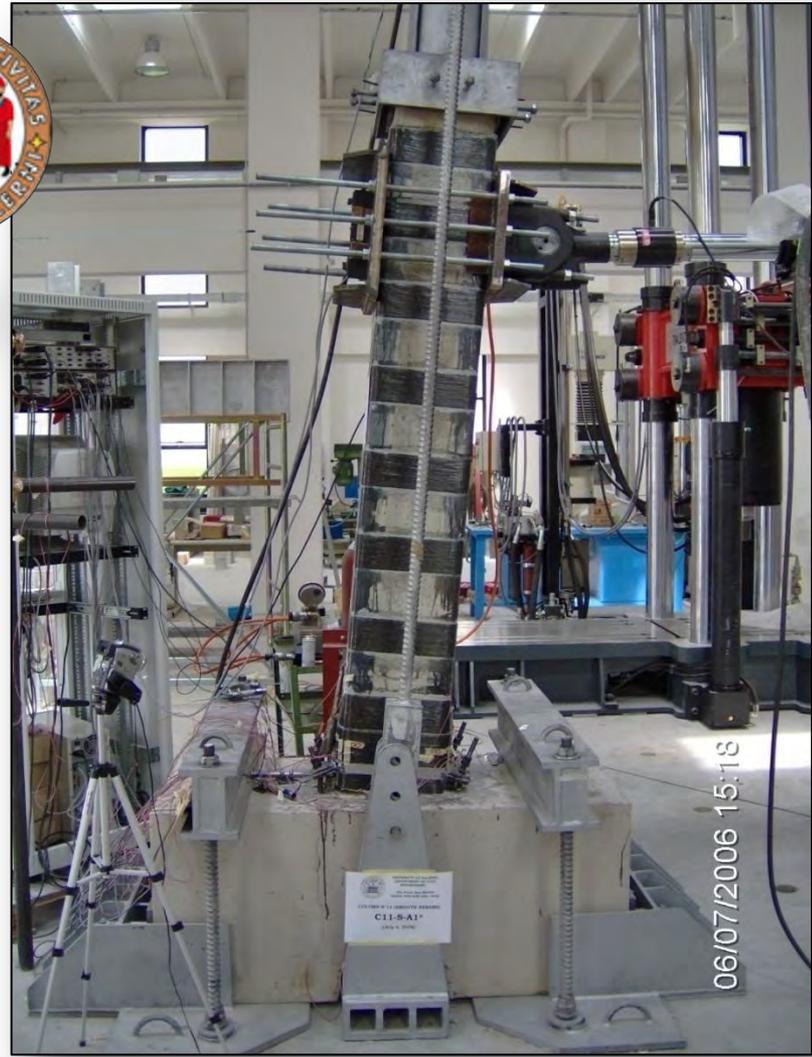
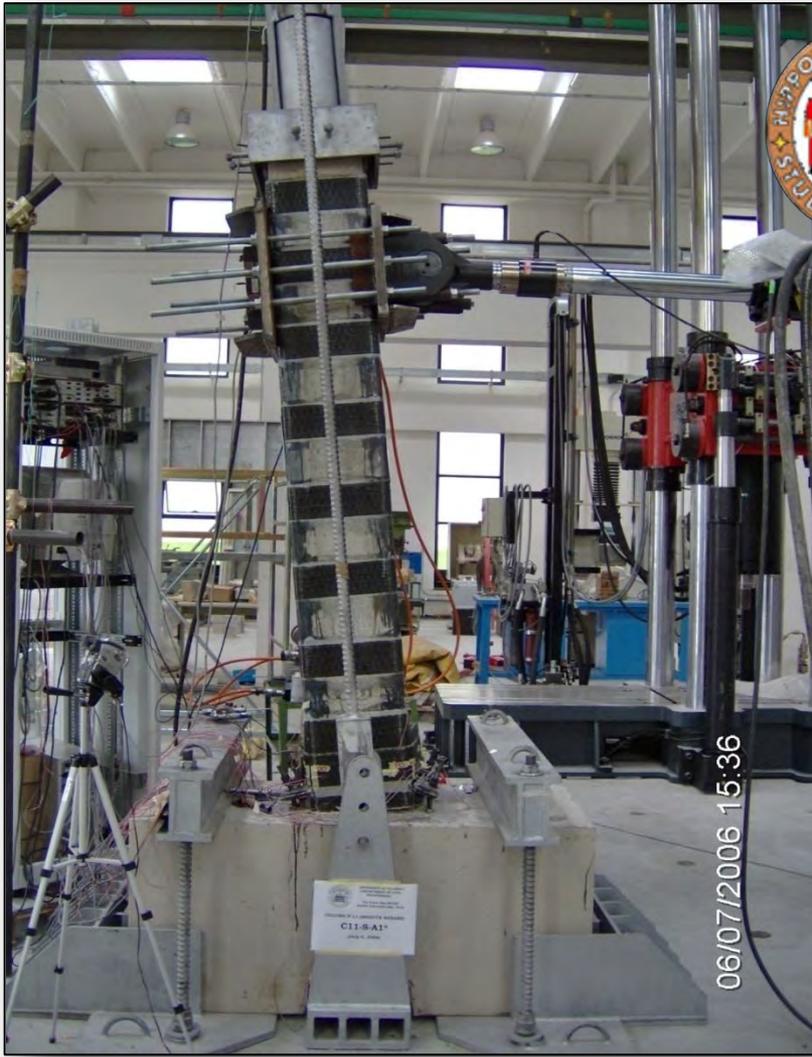
2011 Polytechnic University - Milan





# CARBOSTRU® C-SYSTEM

## 2005-2009 PSEUDO DYNAMIC TEST OF RC COLUMNS-SALERNO UNIVERSITY





# **CARBOSTRU® C-SYSTEM T-SYSTEM: +20 SCIENTIFIC PAPER**

**CICE 2004 2nd Intern. Conference on FRP Composites in Civil Engineering** – Adelaide – USA,

G. Monti M. Liotta “Shear strengthening of beams with composite materials”.

**FRPRCS-2005 7th Intern. Symposium on FRP Reinforcement** – Kansas City, USA

G. Monti -M. Liotta “FRP-strengthening in shear: tests and design equations”.

**FIB 2006 - 2<sup>nd</sup> INTERNATIONAL CONGRESS** JUNE 5-8 NAPLES

C.Faella, R.Realfonzo, G.Rizzano “Experimental Behaviour of R.C Columns Confined by FRP”.

**RELUIS –Rete Laboratori Universitari Ing. Sismica. UNIVERSITA' DI SALERNO – 2007**

G. Monti, N. Nisticò “Experimental investigation on square and rect. r.c. columns confined by C-FRP”.

C. Faella, A. Napoli, R. Realfonzo “Pilastrini in c.a. confinati con FRP: risultati sperimentali”.

Cersosimo, Rubino “Design and test of r.c. columns strengthened with CARBOSTRU®C-SYSTEM”.

**INTERNATIONAL SYMPOSIUM FRPRCS- 8 2007 PATRAS**

C. Faella, A. Napoli, R. Realfonzo “On the available ductility of R/C columns strengthened with FRP system”

G.Monti, N.Nisticò “Modeling of square and rectangular concrete columns confined by C-FRP”

**CICE 2008 - Internat. Conference on FRP Composites in Civil Engineering.** 22-24 July Zurich.

C.Faella, A.Napoli, R.Realfonzo “Cyclic Behaviour of Conc. Columns Confined With FRP Systems”.

**RELUIS 2009 – RESEARCH PROJECT RELUIS - PROTEZIONE CIVILE**

Savoia, Mazzotti, Ferracuti, Olivito, Poggi “Round robin experim. tests on adhesion FRP- concrete”.

**CICE 2010- Intern. Conference on FRP Composites in Civil Engineering** 27-29 Sep .Beijing-China

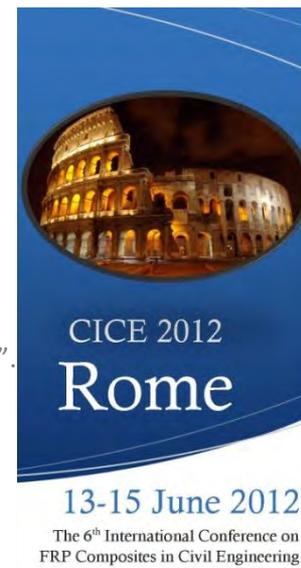
A.Nunziata, R.Realfonzo “Cyclic behaviour of FRP confined RC columns with high aspect ratio”.

