

Convegno

La sperimentazione delle Linee Guida per i ponti esistenti

Accordo tra il CSLLPP ed il Consorzio ReLUIS
attuativo dei DM 578/2020 e DM 204/2022

Roma
20 novembre 2025



Selle Gerber

Marco di Prisco

Con il contributo dei
gruppi di ricerca
coordinati da:
Beatrice Belletti
Guido Camata
Lidia La Mendola
Gennaro Magliulo
Alberto Meda
Maurizio Orlando
Giovanni Plizzari
Antonino Recupero

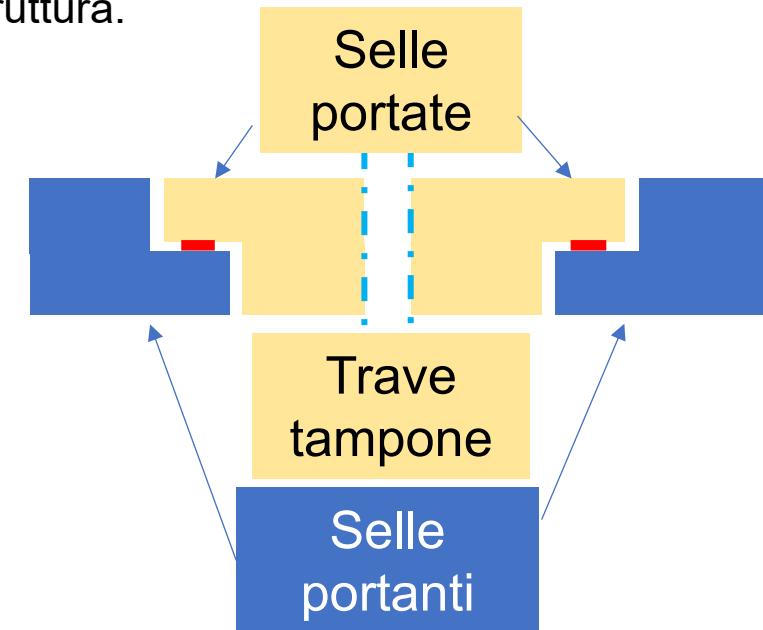
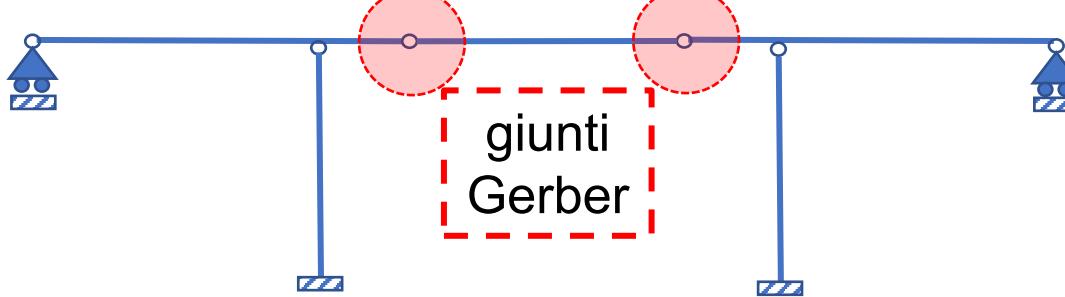
Obiettivi

- ✓ Raffinare le regole di prioritizzazione per identificare situazioni realmente critiche
- ✓ Indagare l'affidabilità dei modelli predittivi
- ✓ Analizzare la capacità portante residua nelle strutture corrose
- ✓ Analizzare tecniche efficaci di consolidamento e di rinforzo
- ✓ Suggerire modalità di intervento sicure per scenari reali osservati

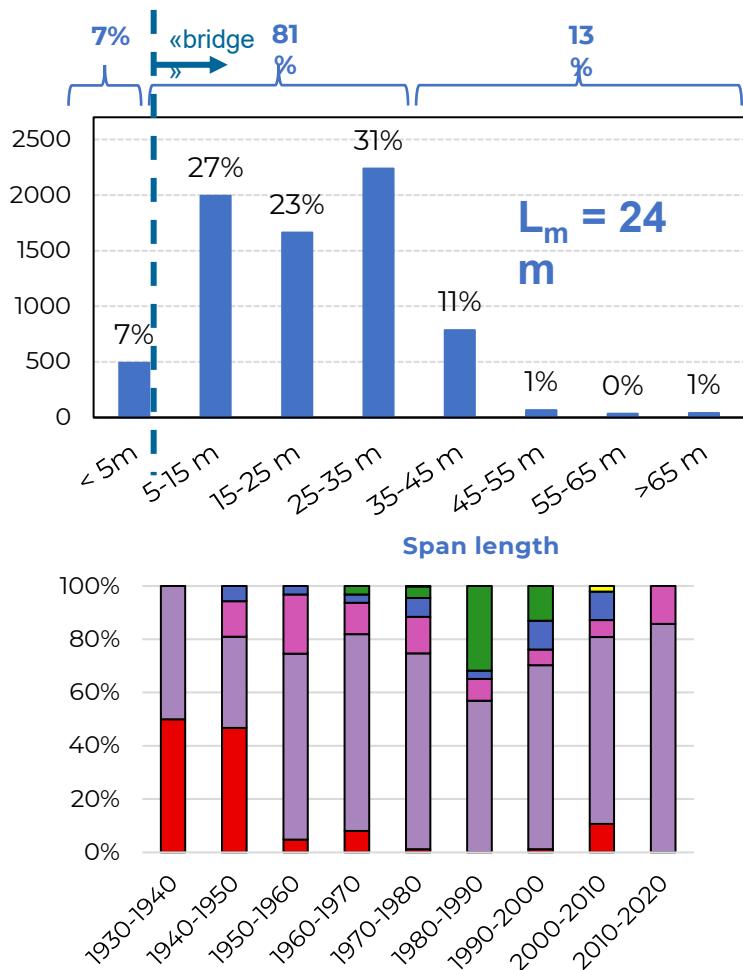
Motivazioni inserimento selle Gerber

Le selle Gerber (dal nome del suo inventore *Heinrich Gottfried Gerber*) nascono per:

- ✓ limitare le azioni interne dovute a cedimenti vincolari
- ✓ limitare le azioni interne introdotte da dilatazioni termiche, ritiro e coazioni
- ✓ semplificare il calcolo progettuale del ponte quando effettuato con uno schema di telaio piano
- ✓ evitare connessioni meccaniche per garantire la continuità del manufatto
- ✓ beneficiare dell'introduzione di uno schema «*isostatico*» anche in casi di strutture continue minimizzando l'altezza totale della struttura.

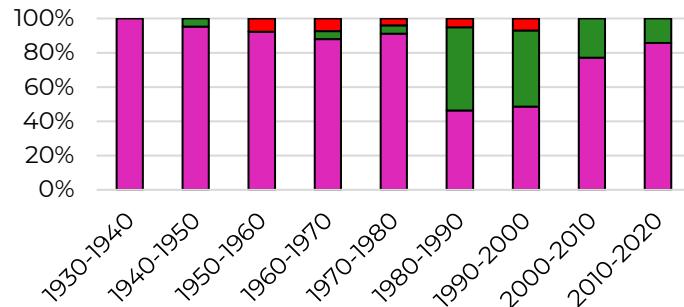


Uso delle selle Gerber in ASPI



courtesy by MOVYON

Autotrade per l'Italia



SELLE GERBER

**SEMPLICEMENTE
APPOGGIATE**
TRAVI CONTINUE

**SCHEMA
STATICO**

ARCO

TELAIO

TRAVATE

CASSONE

SOLETTONE

TIPOLOGIA

Programma di ricerca

Task 4.4: 9 Università coordinate dal Politecnico di Milano per un tempo di circa 36 mesi

SubTasks	PRODOTTI
4.4.1	Ricerca bibliografica e documentale Database (90 articoli)
4.4.2	Verifica affidabilità algoritmi di calcolo disponibili in assenza di degrado: 1 articolo pubblicato (FEM) 1 articolo in prepar. (S&T)
4.4.3	Raccolta dati progettuali Proposta Schede Gerber: Livello 1 Livello 4
4.4.4	Analisi strutturali dei casi ispezionati 28 ponti reali (solo 4 WP2) in corso
4.4.5	Indagini sperimentali su selle Gerber degradate con procedimenti concordati e valutazione sperimentale 14 test su travetti variamente degradati 11 test selle non deg. e non rinf. 11 test selle deg. e non rinf.
4.4.6	Indagini sperimentali su sistemi di rinforzo finalizzati all'incremento di capacità portante e/o di duttilità 7 test selle non deg. e rinf. 3 test selle degr. e rinforz. + test ciclici su soluzioni innovative (HPFRC)



XXVIII riunioni in Teams (ultima il 18/8/2025)

DOCUMENTO:

con la collaborazione con WP 4.1 sulla
corrosione (coord. Prof. Gian Piero Lignola)

Indice

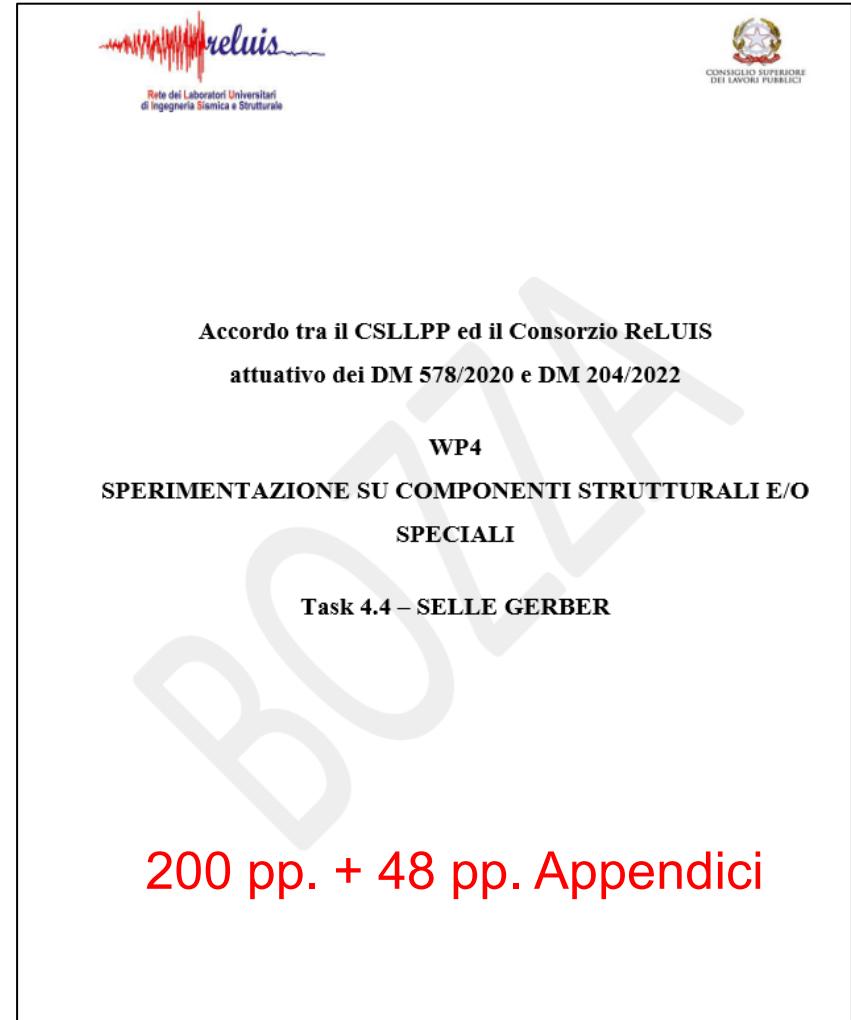
1. Ricerca bibliografica e documentale
2. Raccolta di dati progettuali
3. Stima della capacità portante della sella Gerber
4. Esempi di valutazione della capacità portante a partire dalla raccolta dati
5. Indagini sperimentali
6. Indicazioni progettuali sui sistemi di rinforzo

APPENDICE A: Modelli di calcolo per selle Gerber

APPENDICE B: Schede Gerber di Livello 1 compilate

APPENDICE C: Aspetti generali di modellazione in assenza di degrado da corrosione

APPENDICE D: Ulteriori esempi di calcolo



reluis

Rete dei Laboratori Universitari
di Ingegneria Sismica e Strutturale

Accordo tra il CSLLPP ed il Consorzio ReLUIS
attuativo dei DM 578/2020 e DM 204/2022