**CICE 2012 – Intern. Conference on FRP Composites in Civil Engineering** – June 13-14 Rome

C. Faella, R.Realfonzo, A.Napoli, J.R.Pinill “Beam-columns Joints strengthened with FRP system”.

**American Conc.Inst. 2014 –Tecniche innovative per il miglioramento sismico di edifici prefabbricati**

G.Cersosimo, L.Monfini, N.Nisticò, R.Realfonzo, A.Napoli: “Experimental Test RC columns CFRP CARBOSTRU reinforced”.





# CFRP CARBOSTRU CLASS 350/2800C



## COMPOSITI 350/2800 C CFRP CARBOSTRU® UD HM\_HR 400

Resistenza a trazione	f fib	2.800 MPa
Modulo Elastico	E fib	350 GPa
Allungamento a rottura	ε fib	0,8 %
Sezione eq. per ogni strato UD HMHR 400/10	A fib	22 mm <sup>2</sup>
Sezione eq. per ogni strato UD HMHR 400/15	A fib	33 mm <sup>2</sup>
Frazione in peso delle fibre nel composito	Fv	40 %
Temperature di Servizio	Ts	-20°C +45//+65 °C *
Temperatura massima di esposizione	Te	-20°C +65//+85 °C *
Temperatura di produzione in situ		min.+15°C max. 35 °C
Classe Reazione al Fuoco	CL	E





# INTERBAU QUALITY ASSURANCE



**POLITECNICO  
MILANO 1863**

LABORATORIO PROVE MATERIALI



LAB N° 1275

Codice Cliente INTER01 – Rapporto di prova n° 2016/1664 – Pag. 5 di 8

## Modalità di prova

I provini di materiale composito sono stati sottoposti a prove di trazione uniassiale, in accordo alla PROCEDURA OPERATIVA INTERNA LPM/POP.03.001, al fine di determinare il valore del modulo elastico e del carico di rottura. La prova è stata effettuata in modalità di controllo di spostamento ad una velocità di 2.0 mm/min. I provini sono stati strumentati tramite un estensometro (serial number 10389584E) con base di misura  $L_0 = 50$  mm fino ad un valore di deformazione pari a circa 0.5%.

## Risultati delle prove di trazione

In Tabella 4 per i singoli provini sono riportati i seguenti valori:

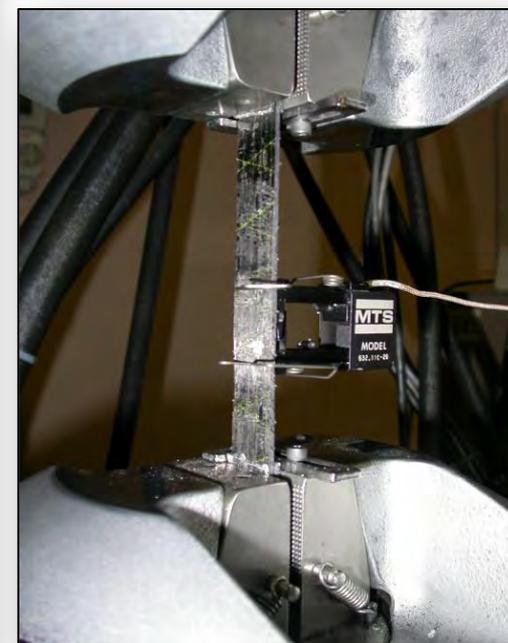
- 1) carico di rottura  $P_u$ ;
- 2) incertezza estesa del carico di rottura,  $U_{P_u}$ ;
- 3) modulo elastico del composito riferito alla sezione del provino,  $E_f$ ;
- 4) incertezza estesa del modulo elastico del composito riferito alla sezione del provino,  $U_{E_f}$ ;
- 5) modulo elastico del composito riferito all'area delle fibre,  $E_{fib}$ ;
- 6) incertezza estesa del modulo elastico del composito riferito all'area delle fibre,  $U_{E_{fib}}$ ;
- 7) sforzo di rottura del composito riferito alla sezione del provino,  $\sigma_{u f}$ ;
- 8) incertezza estesa dello sforzo di rottura del composito riferito alla sezione del provino,  $U_{\sigma_{u f}}$ ;
- 9) sforzo di rottura del composito riferito all'area delle fibre,  $\sigma_{u fib}$ ;
- 10) incertezza estesa dello sforzo di rottura del composito riferito all'area delle fibre,  $U_{\sigma_{u fib}}$ .

Tabella 4 - Risultati delle prove di trazione su laminato FRP

Identificativo provino	$P_u$ [kN]	$U_{P_u}$ [kN]	$E_f$ [GPa]	$U_{E_f}$ [GPa]	$E_{fib}$ [GPa]	$U_{E_{fib}}$ [GPa]	$\sigma_{u f}$ [MPa]	$U_{\sigma_{u f}}$ [MPa]	$\sigma_{u fib}$ [MPa]	$U_{\sigma_{u fib}}$ [MPa]	tipo rott
OFF_2016/0855-1	46.656	0.43	111.395	15.81	378.910	54.86	1024.258	9.63	3484.029	36.19	RT+RL
OFF_2016/0855-2	41.932	0.39	109.270	15.15	389.896	54.93	874.963	8.22	3122.027	32.43	RT+RL
OFF_2016/0855-3	43.570	0.41	111.828	15.53	402.410	56.81	904.823	8.50	3255.993	33.83	RT+RL
<b>media</b>	<b>44.053</b>	-	<b>110.831</b>	-	<b>390.405</b>	-	<b>934.681</b>	-	<b>3287.350</b>	-	
<b>Incertezza estesa delle medie</b>	-	<b>0.24</b>	-	<b>8.95</b>	-	<b>32.07</b>	-	<b>5.08</b>	-	<b>19.74</b>	

Tipo di rottura: (RT = rottura trasversale delle fibre; RL = rottura longitudinale delle fibre)

Since 2008 over 200  
CoKIT Certifications for  
**CFRP CARBOSTRU®**  
(required since 2009  
for MIT FRP Guide  
Lines)



# RICHIAMI DI INGEGNERIA SISMICA E CONSOLIDAMENTI STRUTTURALI MEDIANTE FRP CON APPLICAZIONI SU STRUTTURE PREFABBRICATE



Ordine Ingegneri della Provincia di Forlì  
Cesena

## SCHEDA TECNICA COMPOSITI CL. 350/2800 **CFRP CARBOSTRU® UD HM\_HR400**

Proprietà meccaniche del composito riferite all'area netta delle fibre (metodo di prova UNI EN 2561):

Resistenza a trazione	$f_{fb}$	2.800 MPa
Modulo Elastico	$E_{fb}$	350 GPa
Allungamento a rottura	$\epsilon_{fb}$	0,8 %
Sezione eq. per ogni strato <b>UD HM_HR 400/10</b>	$A_{fb}$	22 mm <sup>2</sup>
Sezione eq. per ogni strato <b>UD HM_HR 400/15</b>	$A_{fb}$	33 mm <sup>2</sup>
Frazione in peso delle fibre nel composito	$F_v$	40 %
Temperature limite di servizio min.- max. <sup>1</sup>	$T_{lim}$	-20°C +45°C // +65 °C <sup>2</sup>
Temperatura limite di esposizione min.- max. <sup>3</sup>	$T_{esp}$	-20°C +65°C // +85 °C <sup>2</sup>
Temperatura di produzione in situ min.- max.		+15°C --- 35 °C
Classe Reazione al Fuoco	CL	E
Classe Resistenza al Fuoco		NPD

## MATERIALI COSTITUTIVI COMPOSITI **CFRP CARBOSTRU® UD HM\_HR400**

### 1- CARBOSTRU® UD HM\_HR 400/10-15

Tessuti in fibra di carbonio unidirezionali ad alto modulo/alta resistenza grammatura di 400gr/m<sup>2</sup> -

Carico di rottura a trazione delle fibre	4.600 MPa
Modulo elastico	395 GPa
Allungamento a rottura delle fibre	1,17 %
Densità fibra	1,80 g/cm <sup>3</sup>
Massa del tessuto per unità di area	400 g/m <sup>2</sup>
Spessore equivalente tessuto unidirezionale	0,22 mm
Larghezza dei tessuti unidirezionale	10 - 15 cm
Sezione equivalente tessuti unidirezionale 10 cm - 15cm	22 - 33 mm <sup>2</sup>

### 2- CARBOSTRU® RS80

Resina epossidica bicomponente costituente la matrice dei compositi.