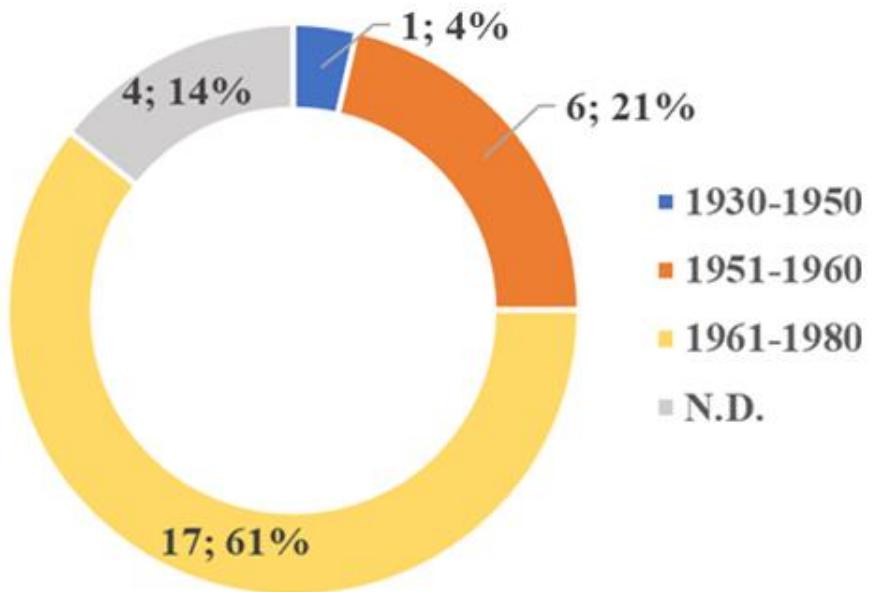
WP4

SPERIMENTAZIONE SU COMPONENTI STRUTTURALI E/O
SPECIALI

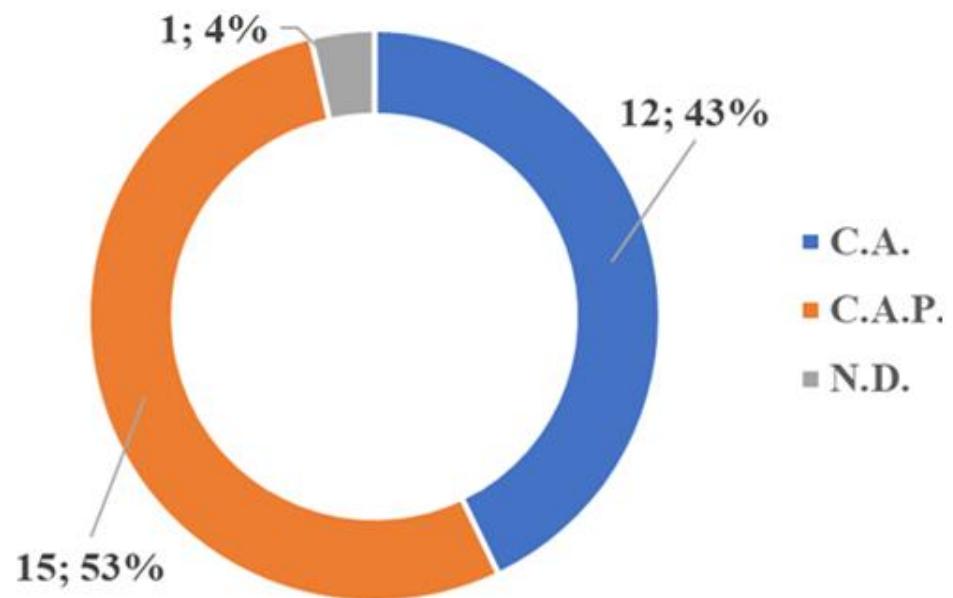
Task 4.4 – SELLE GERBER

200 pp. + 48 pp. Appendici

Dati su **27** punti, **467** selle Gerber



Anno di costruzione



Materiale

LUNGHEZZA DELLE CAMPATE

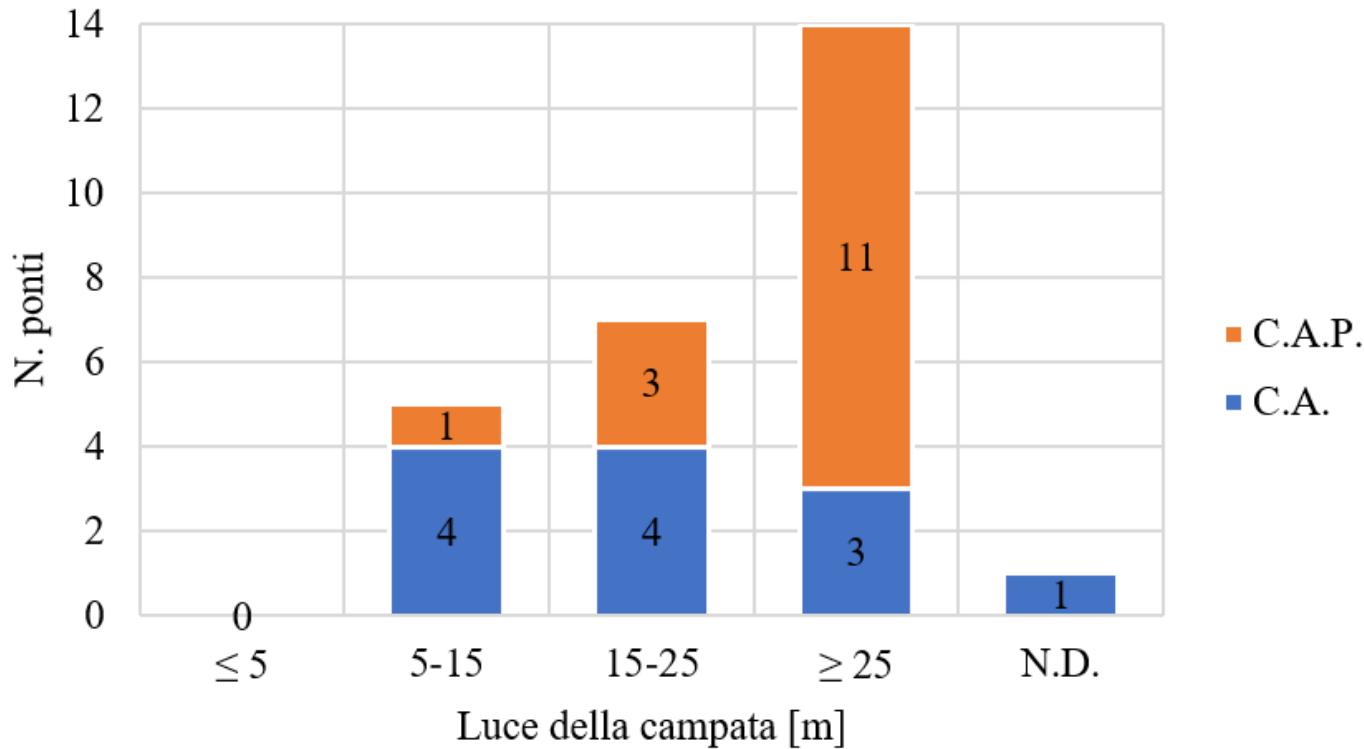
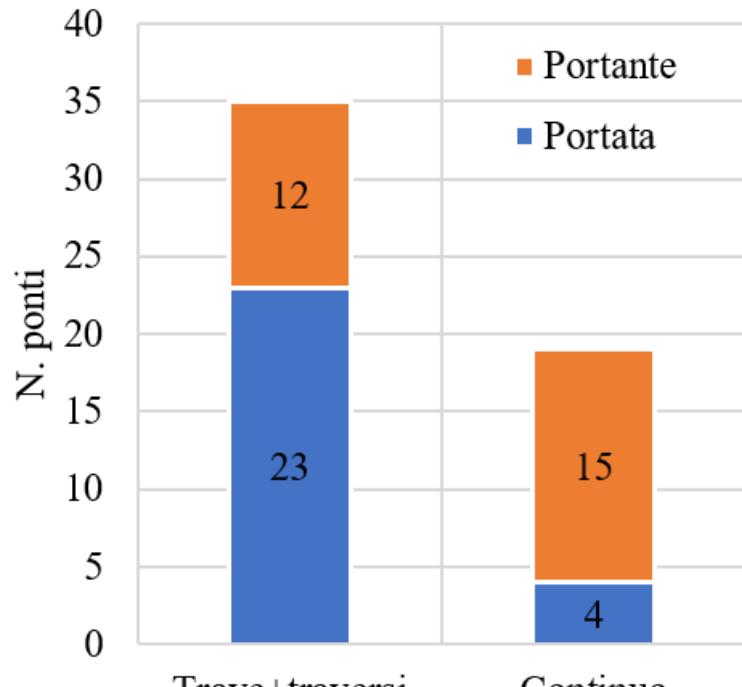
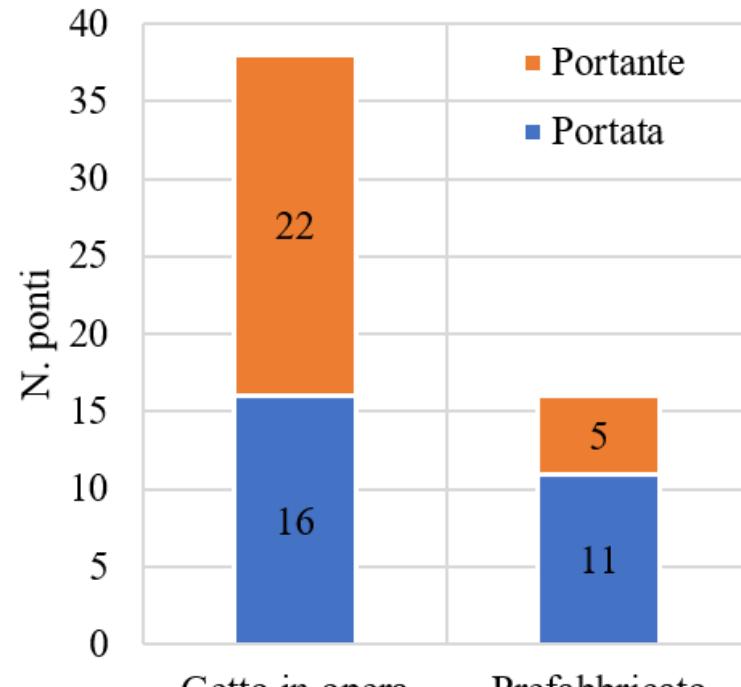


Figura 2-6. Luce minima delle campate con selle Gerber nei ponti in C.A e C.A.P.

DATABASE: TIPOLOGIA STRUTTURALE



(a)



(b)

Figura 2-7. Analisi dei dati delle travi a disposizione: schema statico (a), e modalità costruttiva (b).

DATABASE: DOCUMENTAZIONE DISPONIBILE

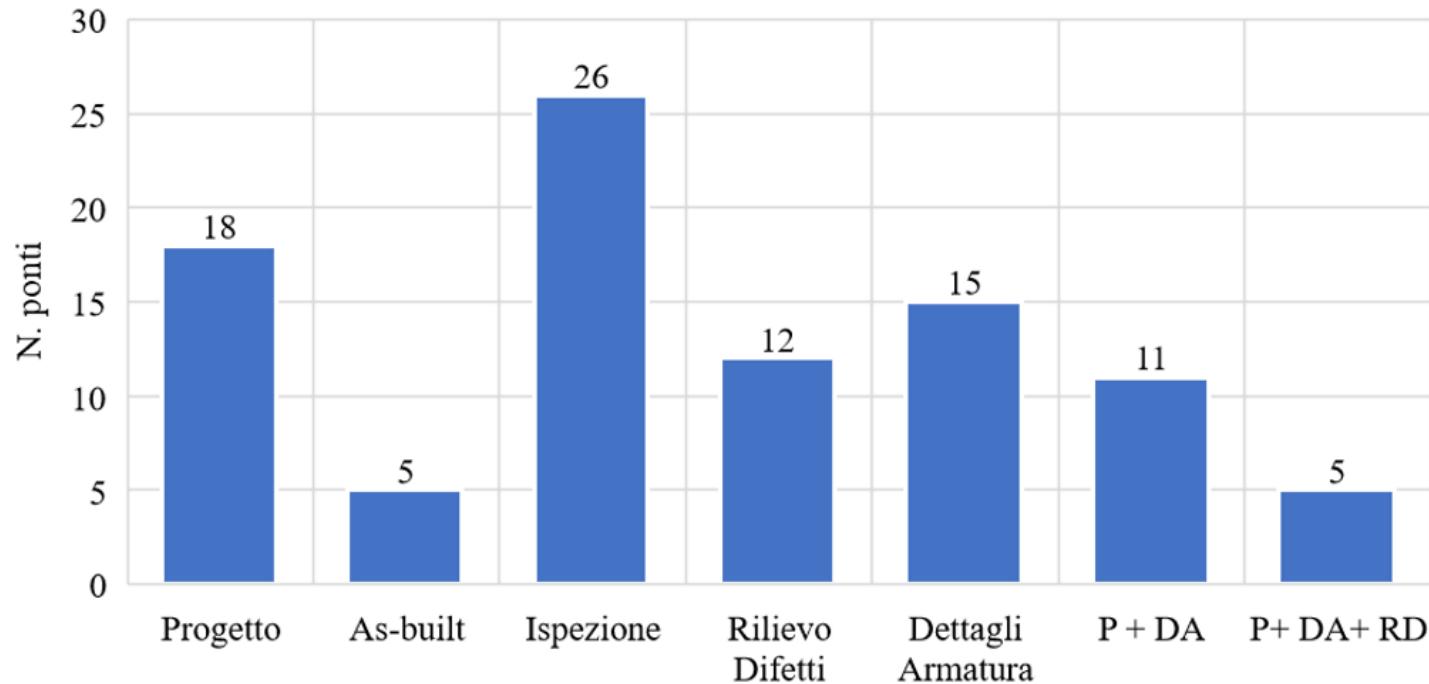


Figura 2-8. Documentazione a disposizione dei ponti con selle Gerber

DATABASE INTEGRATO CON RICERCA SPERIMENTALE

1. Selle non-rinforzate prive di degrado;
2. Selle non-rinforzate con degrado;
3. Selle rinforzate prive di degrado;
4. Selle rinforzate con degrado;

Lab tests
(32 prove)

Selle Gerber di ponti esistenti (28 ponti)

1. Selle reali con determinazione dei carichi applicati riferiti ai carichi di progetto corrispondenti agli Stati Limite Ultimi (ULS) del ponte **prive di degrado**;
2. Selle reali con determinazione dei carichi applicati riferiti ai carichi di progetto corrispondenti agli Stati Limite Ultimi (ULS) del ponte **con degrado**;
3. Selle reali per le quali non c'è materiale sufficiente per determinare il carico ultimo del ponte.

SCHEDA DIFETTOLOGICA SELLE GERBER

Schede difettologiche

N° difetto: c.a./c.a.p._24

Difetti delle selle Gerber

Peso del difetto

G = 1	G = 2	G = 3	G = 4	G = 5
-------	-------	-------	-------	--------------

Estensione k_1	Sempre = 1
Intensità k_2	Sempre = 1

Descrizione

Il difetto si riferisce all'indebolimento della sella dovuto al deterioramento del calcestruzzo e dell'acciaio. I materiali possono essere soggetti a fenomeni di degrado tipici del calcestruzzo armato, quali vespai, perdita di copriferro, esposizione di armature, corrosione di armature, rottura di barre, ecc. La situazione può essere aggravata dal congestionamento delle armature e dalla miniaturizzazione delle sezioni che rendono difficile la realizzazione di getti a regola d'arte.

Cause

Il degrado delle selle Gerber può derivare da:

- infiltrazioni di acqua dal soprastante giunto (imperfetta tenuta del coprigiunto, scossaline assenti o deteriorate)
- esecuzione di getti originari poco curati (vespai, copriferrri ridotti, ecc.)
- sottodimensionamento (armature insufficienti, mal poste, mal ancorate)
- interventi di ripristino corticale mal eseguiti

Fenomeni di degrado correlati

Il progredire dei deterioramenti può portare ad una riduzione significativa di capacità portante, fino al rischio di collasso della sella portante o della sella portata. Tenuto conto che tali particolari si trovano in strutture isostatiche il loro collasso comporta solitamente il collasso della campata per la quale la sella costituisce l'appoggio.



2020

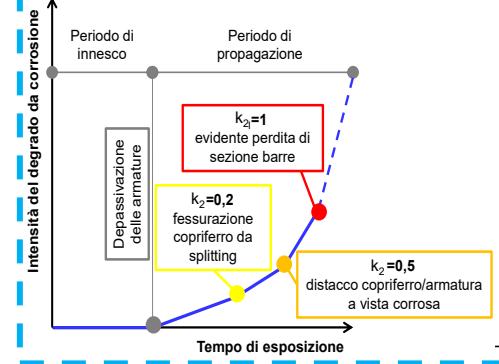


Nella versione (2022) sparisce la scheda.
La presenza di un qualsivoglia difetto implica G=5.

MODIFICHE PROPOSTE

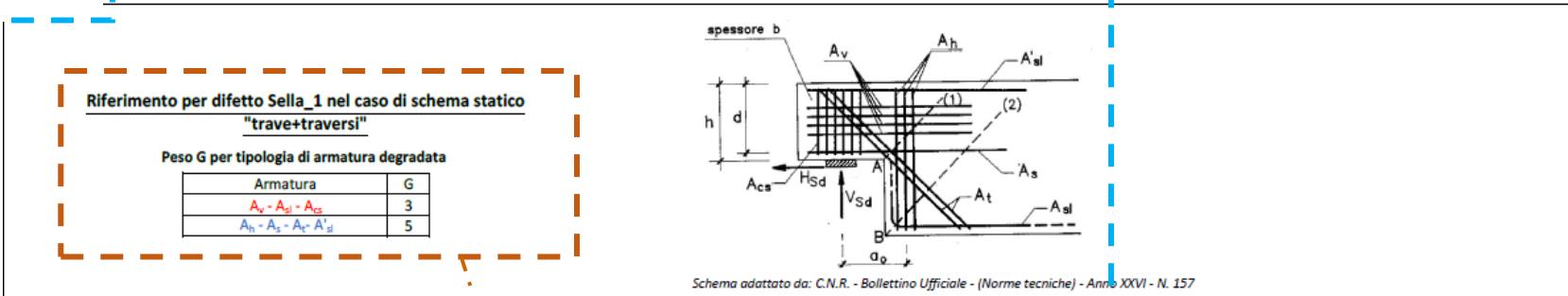
Parametri significativi da considerare:

- ✓ geometria
- ✓ differenziazione tra selle portanti e selle portate
- ✓ schema statico (trave + traversi / giunto continuo)
- ✓ metodo costruttivo (gettato in opera / prefabbricato)
- ✓ controllo delle fessure



PROPOSTA DI MODIFICA ALLA SCHEDA DI ISPEZIONE DEI PONTI DI LIVELLO 1

- n. 4 difetti generali
- n. 4 difetti specifici



Scheda Ispezione Ponti di Livello 1

21 Selle Gerber C.A. / C.A.P.		N _____	Strada di appartenenza: _____	Progressiva km: _____													
		Tecnico rilevatore: _____		Data ispezione: _____ / _____ / _____													
SELLA GERBER PORTANTE																	
N°	Descrizione difetto	visto	Schema statico		Controllo			Estensione K ₁	Intensità K ₂			N° foto	PS	NA	NR	NP	Note
			G	trave + traversi	continuo	NO	SI * (w< 0.3 mm)		SI * (w≥ 0.3 mm)	0.2	0.5						
c.a./c.a.p._7	Lesioni a ragnatela modeste	<input type="checkbox"/>	1				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
c.a./c.a.p._3	Cls dilavato/ammalorato	<input type="checkbox"/>	3				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
c.a./c.a.p._5	Distacco del copriferro	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	2	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Dif. Gen_1	Tracce di scolo	<input type="checkbox"/>	3				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Sella_1	Corrosione armatura sella gerber	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	3 / <input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Sella_2	Fessure orizzontali / verticali / diagonali	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Sella_3	Testata di precompr. scoperta/ ossidata	<input type="checkbox"/>	4				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Sella_4	Armatura di precompr. scoperta	<input type="checkbox"/>	5				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

* Può essere considerato qualora l'armatura sia nota e sia possibile eseguire una ispezione a distanza ravvicinata.