Modulo elastico a flessione	2.750 MPa
Resistenza a trazione	68 MPa
Allungamento a rottura	6 %
Densità della resina	1,12 g/cm <sup>3</sup>
Temp. trans. vetrosa $T_g$ (curing 48 h 23°)	+38°C

## CARBOSTRU® AD Adesivo epossidico a norma EN1504-4 per placcaggio compositi **CFRP CARBOSTRU®**

Adesione al calcestruzzo // all'acciaio sabbiato	4 // 6 N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico (curing 7 gg. 23 °C)	11.200 MPa
Resistenza a taglio (curing 7 gg. 23 °C)	18 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a flessione (curing 7 gg. 15 °C)	24 N/mm <sup>2</sup>
Temperatura transizione vetrosa $T_g$ (curing 7 gg. 45 °C)	+62 °C
Temperature di servizio (curing 7 gg. 23 °C)	-40°C + 45°C
Classe Reazione al Fuoco	E

<sup>1</sup> temperatura entro cui i compositi in stato di tensione offrono un contributo di resistenza determinato ai sensi del DT200/R1 2013.

<sup>2</sup> temperature ammissibili solo per compositi in Complete Wrapping (es. confinamenti).

<sup>3</sup> temperature entro cui i compositi possono essere esposti in assenza di sollecitazione senza subire danneggiamenti.



**M\_INF\_CSLP\_REG\_ATTI\_INT\_CONSUMP.R.0000398.06-11-2017**

Documento sottoscritto con firma digitale ai sensi del D.Lgs. 82/2005 art. 21

## CERTIFICATO DI IDONEITA' TECNICA ALL'IMPIEGO ai sensi del Cap.11, punto 11.1 lett. c) del D.M. 14.1.2008

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici Servizio Tecnico Centrale Div. 2°

Denominazione commerciale del Prodotto	<b>CFRP CARBOSTRU®</b>
Oggetto della valutazione e campo di impiego	Materiali compositi fibro-rinforzati a matrice polimerica (FRP) da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti. <i>Sistemi di rinforzo realizzati in situ</i>
Richiedente	<b>INTERBAU srl</b>
Stabilimento di produzione	Via L.B. Alberti, 10 20149 - MILANO Tel.: 023451468 - Fax: 0233607026 e-mail: infocarbo@interbau-srl.it <a href="http://www.interbau-srl.it">http://www.interbau-srl.it</a>
Validità del Certificato	Anni 5 dalla data del protocollo sopra riportata

Il presente Certificato di idoneità è composto di n.8 pagine.

Il presente Certificato è emesso in formato digitale ed è riproducibile solo nella sua interezza.



VIA Nomentana 2 - 00161 ROMA  
TEL. 06.4412.1.  
[www.cslp.it](http://www.cslp.it)





# INTERBAU CERTIFICATIONS



CERTIFICATO Q13514-IT  
CERTIFICATE

SI CERTIFICA CHE IL SISTEMA DI GESTIONE DELL'ORGANIZZAZIONE  
"GENERALI CERTIFICATION SYSTEM OPERATED BY"

**INTERBAU S.r.l.**  
VIA ALBERTI 10  
20149 MILANO (MI)

E' CONFORME ALLA NORMA **UNI EN ISO 9001:2008**  
CONFORMS TO THE STANDARD **ISO 9001:2008**

PER LE SEGUENTI ATTIVITA'  
FOR THE FOLLOWING ACTIVITIES

**PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE CONSOLIDAMENTI STRUTTURALI  
ED ANTISISMICI IN MATERIALI COMPOSITI.  
PROGETTAZIONE E COSTRUZIONE EDIFICI CIVILI ED INDUSTRIALI.**  
DESIGN AND EXECUTION OF STRUCTURAL AND ANTISEISMIC CONSOLIDATION IN  
COMPOSITE MATERIALS CIVIL AND INDUSTRIAL DESIGN AND CONSTRUCTIONS.

SETTORE EA: E.A. SECTION	PRIMA EMISSIONE FIRST ISSUE DATE	EMISSIONE CORRENTE CURRENT ISSUE DATE	DATA RINNOVO RENEWAL DATE
28	2014-05-13	2014-05-13	2017-05-12

NELLE NOSTRE CERTIFICAZIONI PER LA QUALITÀ CONFORME ALLA NORMA ISO 9001:2008 NON SONO IN CORSO LE PRESCRIZIONI DEL REGOLAMENTO TECNICO ACCREDITAMENTO  
LA PRESSIONE DI CERTIFICAZIONE DI INTERBAU S.R.L. È SOLO PER INFORMAZIONI DEL CLIENTE. SONO COMPRESI TUTTI I TIPOLOGICI ATTI PER LA MIGLIORAZIONE  
NELLE IMPRESE DI COSTRUZIONE EDIFICI CIVILI ED INDUSTRIALI, E PER LA RICERCA E SVILUPPO E SUCCESSIVE MODIFICAZIONI DEL SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ.  
IN GENERAL, MATERIALS IN THE QUALITY SYSTEM CERTIFICATION ARE NOT SUBJECT TO TECHNICAL ACCREDITATION  
INTERBAU S.R.L. CERTIFICATION PRESSURE IS ONLY FOR INFORMATION OF THE CLIENT. ALL USUAL ACTS FOR IMPROVING THE QUALITY SYSTEM ARE INCLUDED.



nel G2S S.r.l.  
for the certification body  
Il Rappresentante Legale

*Alberto Felletti*

CORSO SEMPIONE 99 - 20149 MILANO  
P.IVA 06635490266



Torino - San Benedetto - Napoli • Numero Verde 800.540.340 • [www.bentleysoa.com](http://www.bentleysoa.com)

Codice Identificativo : 02751850047 ( Autorizzazione n.35 del 28/12/2000 )

## ATTESTAZIONE DI QUALIFICAZIONE ALLA ESECUZIONE DI LAVORI PUBBLICI (ai sensi del D.P.R. 207/2010)

Rilasciato alla impresa: INTERBAU S.R.L.			
C. F.:	11604220159	P. IVA:	11604220159
con sede in:	MILANO	CAP:	20149 Provincia: MI
Indirizzo:	VIA ALBERTI N. 10		
Iscritta alla CCIAA di:	MI	al n.:	11604220159

Rappresentanti legali		Direttori tecnici	
Nome e Cognome	Codice fiscale	Nome e Cognome	Codice fiscale
GIUSEPPE CERROSIMO	CR5GPP57L2JH5D1H	Ing. GIUSEPPE CERROSIMO	CR5GPP57L2JH5D1H

### Categoria e classifiche di qualificazione:

Categoria	Classifica	C.F. direttore tecnico cui è connessa la qualificazione
OG I	III	
OS 21	IV	

Qualificazione per prestazione di progettazione e costruzione fino alla III-BIS classifica.

L'impresa possiede la certificazione (art. 3 comma 1, lettera mm) del D.P.R. 207/2010 valida fino al 12/05/2017 rilasciata da G2S S.r.l..

Attestazione n.:	(N.ro prog./ codice SOA)	Sostituisce l'attestazione n.:	(N.ro prog./ codice SOA)
19218/35/00			
Data rilascio attestazione originaria	18/05/2016	Data scadenza validità triennale	17/05/2019
Data rilascio attestazione in corso	18/05/2016	Data effettuazione verifica triennale	
		Data scadenza validità quinquennale	17/05/2021

### Firmatari

Rappresentante Legale	SILETTO CARLO	Direttore Tecnico	GALANTEGIANFRANCO
-----------------------	---------------	-------------------	-------------------

**OG1 - Civil and Industrial Buildings Cl. III (1.033.000€)  
OS21 - Special structural works - Cl. IVbis (3.500.000€)**

**RICHIAMI DI INGEGNERIA SISMICA E CONSOLIDAMENTI STRUTTURALI  
MEDIANTE FRP CON APPLICAZIONI SU STRUTTURE PREFABBRICATE**



Ordine Ingegneri della Provincia di Forlì  
Cesena

# OVER 200 SEISMIC RETROFIT and STRENGTHENING WORKS WITH CFRP-CARBOSTRU® SYSTEMS SINCE 1998



**Morgan Stanley**



**Latteria Soresina**



**Beni Stabili**

**Posteitaliane**

UNA SOCIETÀ DI FONCIÈRE DES RÉGIONS



**FERROVIENORD**

**CITROËN**



**Banca Popolare di Sondrio**



**Prysmian Group**

*Ministero degli Affari Esteri*



**DIESEL**



**PESSINA COSTRUZIONI**



**TECHINT**  
Engineering & Construction



**colt**



# SEISMIC RETROFIT

**Date: from June 2016 to January 2017**

**Customer: F.lli Tommasini S.r.l**

**Address: Via Viazza, 141 San Prospero (MO)**

**Work: Seismic Retrofit**

**Reinforcement: Flexural strength, Shear and Ductility**

**Reinforcement: Functional recovery**



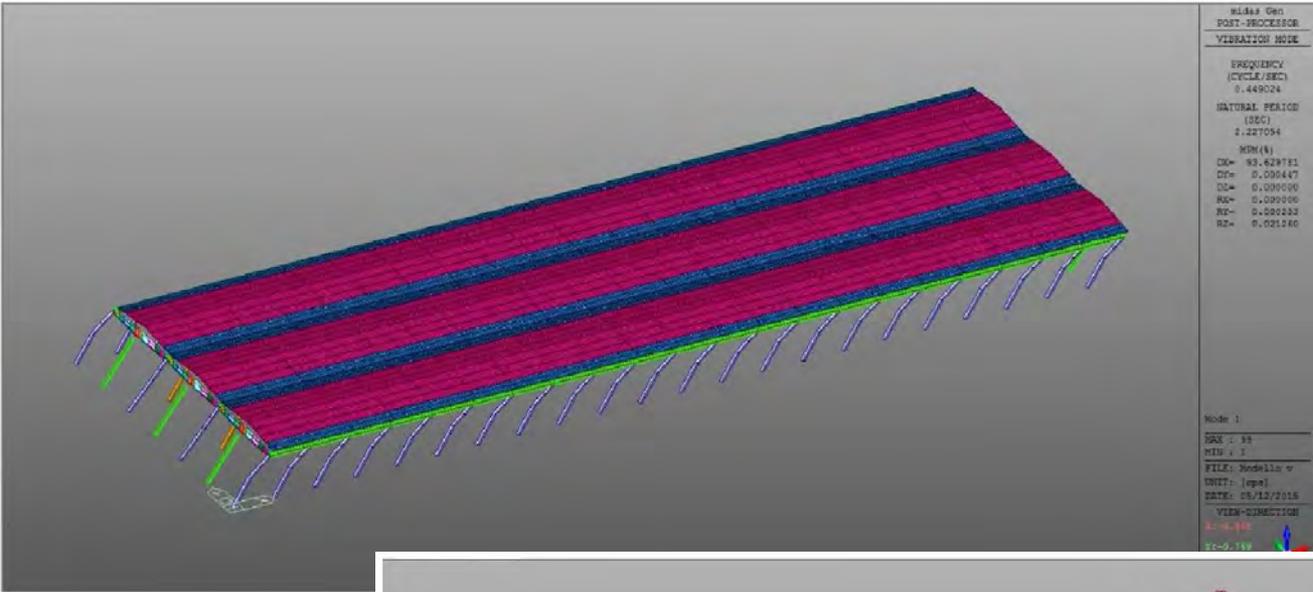
## **Semi-destructive surveys for the determination of construction materials**



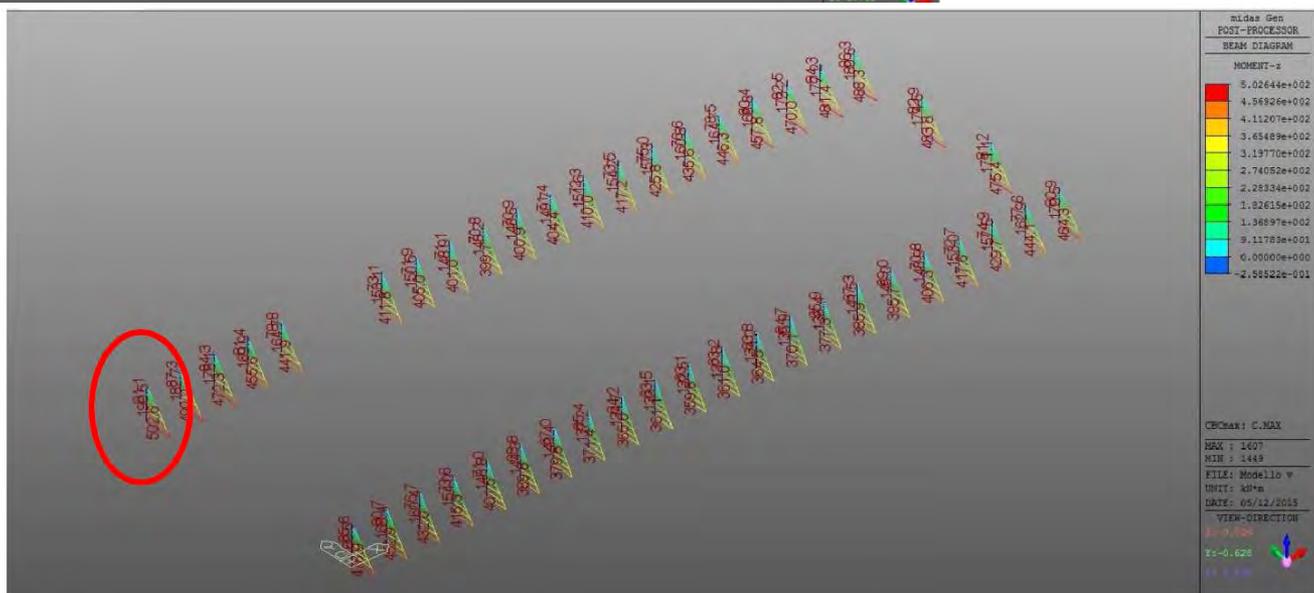
# RICHIAMI DI INGEGNERIA SISMICA E CONSOLIDAMENTI STRUTTURALI MEDIANTE FRP CON APPLICAZIONI SU STRUTTURE PREFABBRICATE