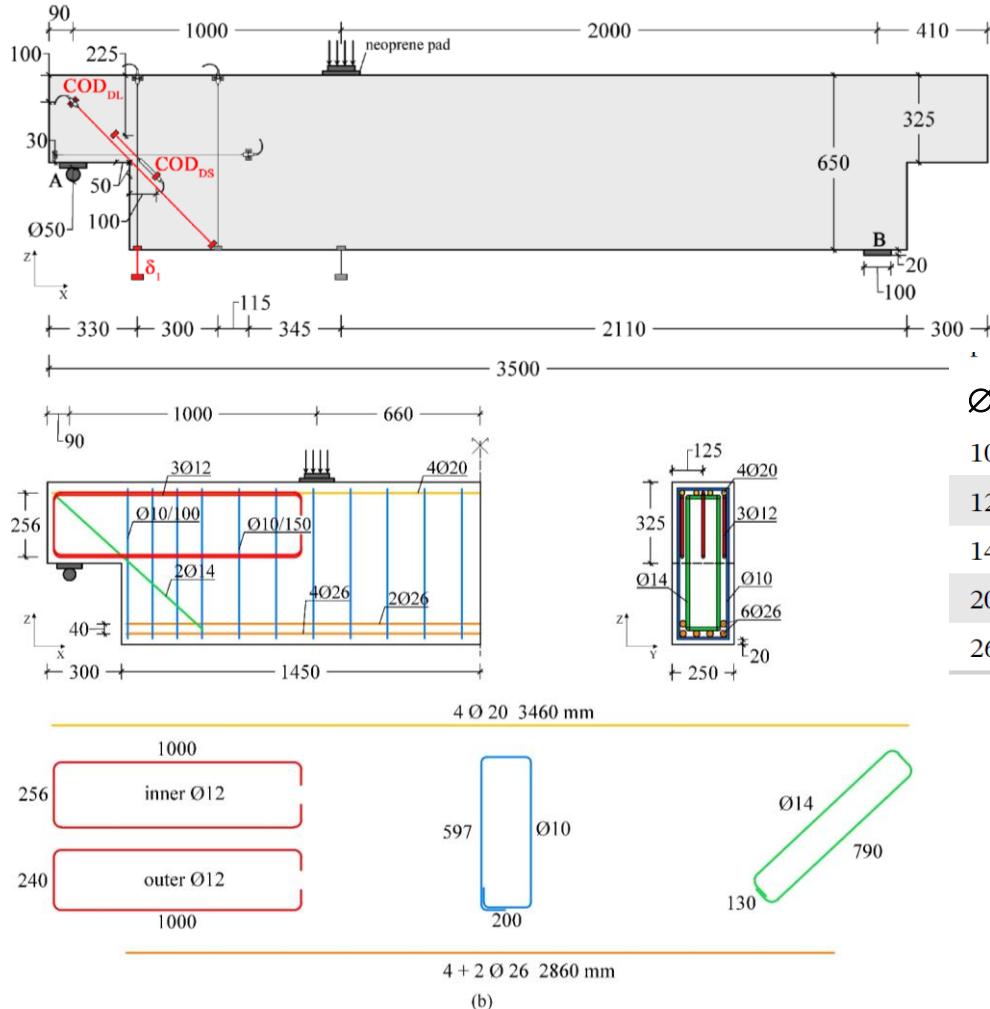
Difetti generali

Difetto cap_2
modificato
(da G = 2 a G = 4)

Difetto cap_9
modificato
(intensità k2 sempre 1)

Scheda analoga per la sella portata

Blind test: armatura nota, nessun danno



$$f_{cc,av} = 58.6 \text{ MPa}$$

$$f_{ct,sp,av} = 3.7 \text{ MPa}$$

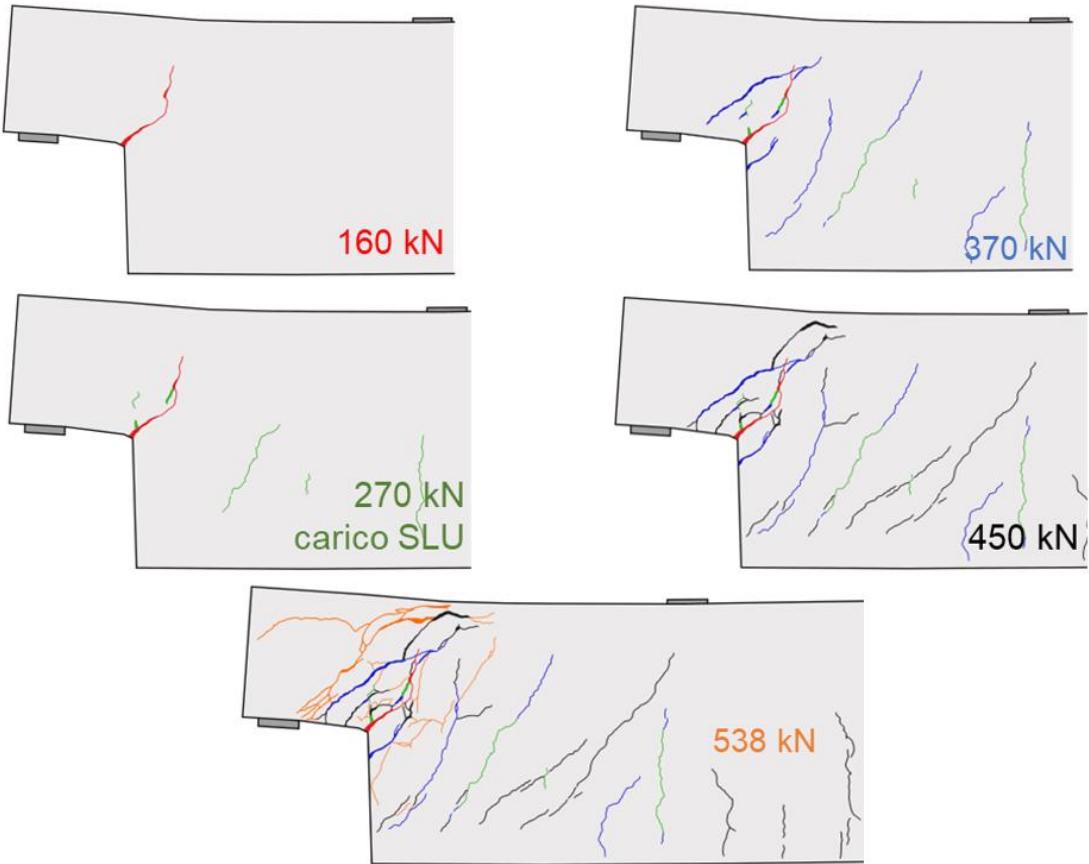
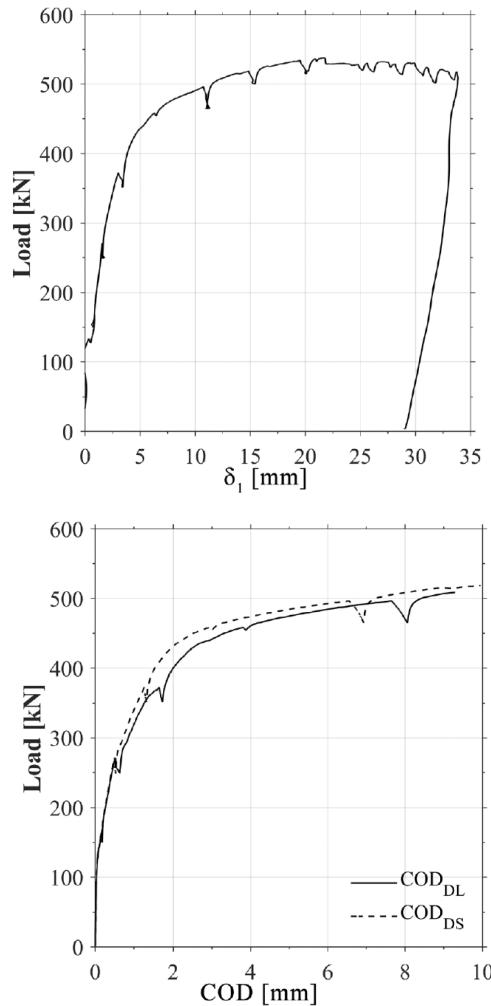
Steel B450C

\varnothing [mm]	$f_{y,av}$ (MPa)	$f_{t,av}$ (MPa)	$A_{gt,av}$ (-)
10	526.5 (6.0%)	623.7 (0.8%)	8% (3%)
12	530.2 (0.6%)	628.2 (0.3%)	13% (8%)
14	507.7 (1.8%)	627.5 (1.6%)	10% (8%)
20	555.0 (1.1%)	677.7 (0.2%)	11% (8%)
26	522.7 (0.3%)	634.7 (0.2%)	12% (0.5%)

Requests

- Load versus COD curves of all the displacement transducers (Figure 1a);
- Load versus vertical displacement (δ) curves of the two wire deformometers (Figure 1a);
- Crack patterns at different load stages: 160, 270, 370, and 495 kN and failure, that correspond to the loads at which the experimental test was stopped.

Semi-blind test: risultati sperimentali



K. Flores Ferreira, M. C. Rampini, B. Belletti, B. Calcavecchia, G. Camata, D. D'Angela, C. Di Salvatore, N. Di Stefano, E. Faccin, D. Ferretti, M. F. Granata, F. Iavarone, L. La Mendola, G. Maglulo, P. Martinelli, G. Menichini, D. Messina, F. Minelli, M. Orlando, G. Plizzari, S. Ravasini, A. Recupero, E. Spacone, N. Spinella, F. Tuozzo, G. Zani, and M. di Prisco, "Reinforced concrete dapped-end beams for existing bridges: Reliability of finite element models," *Structural Concrete*, no. March 2024, pp. 1–36, 2025.

Blind test: calcolo con il metodo strut and tie

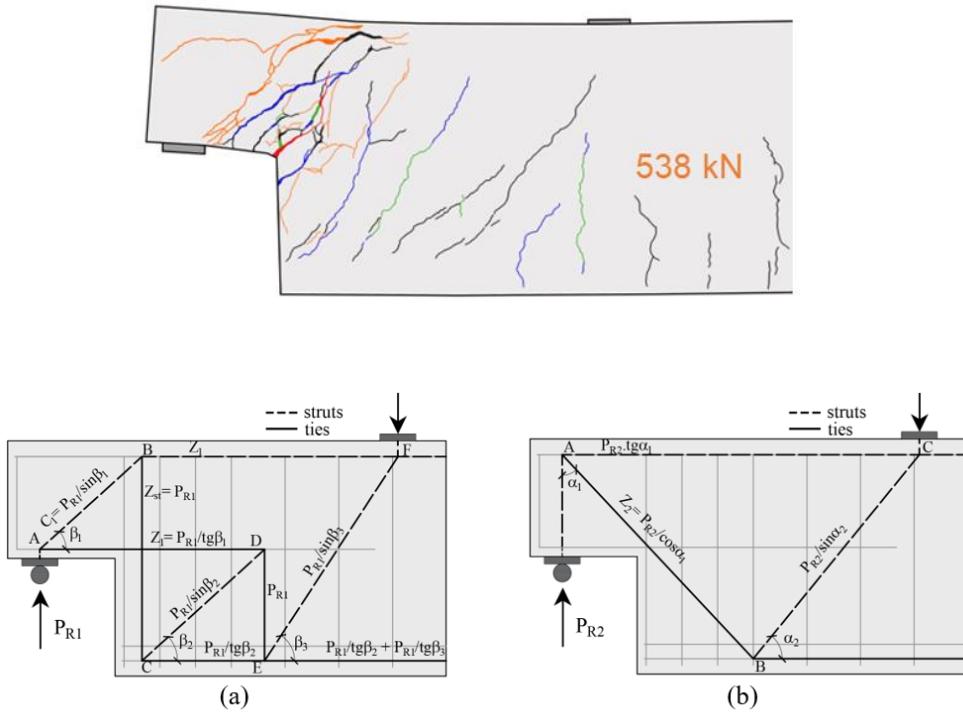
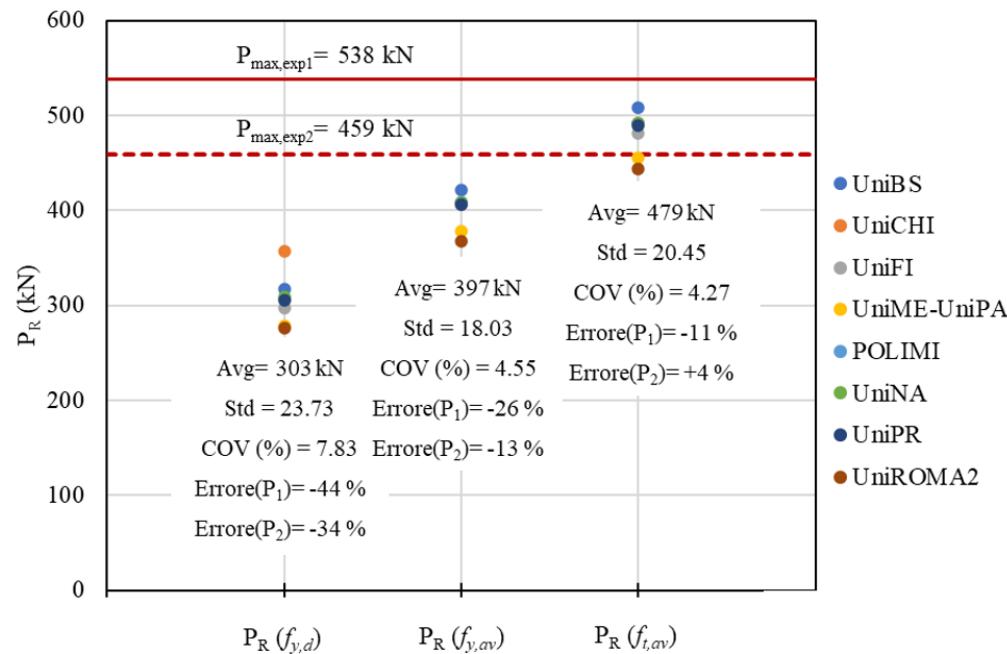
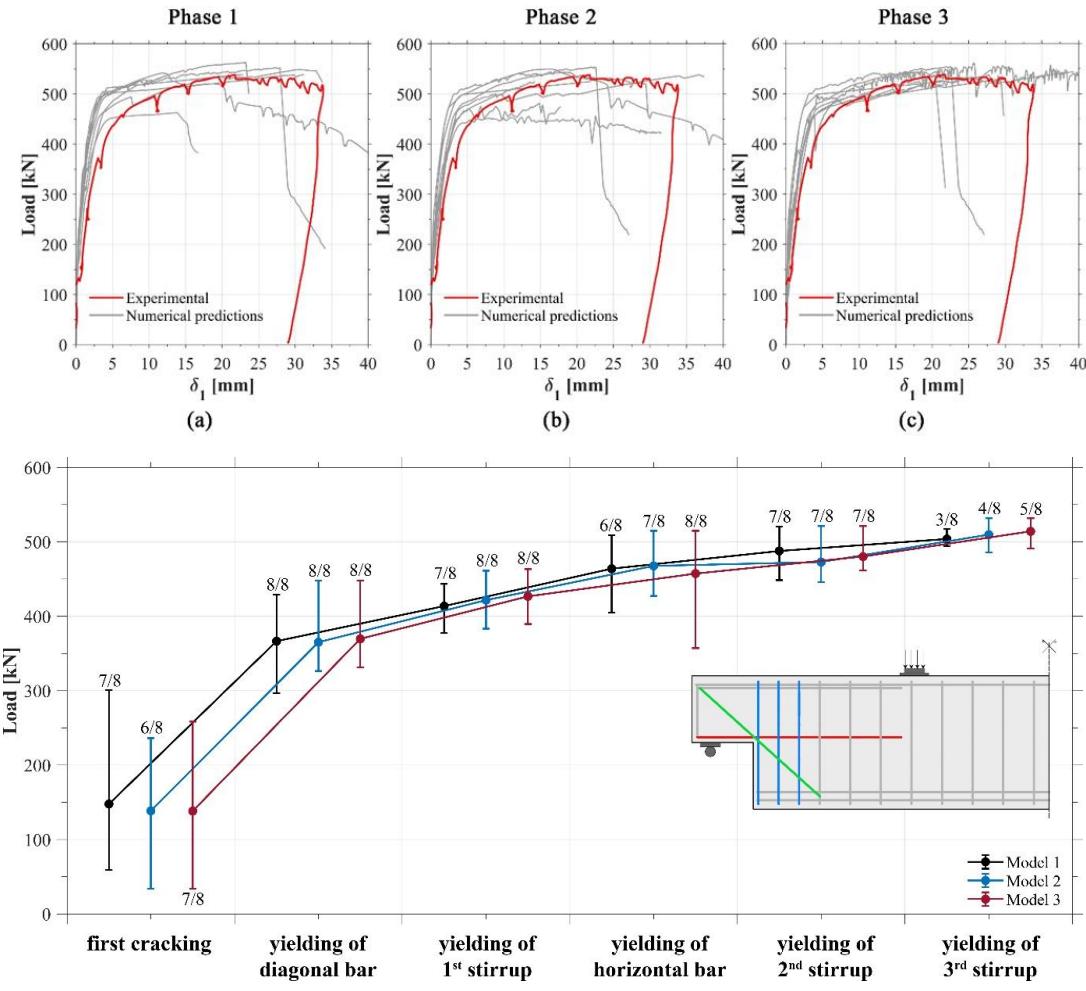


Figura 3-4. Modelli tiranti e puntoni adottati per la sella di riferimento: modello ortogonale (a) e modello diagonale (b).