Ordine Ingegneri della Provincia di Forlì  
Cesena

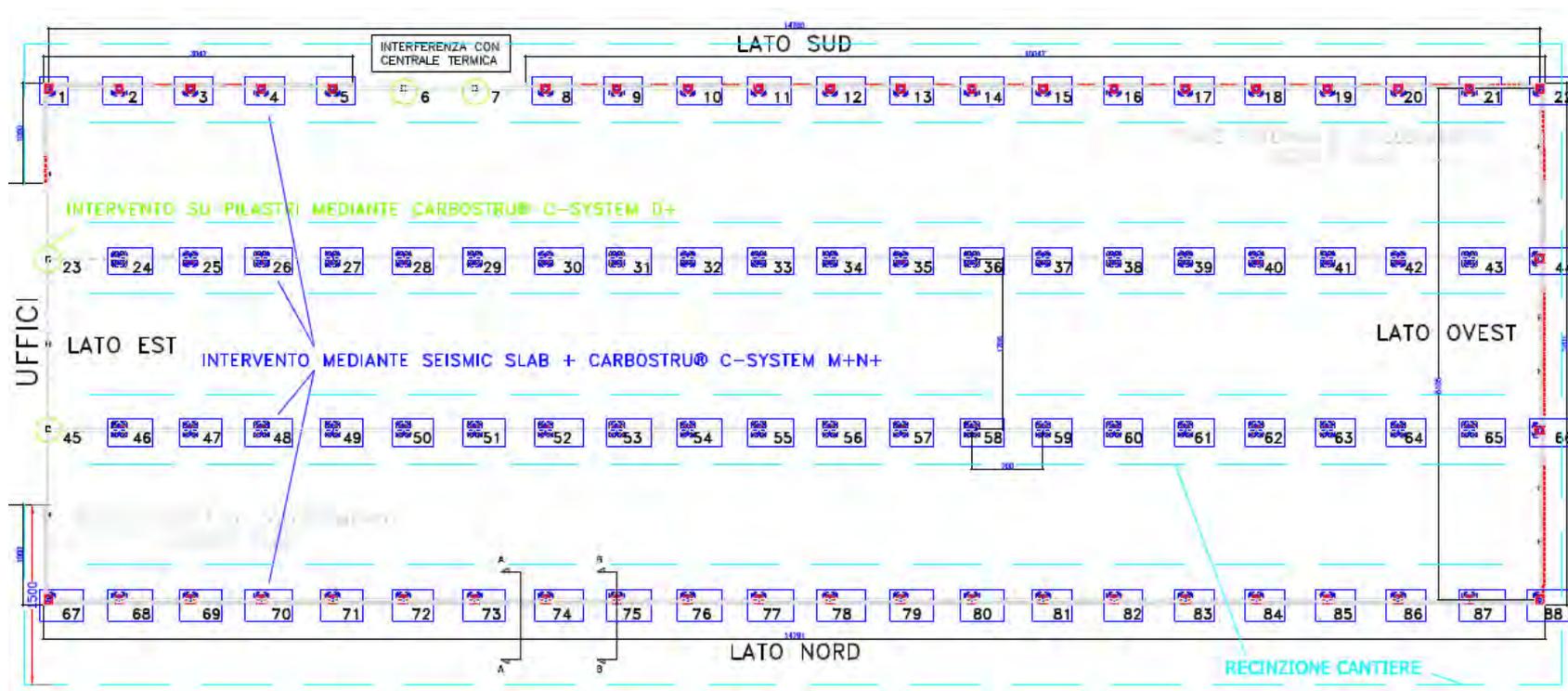


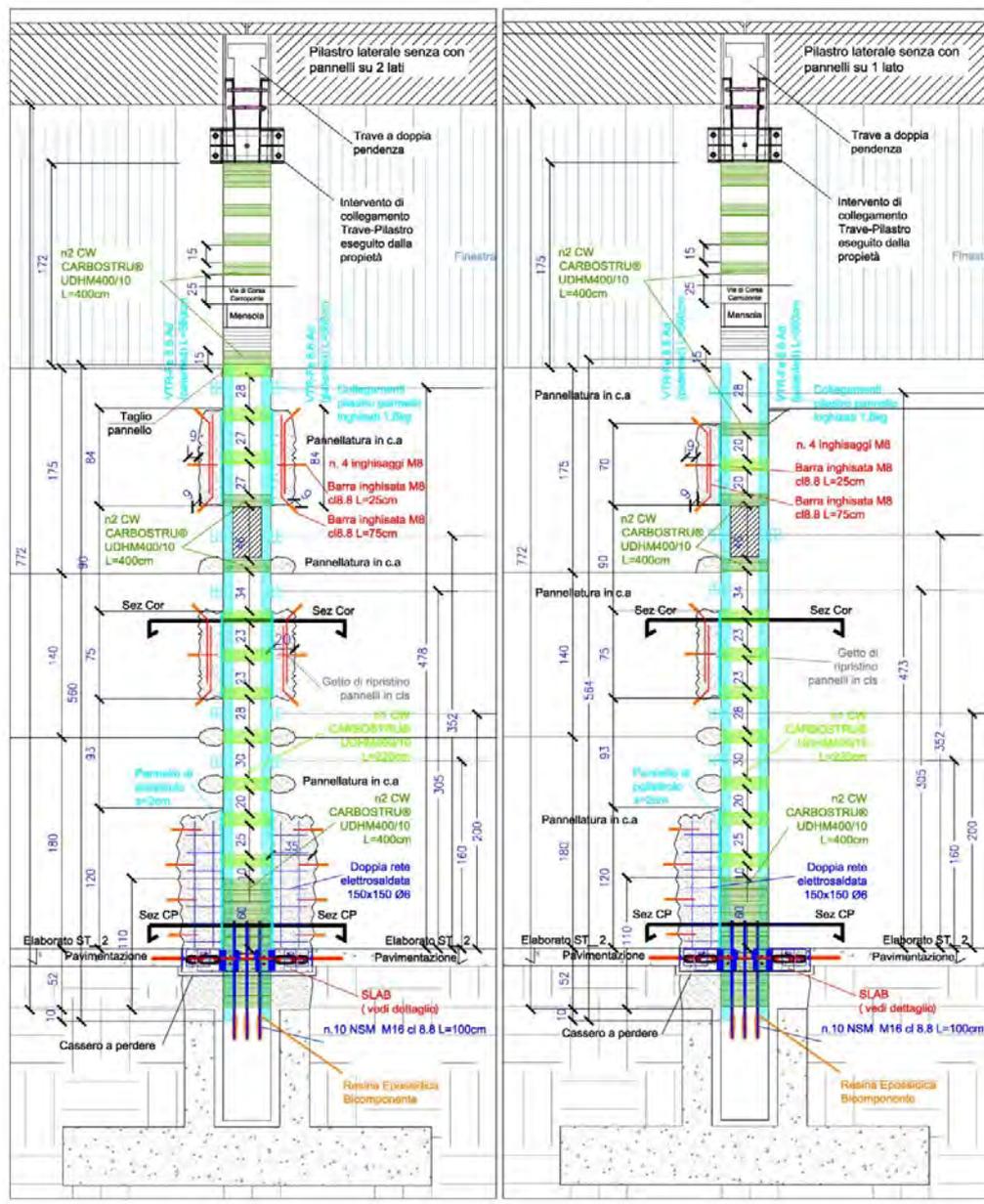
# FEM Model



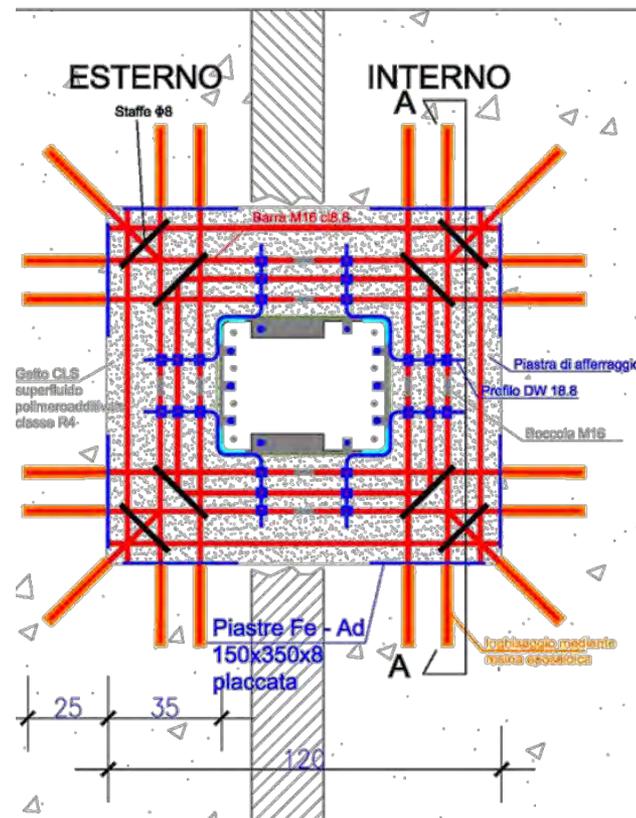


# Work layout





# Executive project





# Consolidation works





**RICHIAMI DI INGEGNERIA SISMICA E CONSOLIDAMENTI STRUTTURALI  
MEDIANTE FRP CON APPLICAZIONI SU STRUTTURE PREFABBRICATE**



Ordine Ingegneri della Provincia di Forlì  
Cesena



Miglioramento sismico mediante **CARBOSTRU® C-SYSTEM** e **CARBOSTRU® T-SYSTEM**  
Ing. Christian di Feo



**2005 STATIC RETROFIT - EUROPEAN PARLIAMENT - ROME**



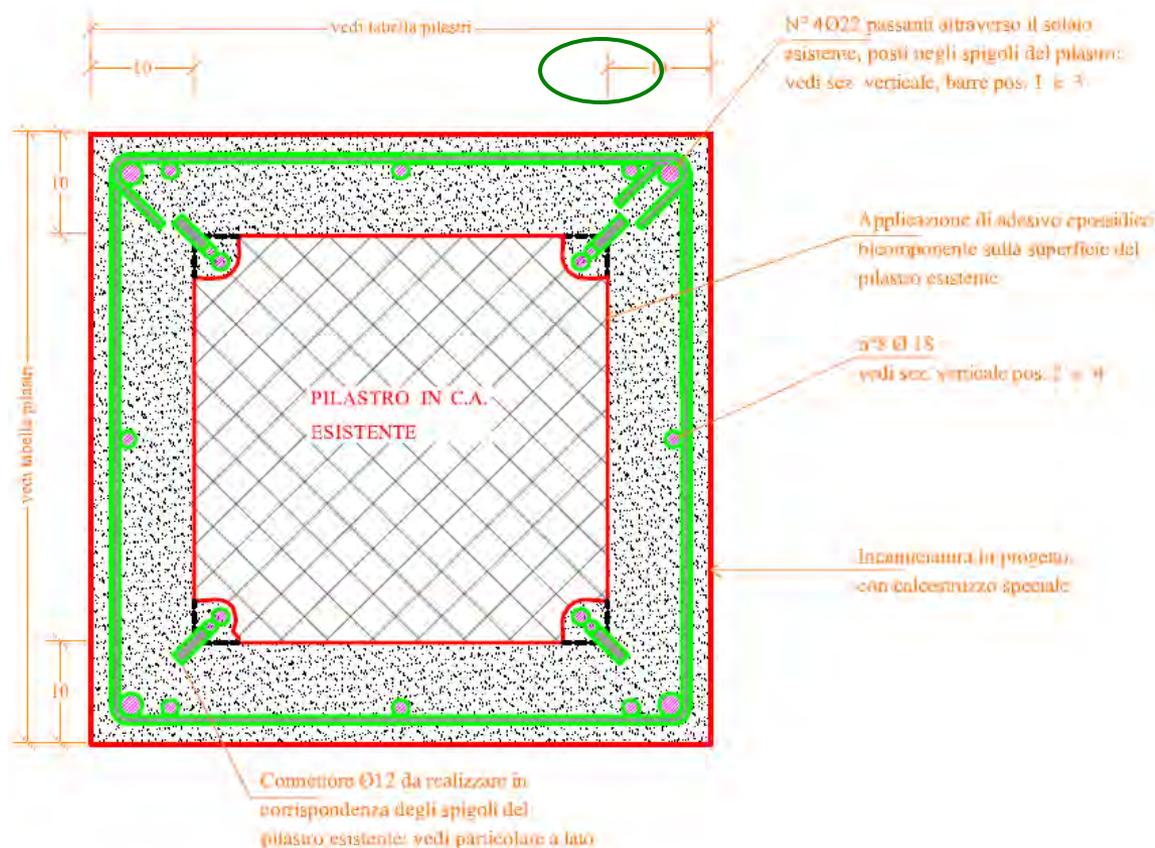




## TRADITIONAL RETROFITTING Vs CFRP CARBOSTRU® SYSTEMS

Traditional: incompatible with the supplies adjacent to the column

**CARBOSTRU® C-SYSTEM:**  
higher performance with a small size (reinforced thickness less than one cm)





# PRESS REVIEW MINISTRY OF INFRASTRUCTURE

5

Settembre 2009

## Il riuso dell'ex Caserma Montezemolo per le finalità istituzionali della Corte dei Conti



Rinforzi strutturali di travi e pilastri con fasciature in fibra di carbonio

di Roberto Linetti

### RINFORZO DEI PILASTRI AL SISMA RINFORZO DELLE TRAVI AL SISMA

Nell'ambito del passaggio dalla progettazione esecutiva alla fase realizzativa dell'opera di cui all'oggetto, si sono rese necessarie ed auspicabili delle modifiche, in considerazione di sopraggiunte nuove tecnologie che al momento della redazione progettuale (consegna progetto novembre 2003) erano agli albori dello sviluppo e di evidenze sopraggiunte con l'andamento delle fasi lavorative che hanno portato a nudo tutti gli elementi strutturali.



Fasciature in fibra in corrispondenza di un nodo

### RINFORZO DEI PILASTRI AL SISMA INTERVENTO DI PROGETTO

Di fatto per quanto riguarda gli interventi di rinforzo al sisma dei pilastri, si ricorda brevemente che il fabbricato deve essere adeguato all'azione sismica specie nel corpo A che per forma è il più debole. L'intervento, come previsto da progetto esecutivo, prevede l'incremento di resistenze dei pilastri attraverso l'aggiunta di quattro profili angolari metallici fissati mediante collari metallici alla base del pilastro e alla sommità collegati con i pilastri del piano superiore ed inferiore con angolari passanti. L'intervento prevede anche l'inserimento di armature aggiuntive personalizzate in base alle sollecitazioni di car-

icati pilastro inghisate al calcestruzzo esistente ed un getto di completamento.

### IL SISTEMA

CARBOSTRU® C-System è un sistema di rinforzo in CFRP e profili presso-piegati in acciaio/VTR atto ad incrementare capacità resistente e/o duttilità dei pilastri in cemento armato secondo le seguenti tipologie di intervento:

N+ : incremento di duttilità, capacità resistente a compressione, presso flessione per piccola eccentricità e taglio;

M+ N+ : incremento di duttilità, capacità resistente a

6

Edilizia demaniale nel Lazio



Pesa in opera della fasciatura



Pesa in opera della fasciatura



Pesa in opera della fasciatura

ZIONE TIPO A così come definito dalle linee guida CNR-DT 200/2004 a seguito delle sperimentazioni condotte:

2000-2001 I.S.M.E.S. ENEL, HYDRO

2005-2008 Università di Salerno

2005-2007 Università di Roma La Sapienza

Un apposito software validato attraverso le diverse sperimentazioni consente di determinare domini resistenti e capacità rotazionale dei pilastri consolidati mediante il

CFRP

### INTERVENTO PROGETTATO

Nell'ambito della rivalutazione generale del progetto in considerazione anche delle nuove tecnologie rese disponibili da ampia e seria sperimentazione applicativa, come suggerito dai progettisti strutturali del progetto esecutivo, si prevede di intervenire con un sistema di rinforzo in angolari metallici di adeguate dimensioni opportunamente legati con fasciature di fibra di carbonio e getto di completamento in malta fibrorinforzata.

Si interverrà con tre tipologie di rinforzi:

CARBOSTRU® C-System N+ prevede il placcaggio di profili presso piegati VTR-Fe agli spigoli, la rasatura e la staffatura con apposito interasse con tessuti in CFRP ad alto modulo placcati secondo la tecnica del wet lay-up.

CARBOSTRU® C-System M+N+ prevede il placcaggio di profili presso piegati VTR-Fe agli spigoli, la rasatura e la staffatura con apposito interasse con tessuti in CFRP ad alto modulo placcati secondo la tecnica del wet lay-up. I profili vengono collegati alla trave/fondazione/ con barre in acciaio speciale ASTM A193/B7, in modo da trasmettere anche sforzi di trazione.

CARBOSTRU® C-System M+N+ MOD prevede il placcaggio di profili presso piegati VTR-Fe agli spigoli, la rasatura e la staffatura con apposito interasse con tessuti in CFRP ad alto modulo placcati secondo la tecnica del wet lay-up. I profili vengono collegati alla trave/fondazione/ con barre in acciaio speciale ASTM A193/B7, in modo da trasmettere anche sforzi di trazione. In più è necessario disporre di 4 + 4 barre M20 in acciaio speciale ad integrare l'armatura a trazione esistente. Questo intervento è limitato ai pilastri del piano interrato.