$$P_R = \frac{3}{2} (P_{R1} + P_{R2}) \quad (\text{Eq. 3-1})$$

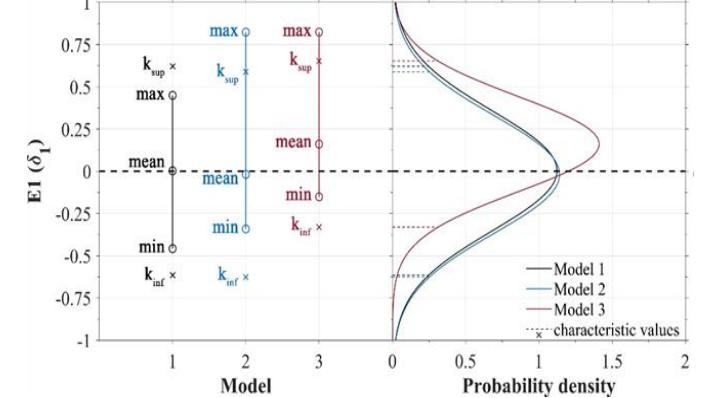
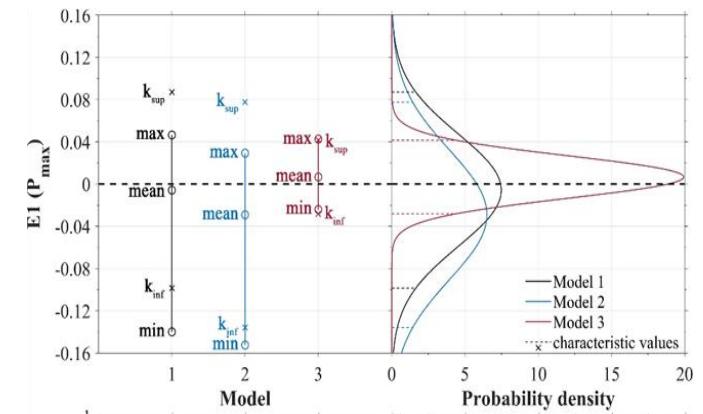


Blind test: calcolo con gli Elementi Finiti



$$E1(V)_j = \frac{V_{\text{num},j} - V_{\text{exp}}}{V_{\text{exp}}}$$

$$E1(V)_{\text{avg}} = \frac{1}{n_{RU}} \sum_{j=1}^{n_{RU}} E1(V)_j$$



5. Indagini sperimentali

5.2 In presenza di degrado

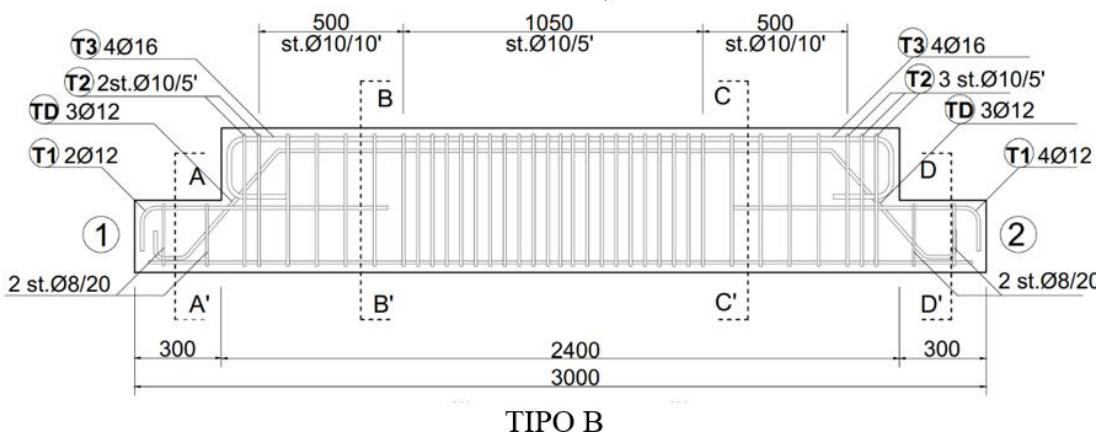
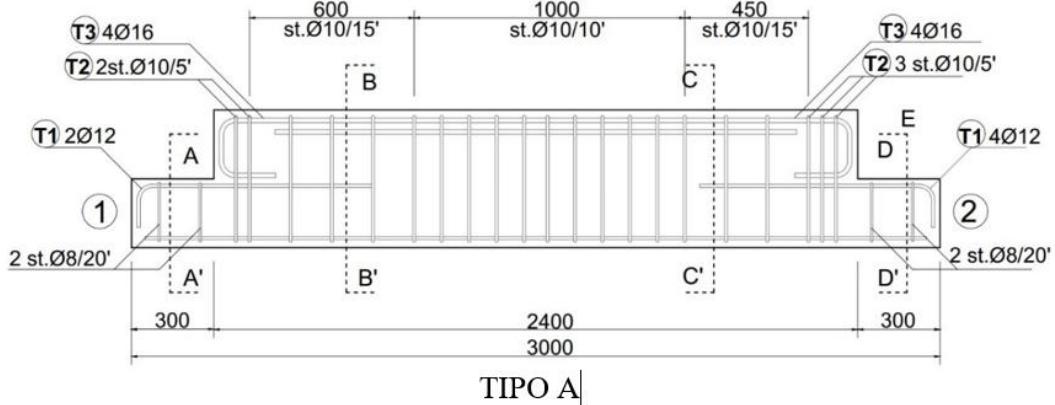
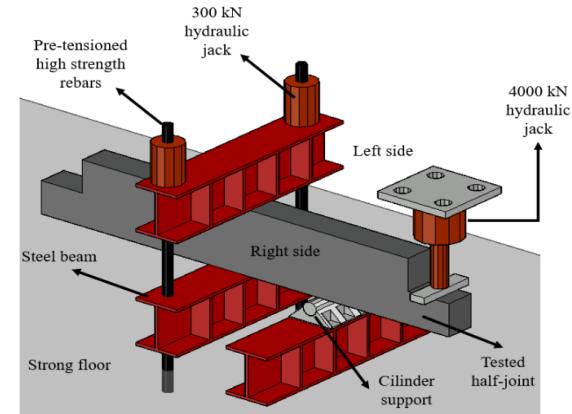


Figura 5-15. Dettagli di geometria e rinforzo dei campioni.

Spessore = 200 mm



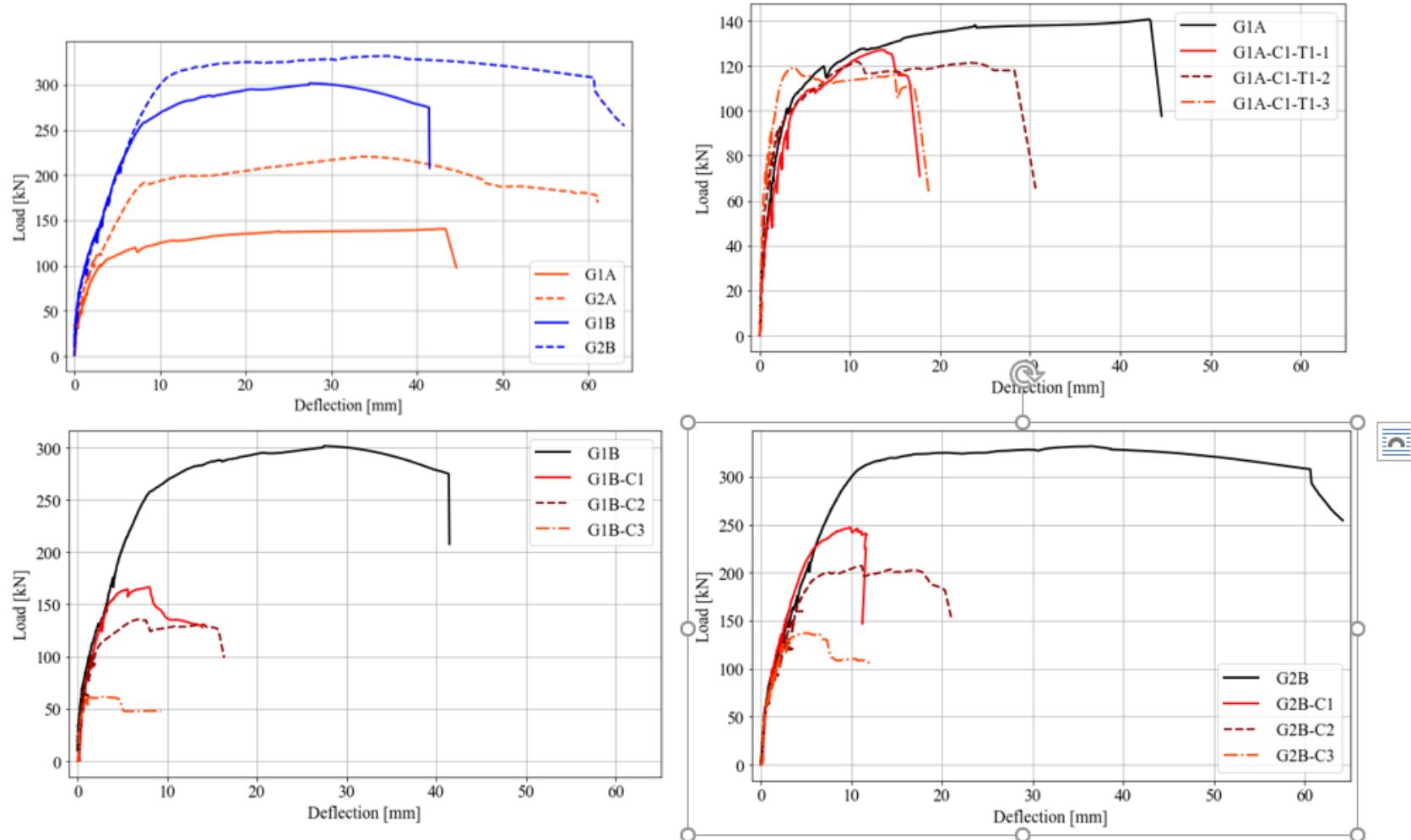
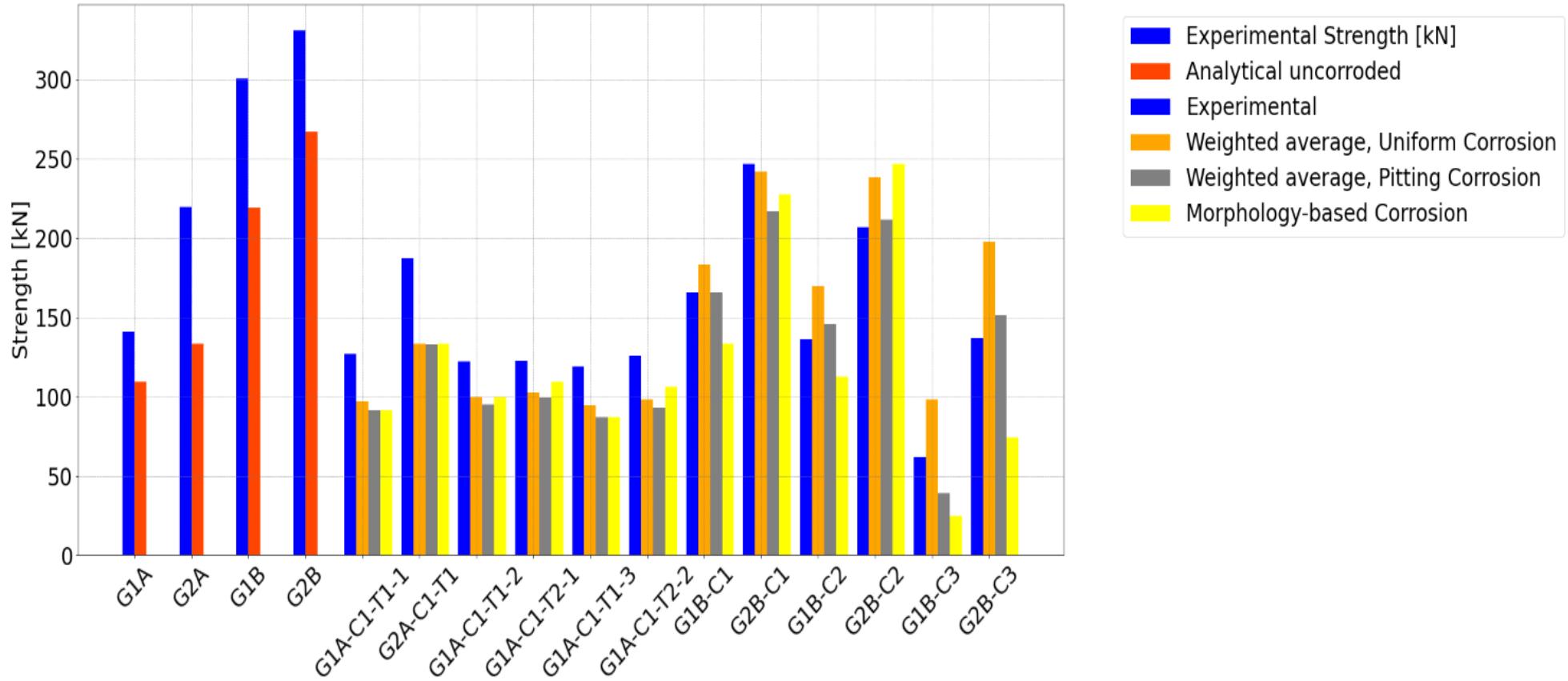


Figura 5-17. Curve carico spostamento.





Accordo tra il CSLLPP ed il Consorzio ReLUIS attuativo dei DM 578/2020 e DM 204/2022



“L'applicazione delle linee guida per i ponti esistenti” **Selle Gerber**

coordinatori Proff. Edoardo Cosenza e Mauro Dolce



Selle Gerber: soluzioni di rinforzo
Maurizio Orlando
Università degli Studi di Firenze

Con il contributo dei
gruppi di ricerca
coordinati da:
Beatrice Belletti
Guido Camata
Lidia La Mendola
Gennaro Maglulo
Alberto Meda
Maurizio Orlando
Giovanni Plizzari
Antonino Recupero

Tecniche di intervento

Defunzionalizzazione / scarico

- installazione di travi a sbalzo o elementi di acciaio sotto le travi
- installazione di cavi di sospensione per le travi tampone
- puntellamento delle travi tampone (**intervento di emergenza - il rinforzo definitivo può essere rimandato, mantenendo le strutture provvisorie fino agli interventi di manutenzione programmati**)



Solidarizzazione/chiusura delle selle

- Modifica dello schema statico
- Selle solidarizzate con armature e getto di continuità tra elementi

Tecniche di rinforzo

- Placcaggio esterno con piastre di acciaio o con FRCM
- Inghisaggio di barre metalliche diagonali
- Installazione di barre metalliche esterne

Figura 1-16. Intervento di urgenza (Kun et al. 2015)

Defunzionalizzazione / scarico

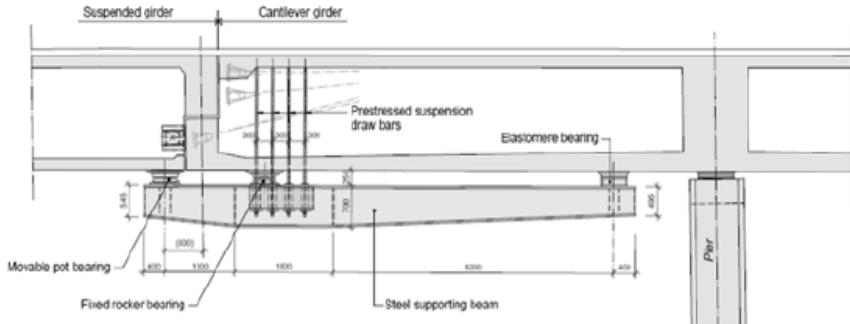
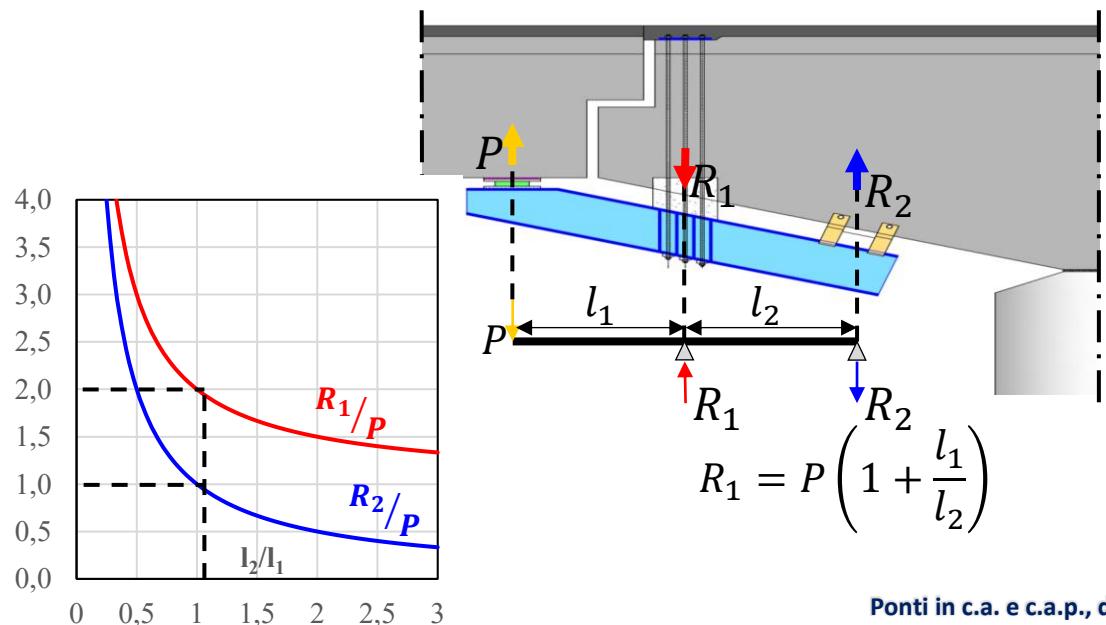


Figura 1-17. Installazione di travi di acciaio a sbalzo (Kun et al. 2015)