Gli interventi di rinforzo progettati sono dimensionati elemento per elemento per rispondere alla effettiva

compressione, presso flessione e taglio;

D+ : incremento di duttilità sezionale e capacità resistente a taglio.

CARBOSTRU® C-System è classificato APPLICA-

# RICHIAMI DI INGEGNERIA SISMICA E CONSOLIDAMENTI STRUTTURALI MEDIANTE FRP CON APPLICAZIONI SU STRUTTURE PREFABBRICATE



Ordine Ingegneri della Provincia di Forlì  
Cesena



## 2011 SEISMIC RETROFIT – UNIVERSITY OF SALERNO



**2013 SEISMIC RETROFIT – “COOP” SUPERMARKET  
MEDICINA**



**2014 SEISMIC RETROFIT – “COOP” SUPERMARKET  
ROSIGNANO**





**2014 SEISMIC RETROFIT – “COOP” SUPERMARKET  
LIVORNO**



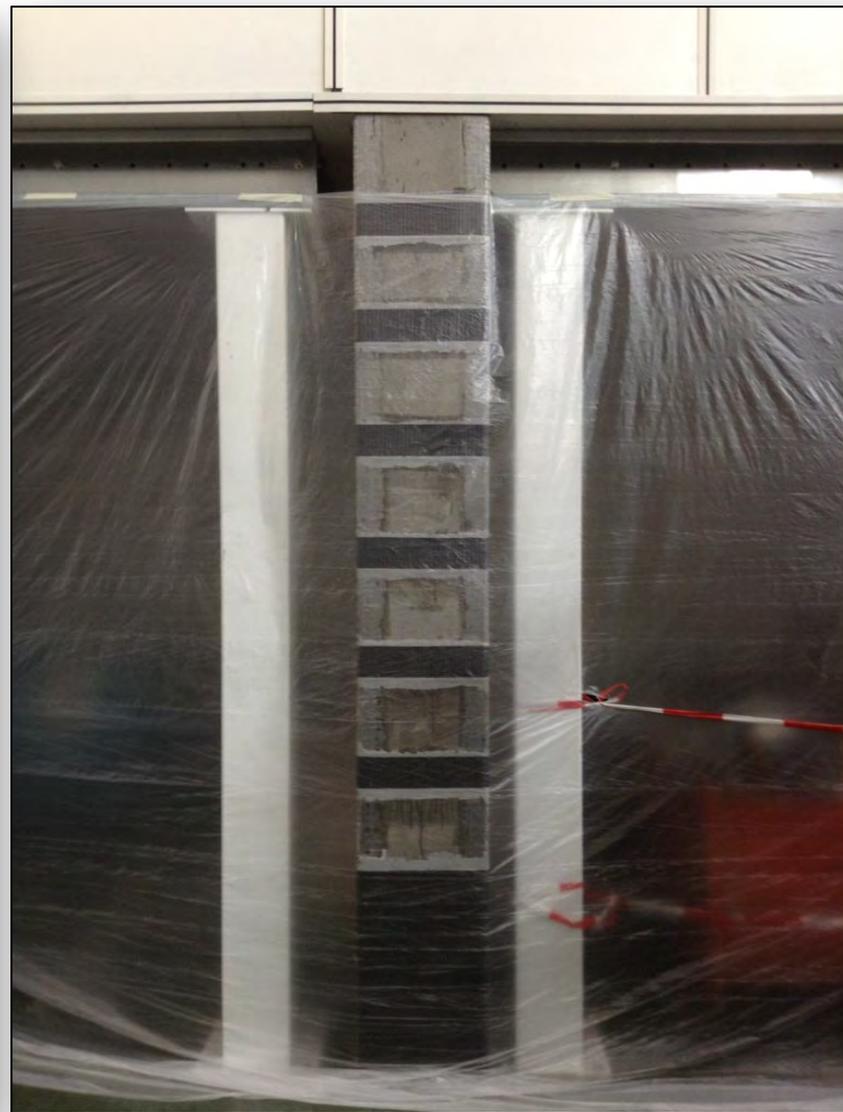
# 2012 SEISMIC RETROFIT – (TEMPORARY OCCUPANCY) INDUSTRIAL BUILDING “ACETUM” OF CAVEZZO