Ponti in c.a. e c.a.p., dispositivi di appoggio e selle Gerber

Selle Gerber - Marco di Prisco

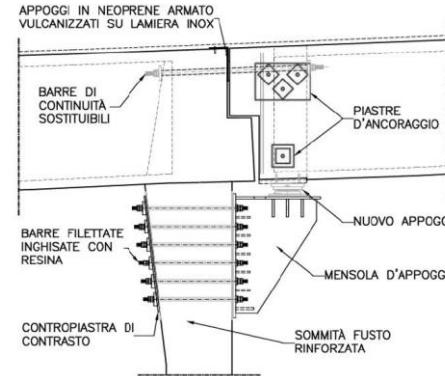
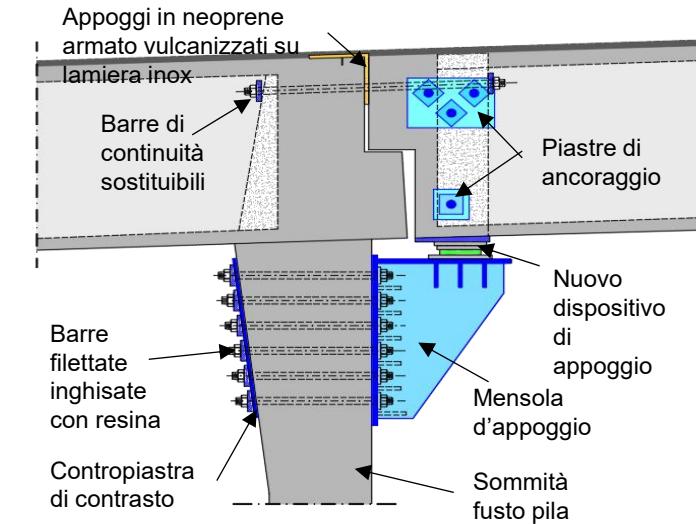


Figura 1-19. Installazione di mensola metallica per defunzionalizzazione di sella Gerber in prossimità di una pila (Morano 2022)



Defunzionalizzazione / scarico

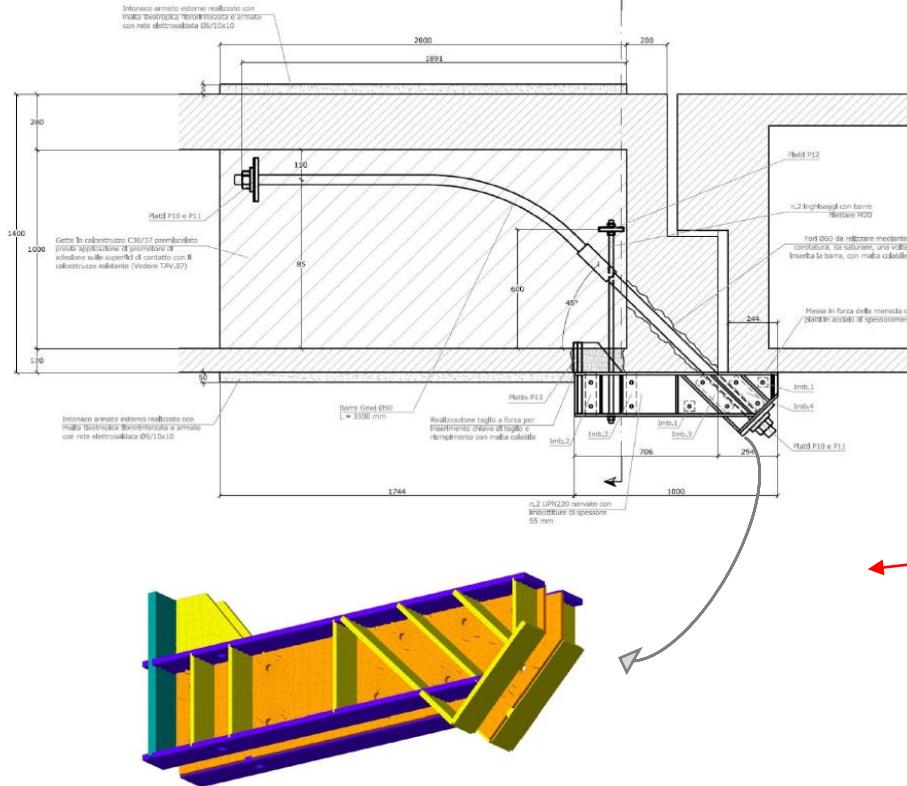


Figura 1-18. Installazione di elementi di acciaio all'introdosso del ponte di Beverino in provincia della Spezia (Mascia et al. 2019)

Valentina Picciano, Giuseppe Santarsiero, Angelo Masi, Giuseppe Ventura
Review and analysis of RC bridge half-joints strengthening techniques
Procedia Structural Integrity, Volume 62, 2024, Pages 1020-1027

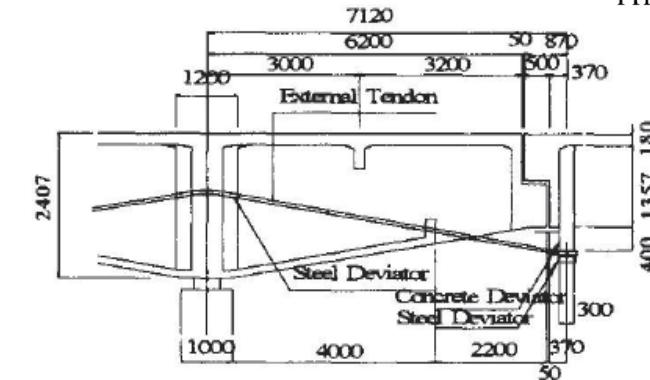
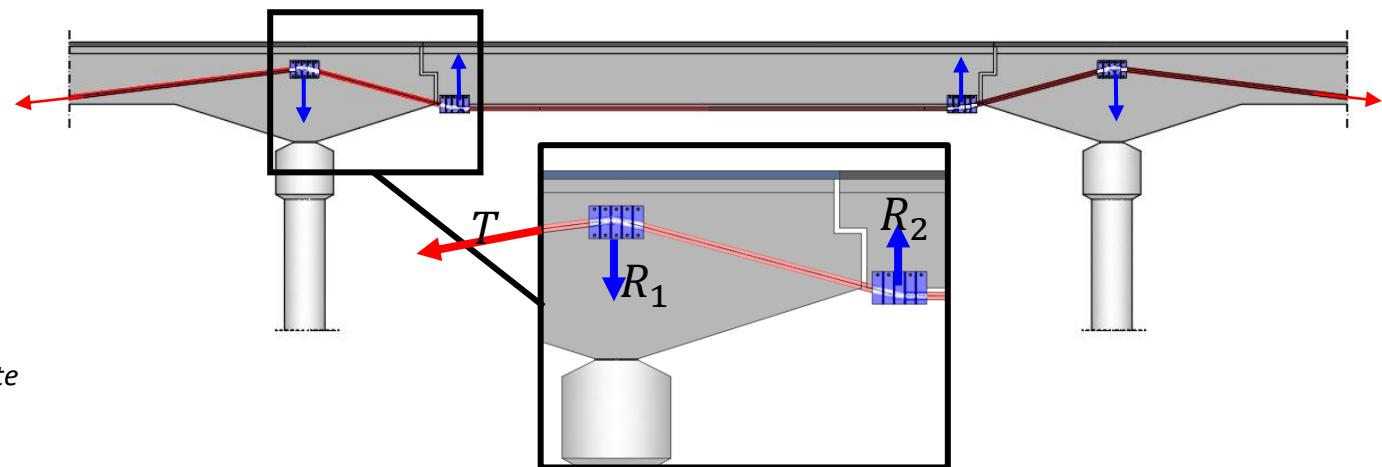
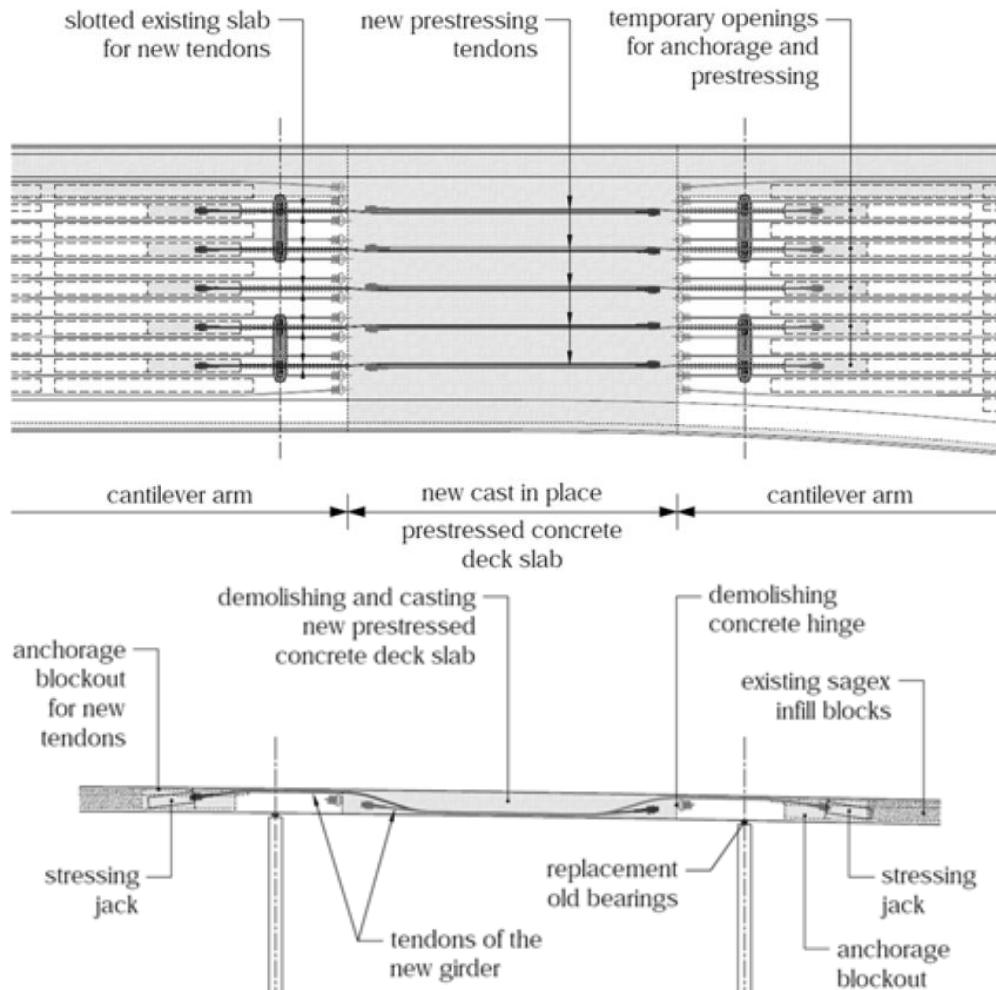


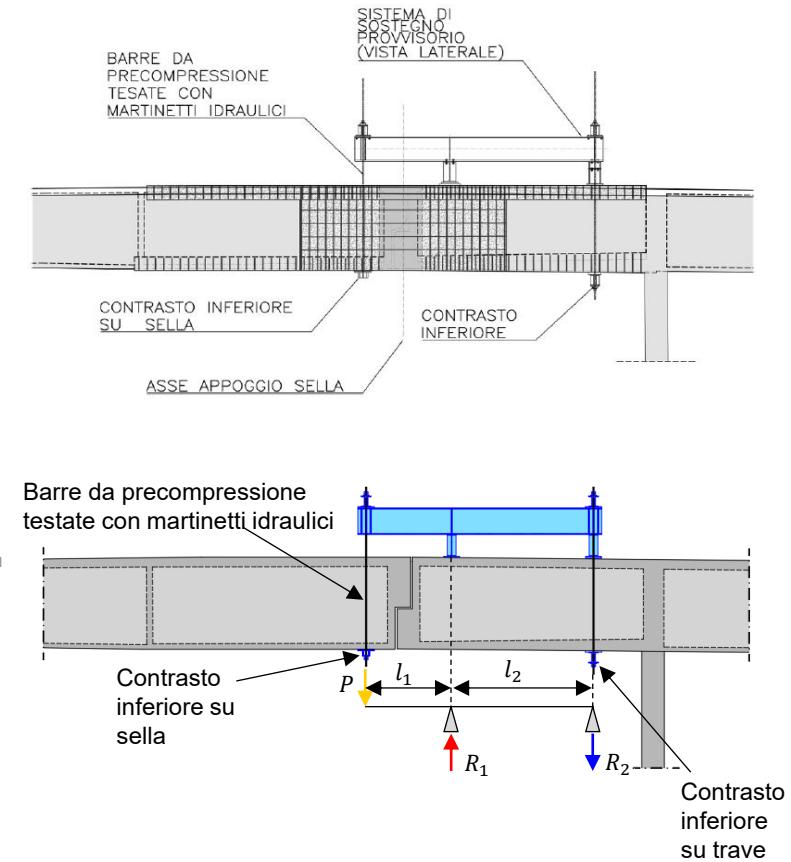
Figura 1-20. Installazione di cavi post-tesi esterni (Hino et al. 1999)



Solidarizzazione/chiusura delle selle



Chiusura di selle Gerber ed inserimento di cavi post-tesi (Kun 2015)



Chiusura di sella Gerber (Morano 2022)

Soluzioni di retrofitting

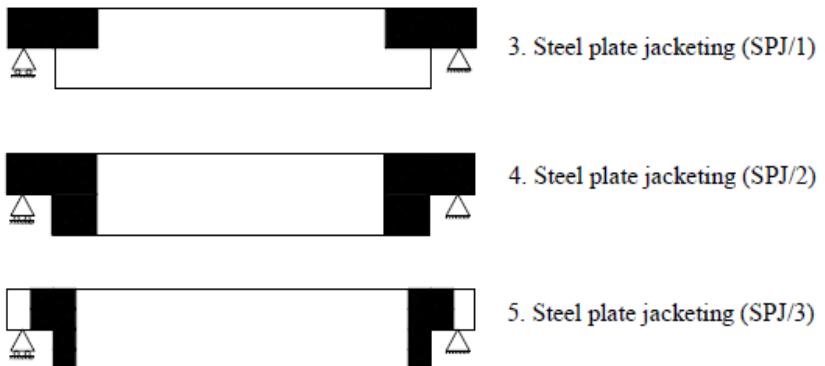


Figura 1-28. Sistemi di rinforzo con placcaggio in acciaio considerati nel programma sperimentale di Taher (2005).

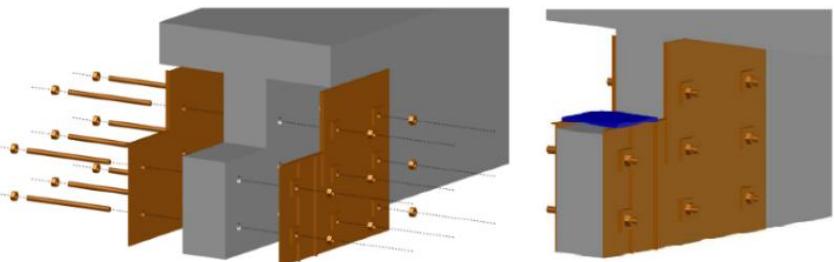


Figura 1-27. Placcaggio esterno con piastre d'acciaio:
vista in sezione (a) vista laterale (b) (Bertagnoli et al. 2023)

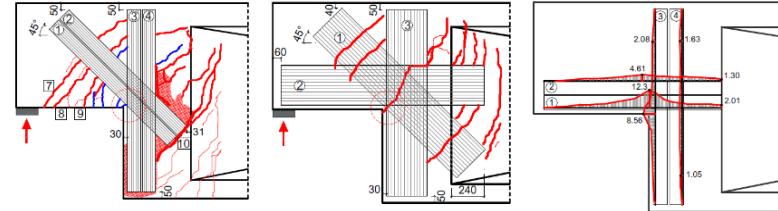
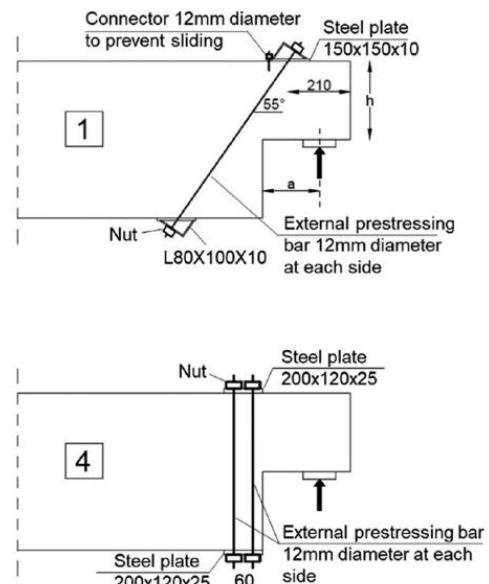


Figura 1-30. Illustrazione schematica dei sistemi di rinforzo provati da Nagy-György et al. (2012)



Atta and Taman (2016)

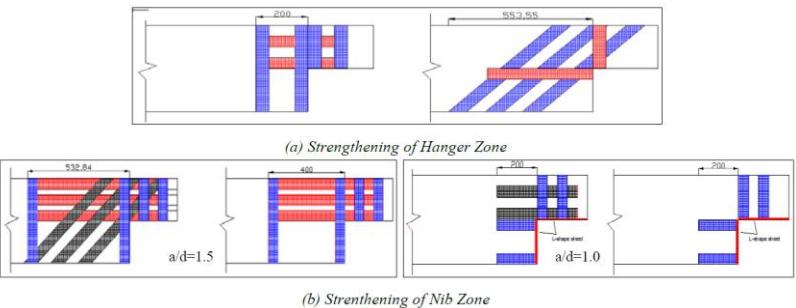


Figura 1-32. Configurazioni di rinforzo in CFRP proposte da Shakir & Abd (2019)

Applicazione di rinforzo per casi critici di selle Gerber

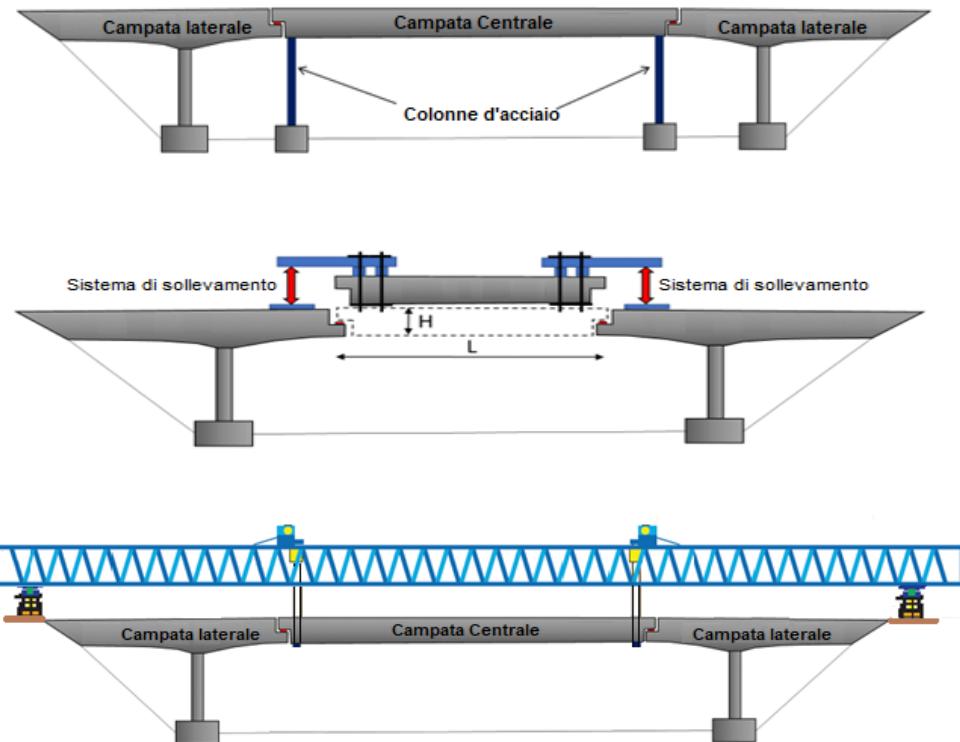
Sollevamento della campata centrale per retrofitting sella

Il sollevamento della campata centrale agevola significativamente le operazioni di intervento per i seguenti motivi:

- consente un'ispezione diagnostica completa, incluse le porzioni delle selle normalmente di difficile accesso;
- facilita l'esecuzione delle operazioni di retrofitting, garantendo un'adeguata applicazione delle malte da ripristino;
- permette la demolizione e la ricostruzione, nei casi critici, delle porzioni fortemente degradate;
- consente la sostituzione degli appoggi con dispositivi di nuova generazione, conformi agli attuali standard di sicurezza e durabilità.

L'impiego del carro di varo presenta alcuni vantaggi:

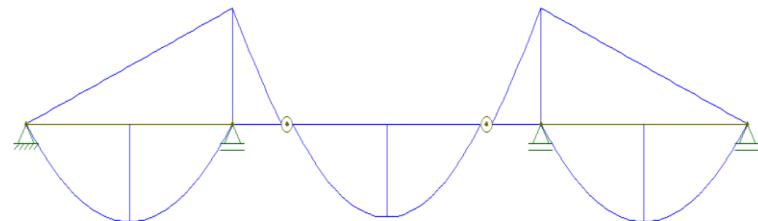
- Libera completamente lo spazio sottostante, evitando la necessità di una parzializzazione del traffico da parte del gestore della viabilità inferiore;
- Elimina il rischio di urto accidentale degli elementi verticali da parte dei veicoli in transito sulla via sottostante;
- Consente il riutilizzo della struttura di sollevamento su manufatti strutturalmente analoghi nel caso di interventi ripetuti.



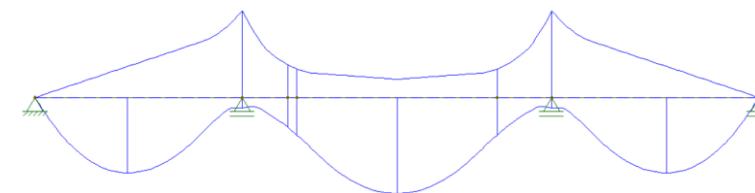
Applicazione di rinforzo per casi critici di selle Gerber

Chiusura della sella

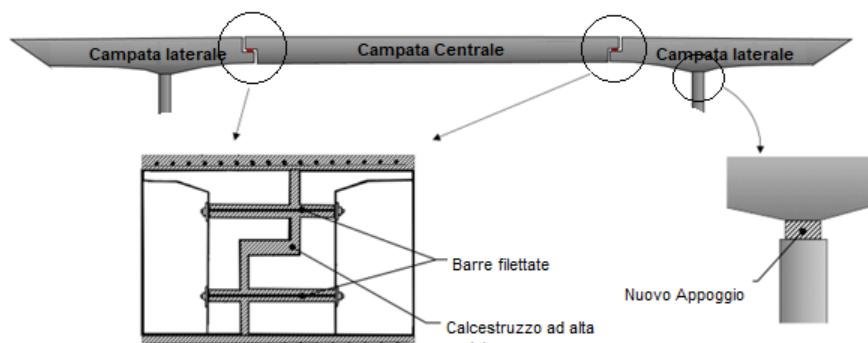
Una soluzione molto attraente consiste nella connessione degli impalcati, in corrispondenza dei giunti Gerber, modificando in questo modo totalmente lo schema statico del ponte cioè passando da una condizione isostatica ad una iperstatica di impalcato continuo su più appoggi



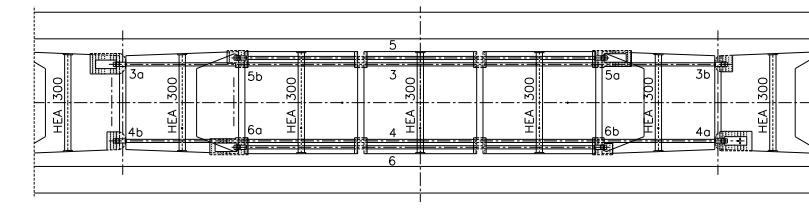
Trave Gerber



Trave continua



Fukuoka (1999)



Cardinale e Orlando, 2003



Granata et al., 2022

Ponti in c.a. e c.a.p., dispositivi di appoggio e selle Gerber

Selle Gerber - Marco di Prisco

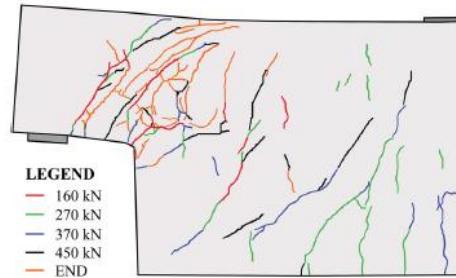
Soluzioni di retrofitting



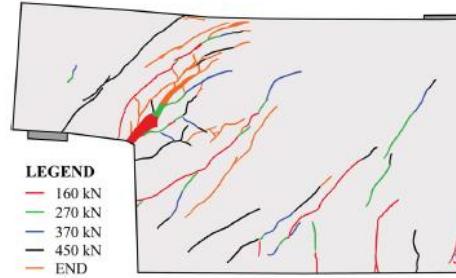
(a)



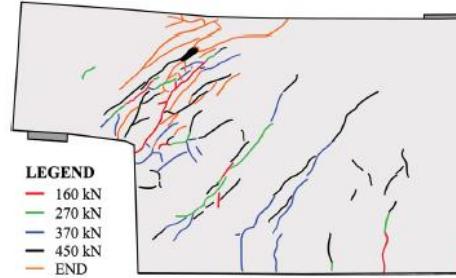
(b)



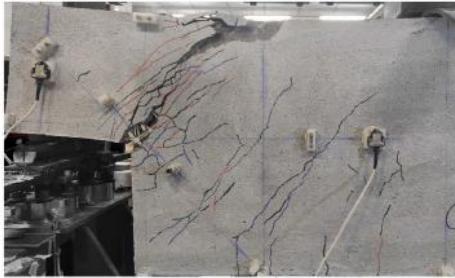
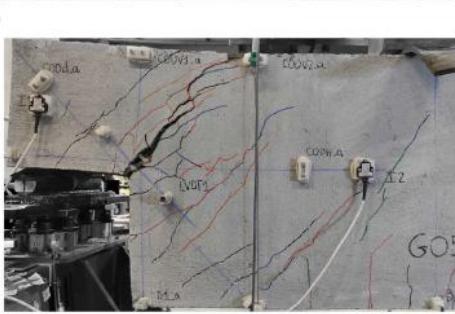
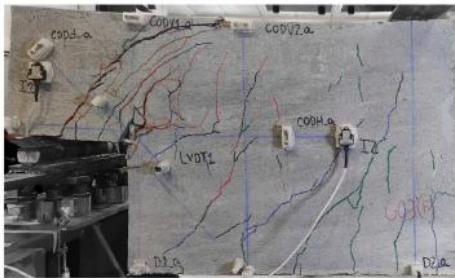
(a)



(b)

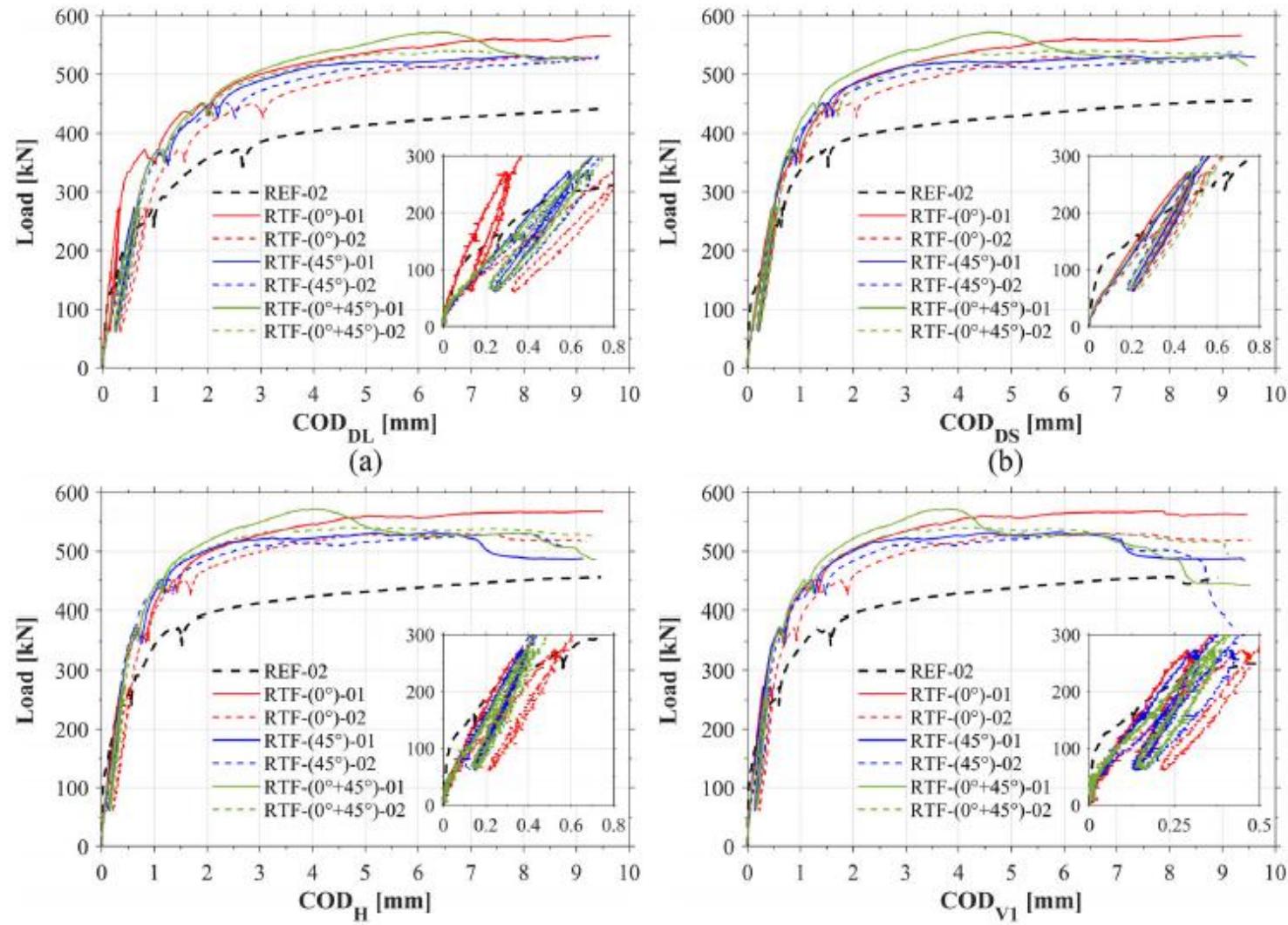
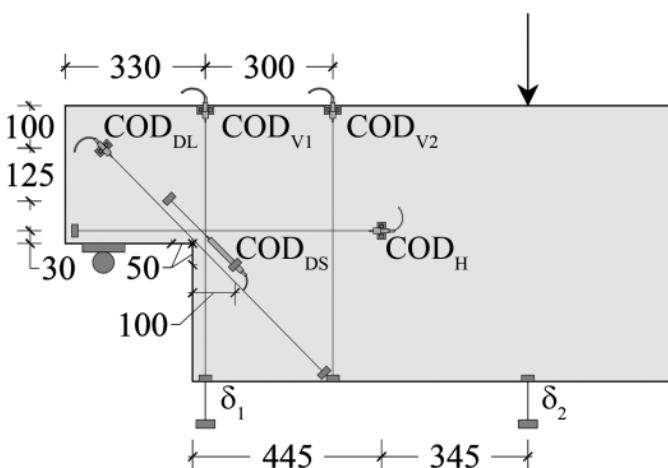


(c)



Flores Ferreira, K., Rampini, MC., Zani, G., Colombo, M., & di Prisco, M. 2023. "Experimental investigation on the use of Fabric-Reinforced Cementitious Mortars for the retrofitting of reinforced concrete dapped-end beams". *Structural Concrete*, 1–29. <https://doi.org/10.1002/suco.202200743>.