# 2013 SEISMIC RETROFIT – “CITROËN” SHOWROOM MIRANDOLA



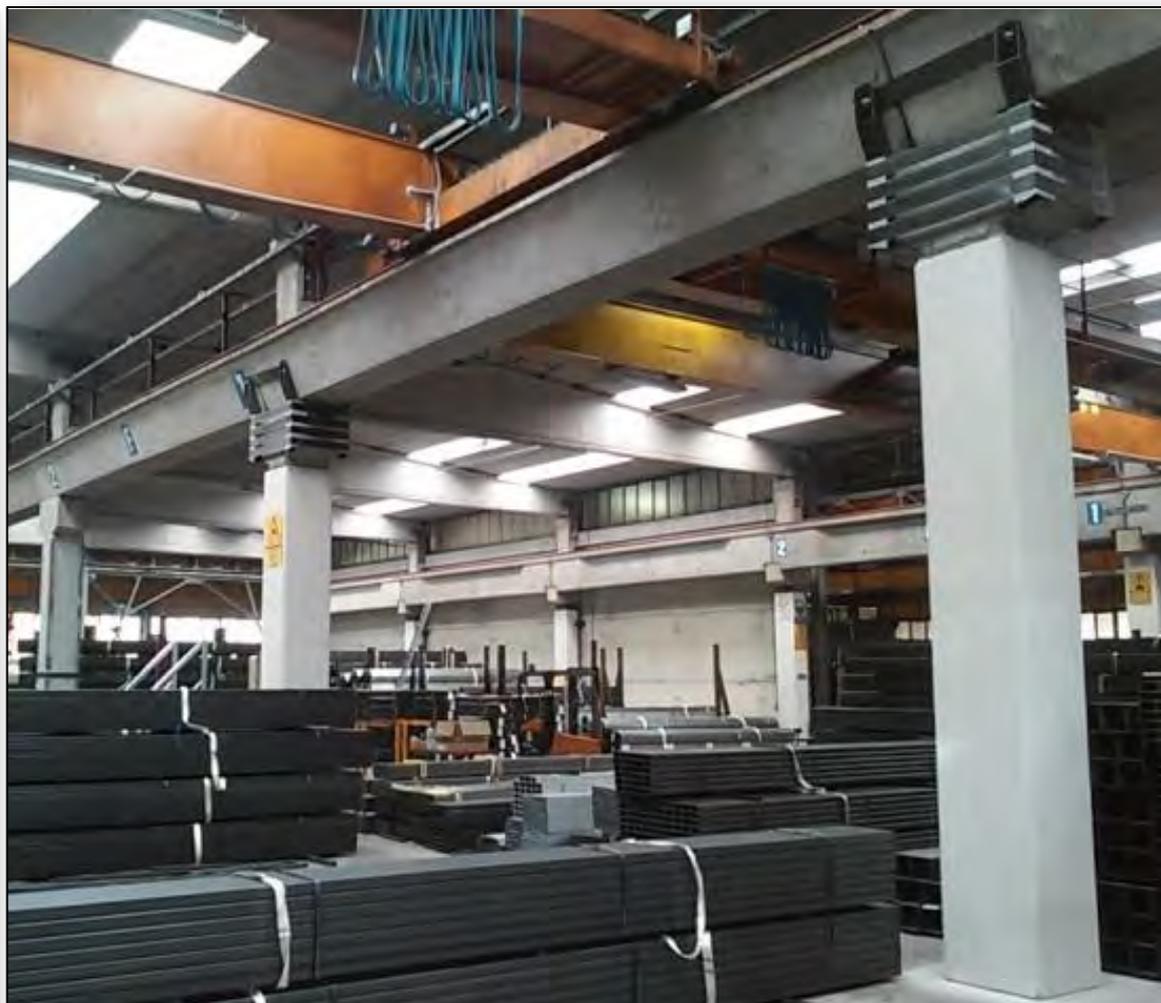






**Prysmian**  
Group

**2015 STATIC RETROFIT – PRYSMIAN GROUP  
PONTON BOARDING SUBMARINE CABLES (POZZUOLI)**





## **2016 SEISMIC RETROFIT – GIOCOPLAST NATALE SPA (BOMPORTO)**

Morgan Stanley

**PROPERTY OF MORGAN STANLEY (DEFINITIVE OCCUPANCY)**

# RICHIAMI DI INGEGNERIA SISMICA E CONSOLIDAMENTI STRUTTURALI MEDIANTE FRP CON APPLICAZIONI SU STRUTTURE PREFABBRICATE



Ordine Ingegneri della Provincia di Forlì  
Cesena



## 2015 STATIC RETROFIT – H&M SAN BABILA SQ. MILAN



**2013 STATIC RETROFIT – MAGNETI MARELLI SPA  
SAN BENIGNO CANAVESE (TO)**

**RICHIAMI DI INGEGNERIA SISMICA E CONSOLIDAMENTI STRUTTURALI  
MEDIANTE FRP CON APPLICAZIONI SU STRUTTURE PREFABBRICATE**



Ordine Ingegneri della Provincia di Forlì  
Cesena



Miglioramento sismico mediante **CARBOSTRU® C-SYSTEM** e **CARBOSTRU® T-SYSTEM**  
Ing. Christian di Feo



**2015 STATIC RETROFIT – SICAD GROUP SPA**

# RICHIAMI DI INGEGNERIA SISMICA E CONSOLIDAMENTI STRUTTURALI MEDIANTE FRP CON APPLICAZIONI SU STRUTTURE PREFABBRICATE



Ordine Ingegneri della Provincia di Forlì  
Cesena

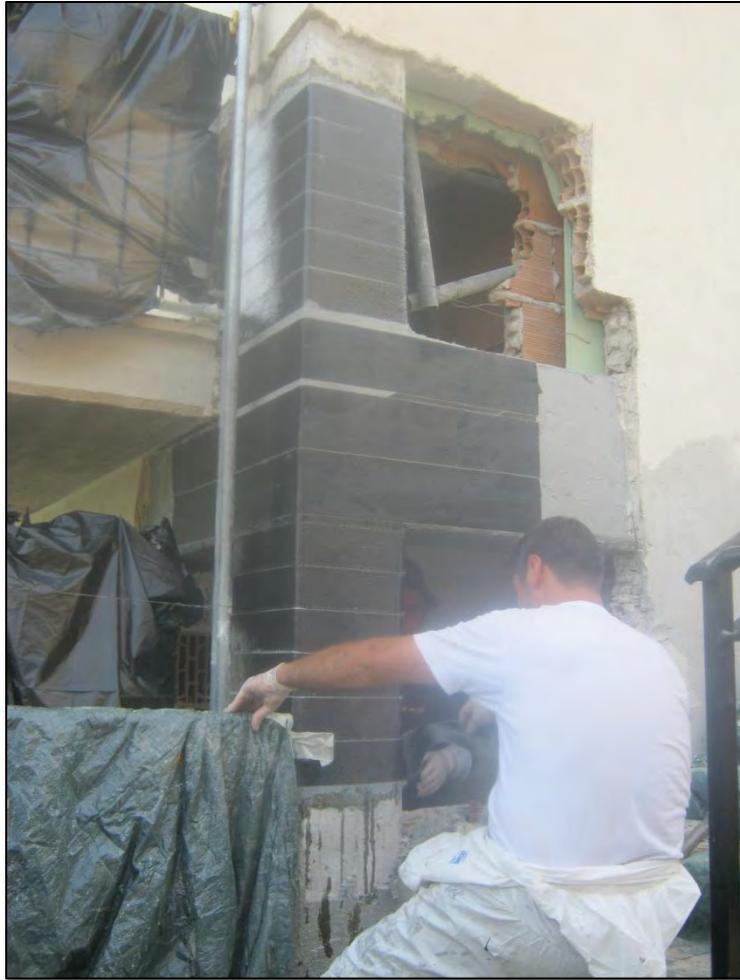








## **2010 L'AQUILA RETROFIT OF BEAM-COLUMNS JOINTS (DAMAGE B-C)**



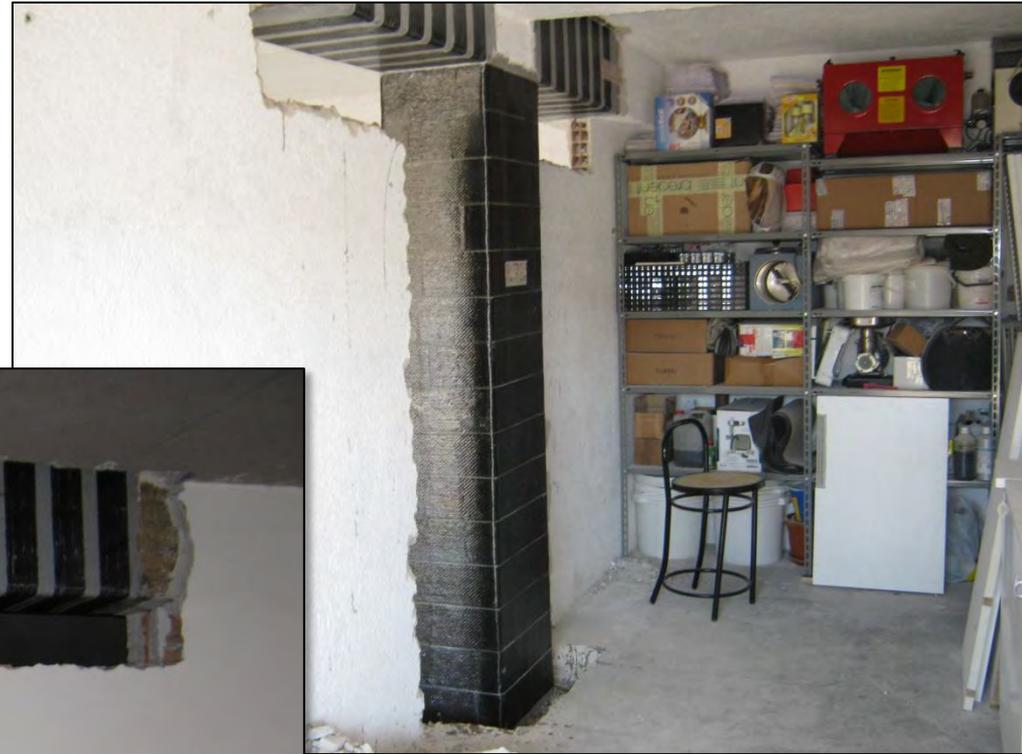
## **2010 L'AQUILA RETROFIT OF BEAM-COLUMNS JOINTS (DAMAGE B-C)**



## **2010 L'AQUILA RETROFIT OF BEAM-COLUMNS JOINTS (DAMAGE B-C)**



## **2010 L'AQUILA RETROFIT OF BEAM-COLUMNS JOINTS (DAMAGE B-C)**



## **2010 L'AQUILA RETROFIT OF BEAM-COLUMNS JOINTS (DAMAGE B-C)**



## **2010 L'AQUILA RETROFIT OF BEAM-COLUMNS JOINTS (DAMAGE B-C)**



## **2010 L'AQUILA RETROFIT OF BEAM-COLUMNS JOINTS (DAMAGE B-C)**



**RICHIAMI DI INGEGNERIA SISMICA E CONSOLIDAMENTI STRUTTURALI  
MEDIANTE FRP CON APPLICAZIONI SU STRUTTURE PREFABBRICATE**



Ordine Ingegneri della Provincia di Forlì  
Cesena



Ordine Ingegneri della Provincia di Forlì  
Cesena

**Grazie per l'attenzione**

**Ing. Christian di Feo – INTERBAU srl**  
*c.difeo@interbau-srl.it*

*Giovedì 12 Luglio 2018 - ore 14.30 - 18.45*