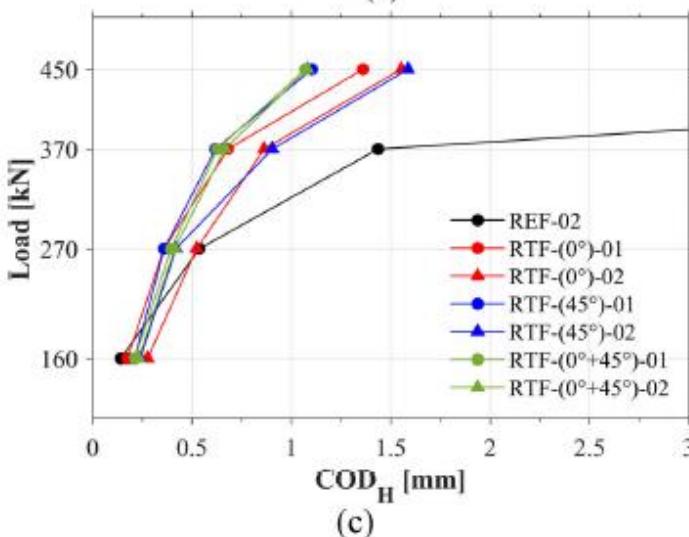
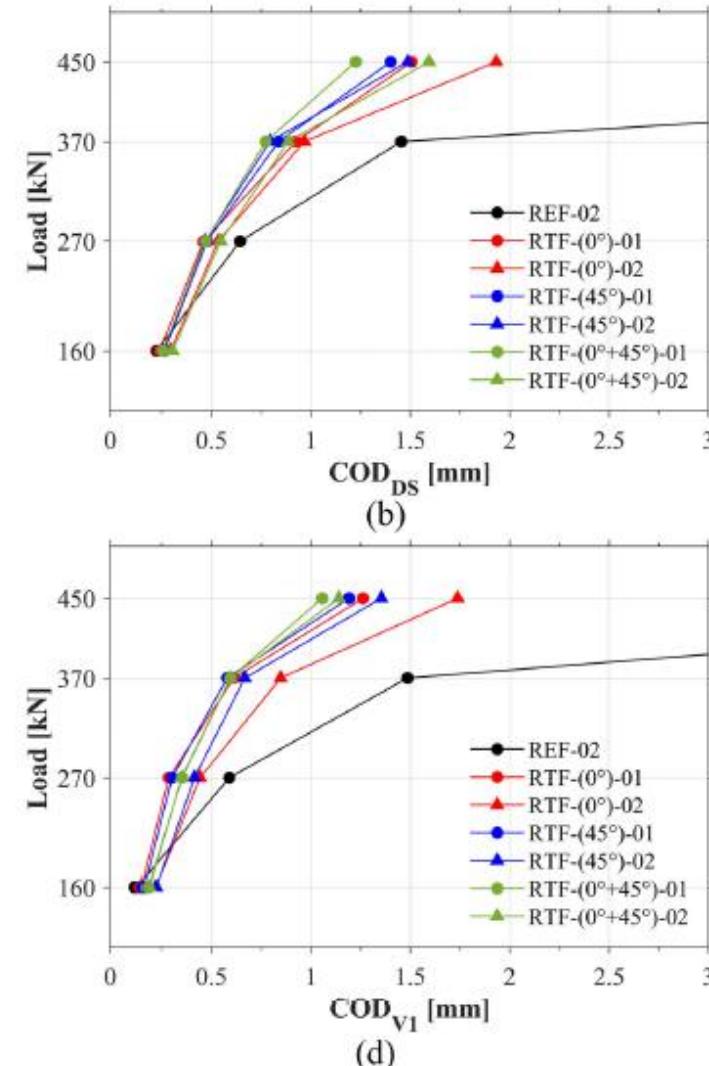
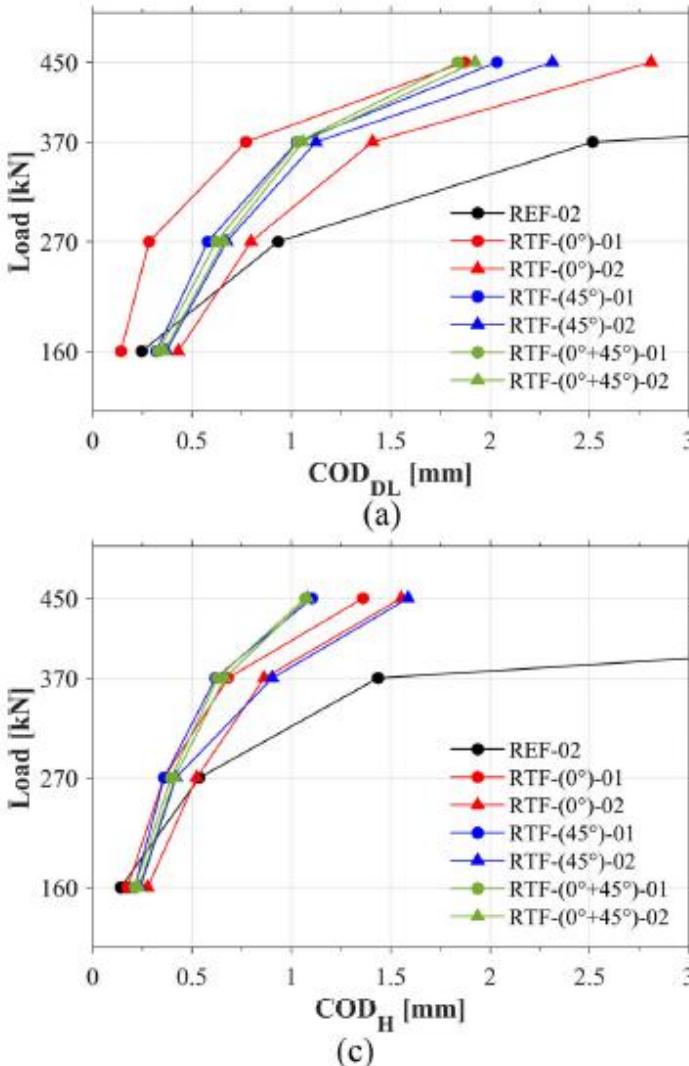
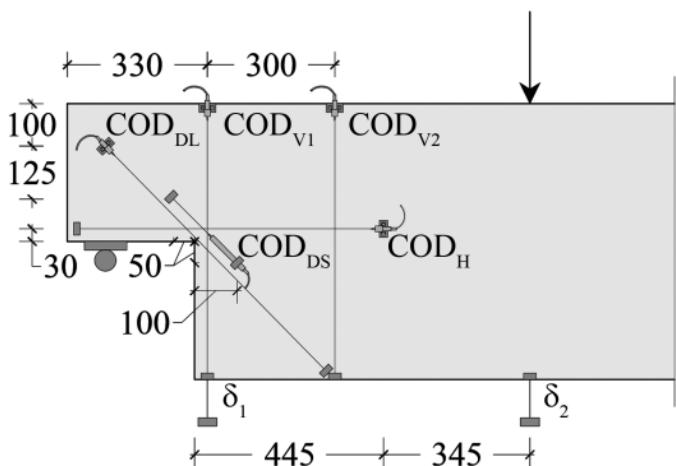
Soluzioni di retrofitting



Ponti in c.a. e c.a.p., dispositivi di appoggio e selle Gerber

Selle Gerber - Marco di Prisco

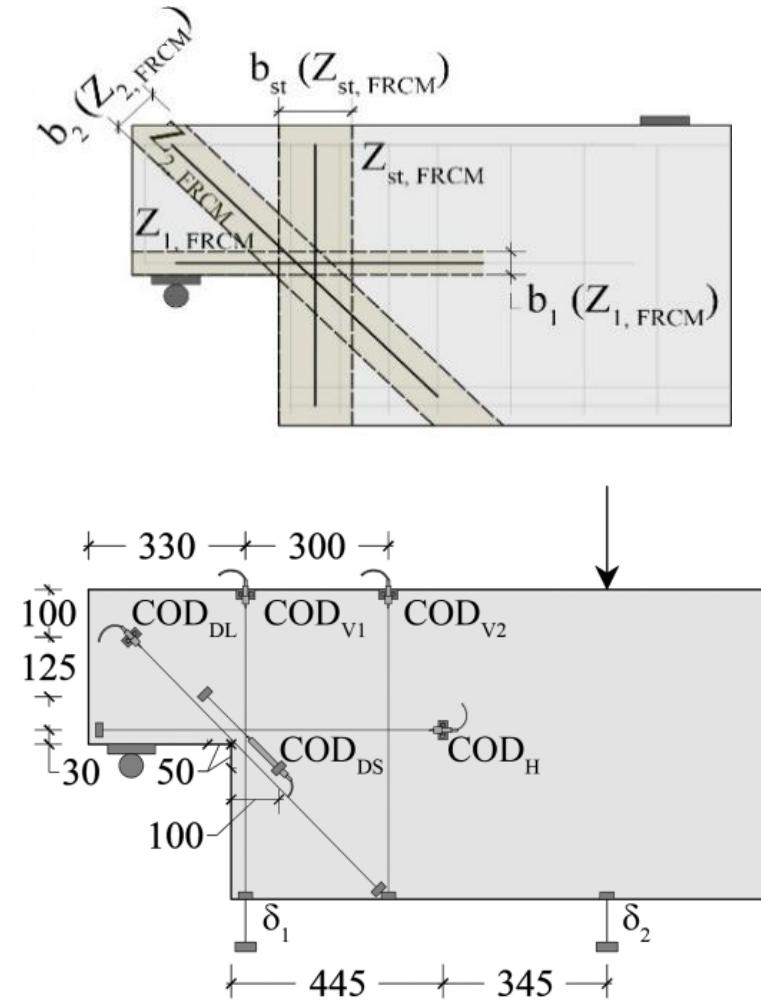
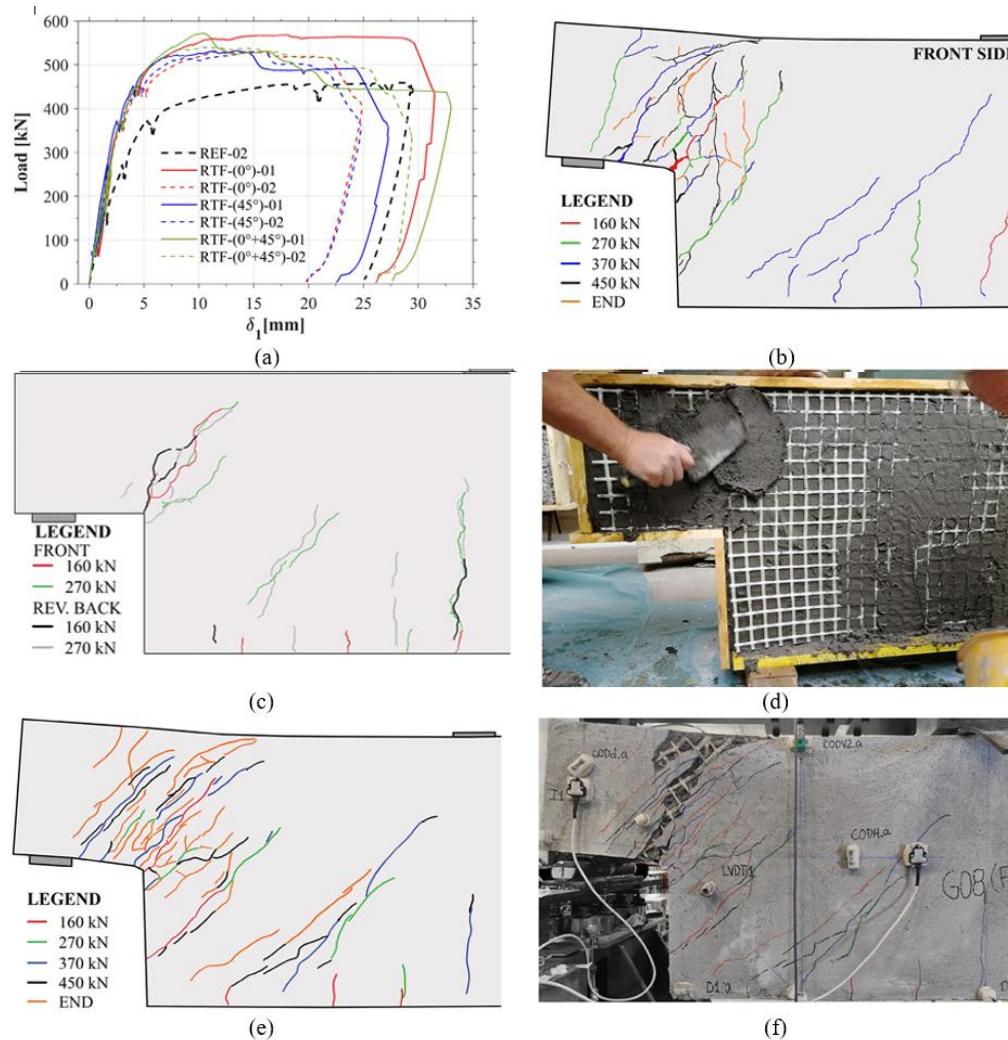
Soluzioni di retrofitting



Ponti in c.a. e c.a.p., dispositivi di appoggio e selle Gerber

Selle Gerber - Marco di Prisco

Soluzioni di retrofitting

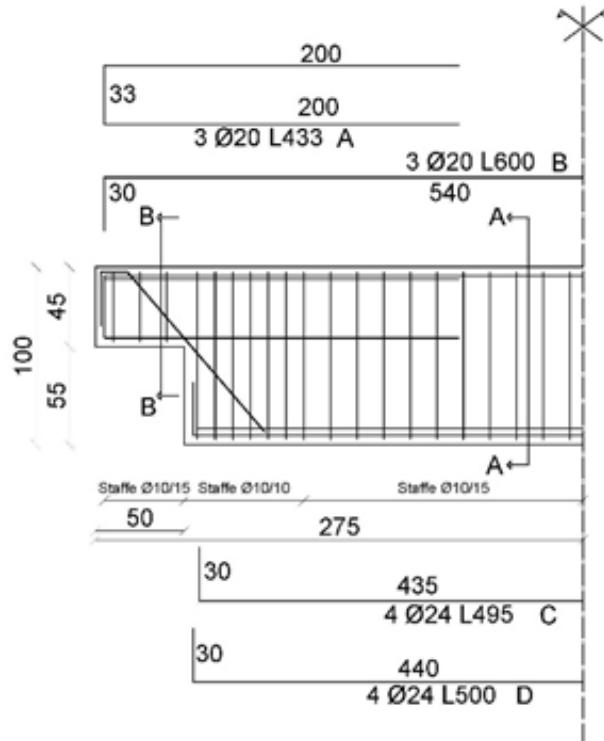


Soluzioni di retrofitting

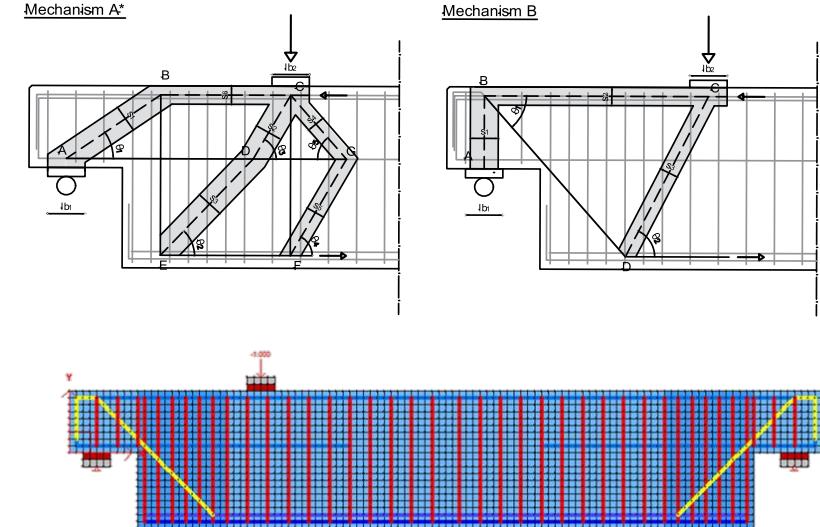
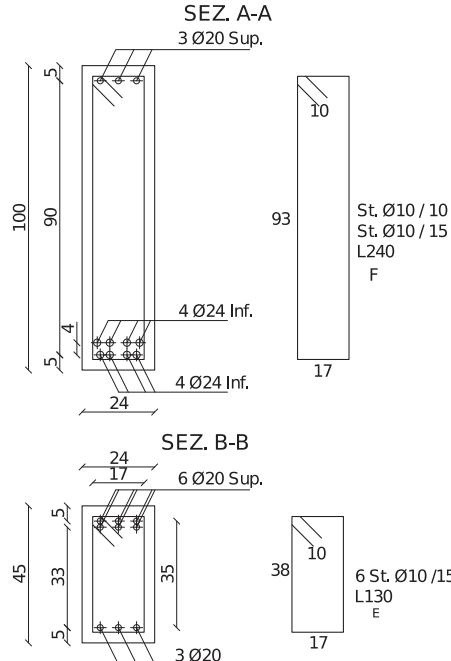


UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA

SEZ. Longitudinale



4 travi C50/60 prefabbricate con selle Gerber; due travi appartengono alla tipologia A e due alla tipologia B
La tipologia B si differenzia dalla tipologia A per la presenza delle due barre diagonali, di diametro 12 mm, in prossimità di ciascuna rastremazione.

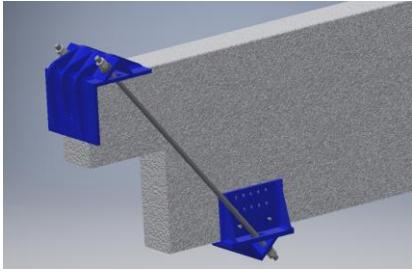


Tipologia trave	ID Prova/Modello	Descrizione	P _{max} [kN]	P _{max,sperimentale} /P _{max} [%]	Primo elemento in crisi
A1	A1_DX	Non fessurata	444	100%	Prima staffa
	A1_SX	Fessurata da A1_DX	430	103%	Prima staffa
	A1_VT2	FEM VecTor2	459	97%	Prima staffa
	A1_S&T	Strut & Tie	419	106%	Staffe (tirante BE)
B1	B1_DX	Fessurata inizialmente	504	108%	Prima staffa/diagonale
	B1_SX	Fessurata da B1_DX	545	100%	Prima staffa/diagonale
	B1_VT2	FEM VecTor2	578	94%	Prima staffa/diagonale
	B1_S&T	Strut & Tie	533	102%	Prima staffa/diagonale

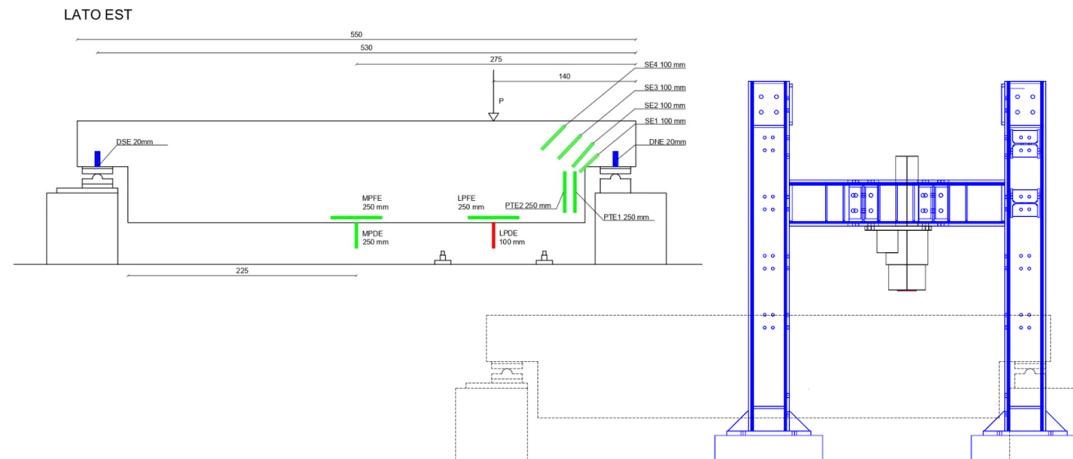
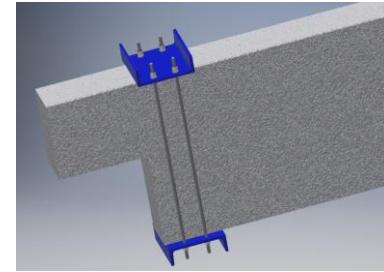
Soluzioni di retrofitting



Beam type A2: 2 M30 cl. 8.8



Beam type B2: 4 M18 cl. 8.8



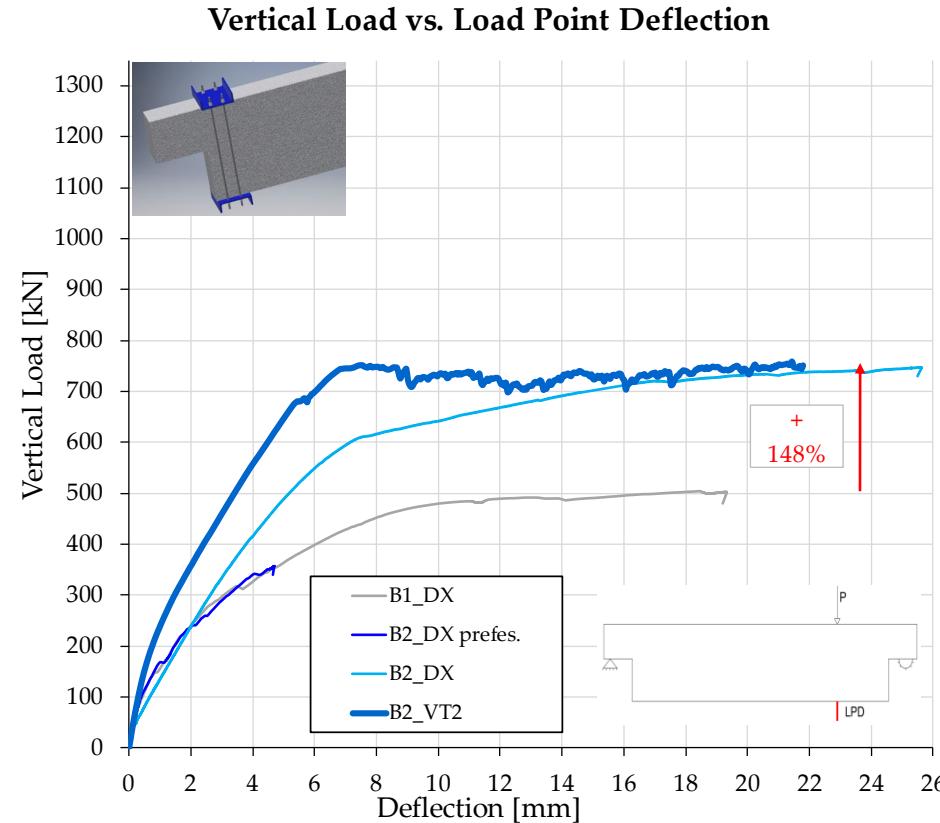
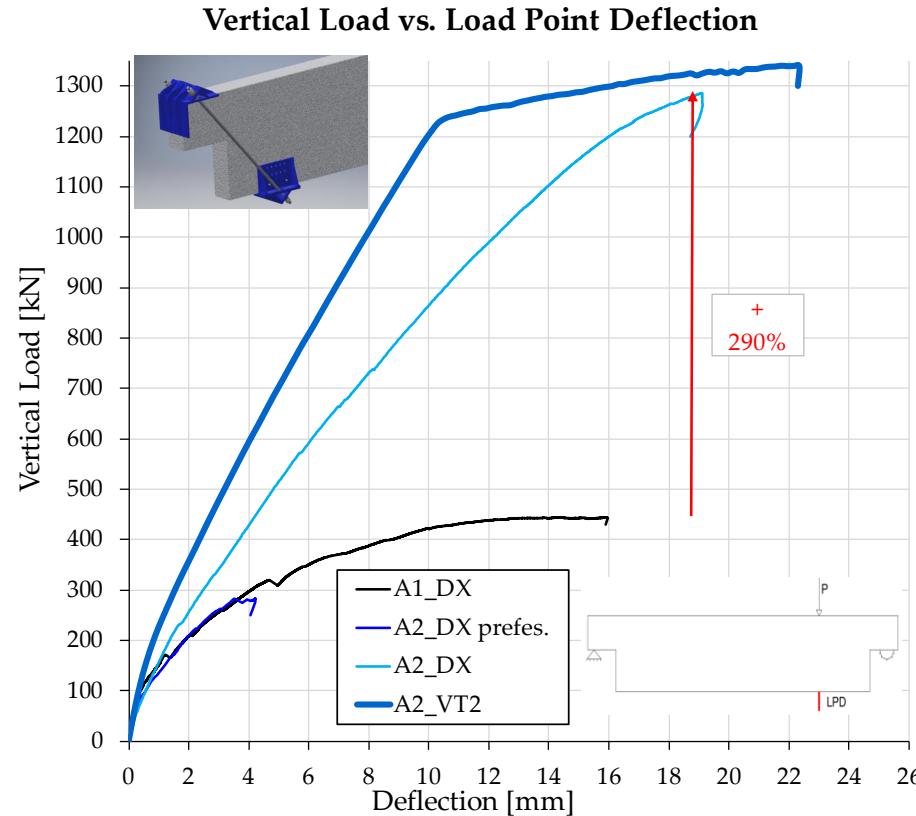
Ponti in c.a. e c.a.p., dispositivi di appoggio e selle Gerber

Selle Gerber - Marco di Prisco

Soluzioni di retrofitting



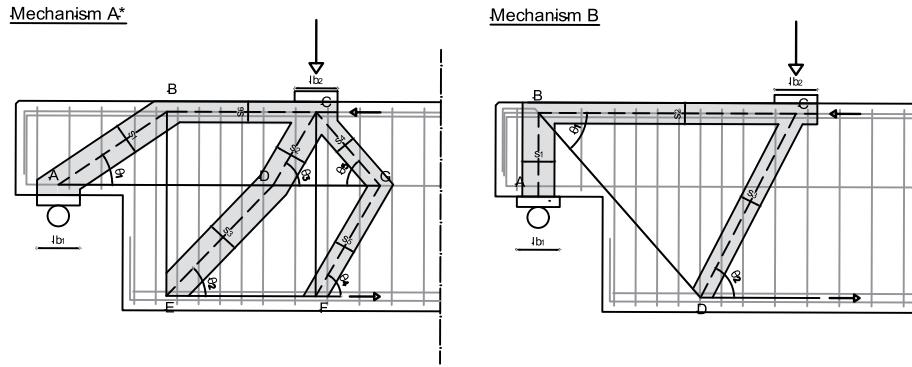
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA



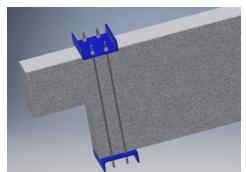
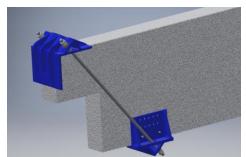
Soluzioni di retrofitting



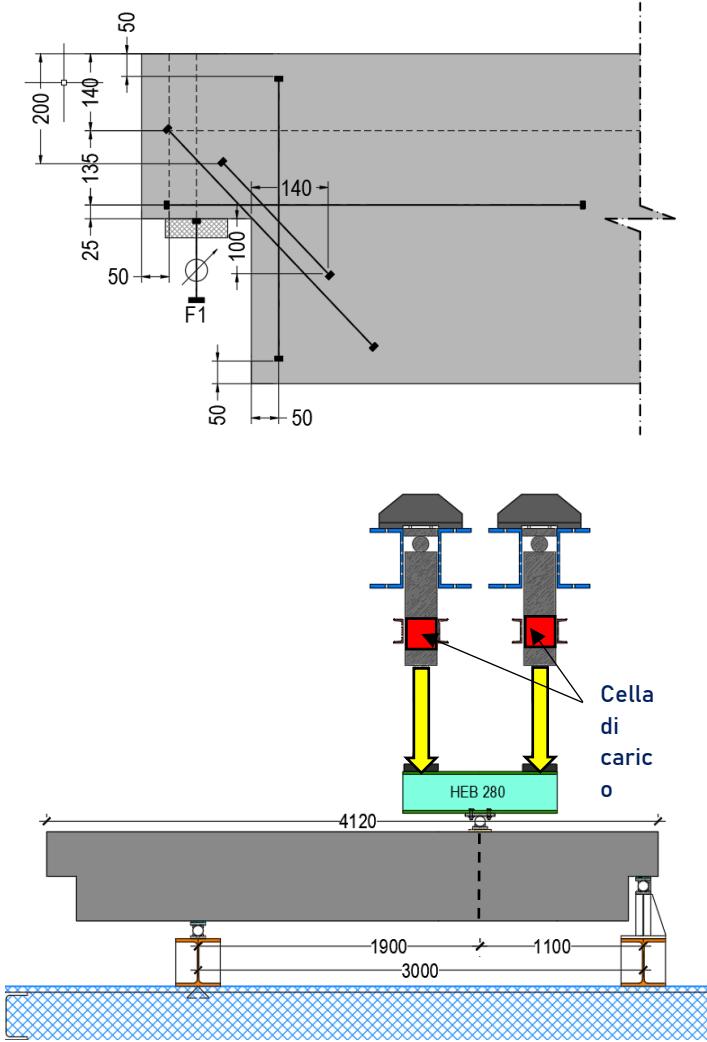
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA



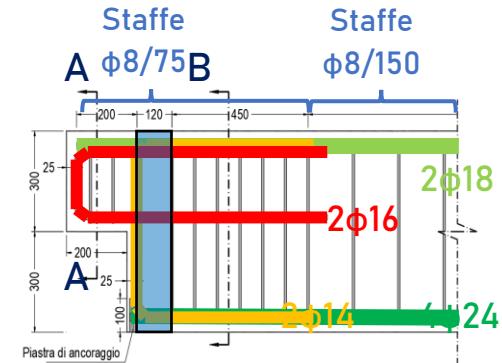
Tipologia trave	ID Prova/Modello	Descrizione	P _{max} [kN]	P _{max,sperimentale/P_{max}} [%]	Primo elemento in crisi
A2	A2_DX	Prefessurata	1287	101%	Puntone orizzontale BC
	A2_SX	Fessurata da A2_DX	1306	100%	Puntone orizzontale BC
	A2_VT2	FEM VecTor2	1340	97%	Puntone orizzontale BC
	A2_S&T	Strut & Tie	1308	100%	Staffe (tirante BE)/puntone orizzontale
B2	B2_DX	Prefessurata	747	102%	Diagonale
	B2_SX	Fessurata da B2_DX	761	100%	Diagonale
	B2_VT2	FEM VecTor2	758	100%	Diagonale interno BE
	B2_S&T	Strut & Tie	649	117%	Staffe (tirante BE)/diagonale



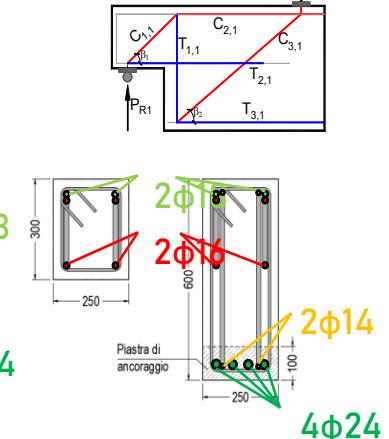
Soluzioni di retrofitting



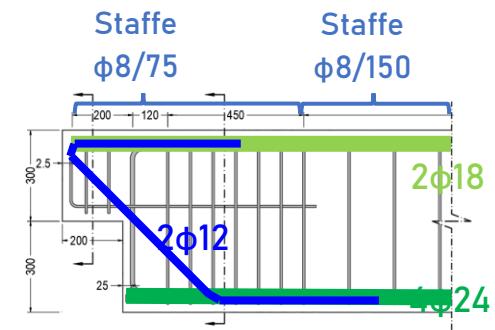
Tipologia T1



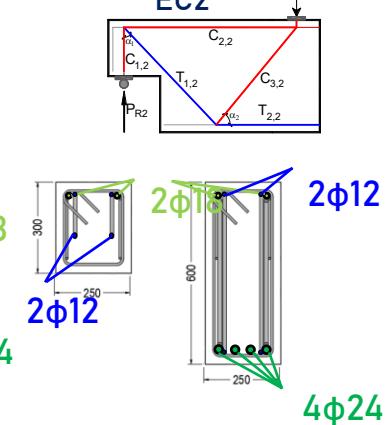
TRALICCIO 1 EC2



Tipologia T2

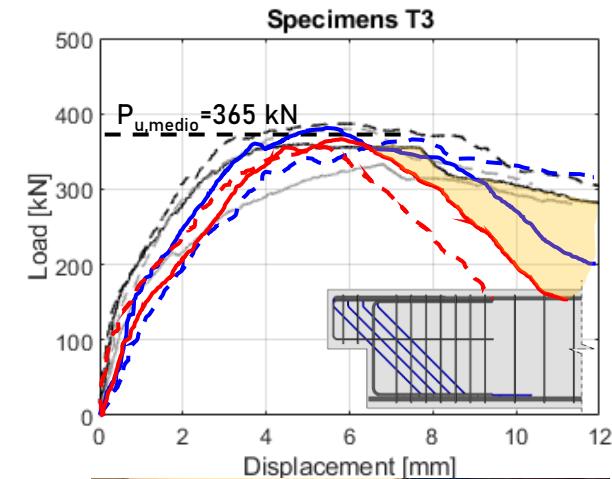
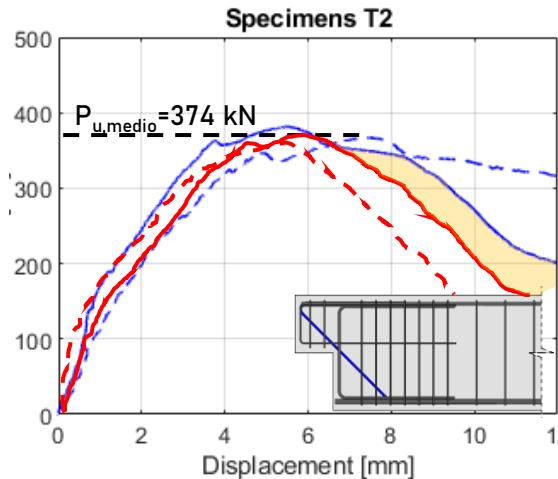
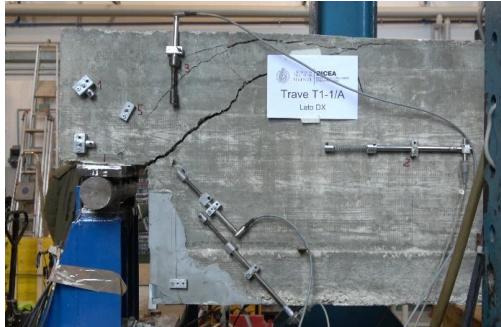
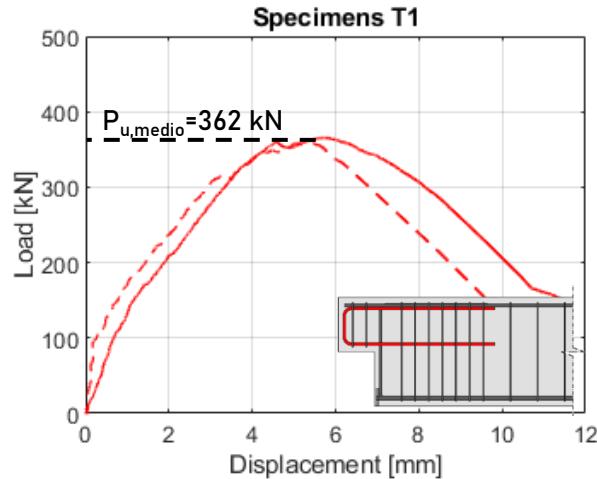


TRALICCIO 2 EC2



Soluzioni di retrofitting

Risultati delle prove selle non rinforzate

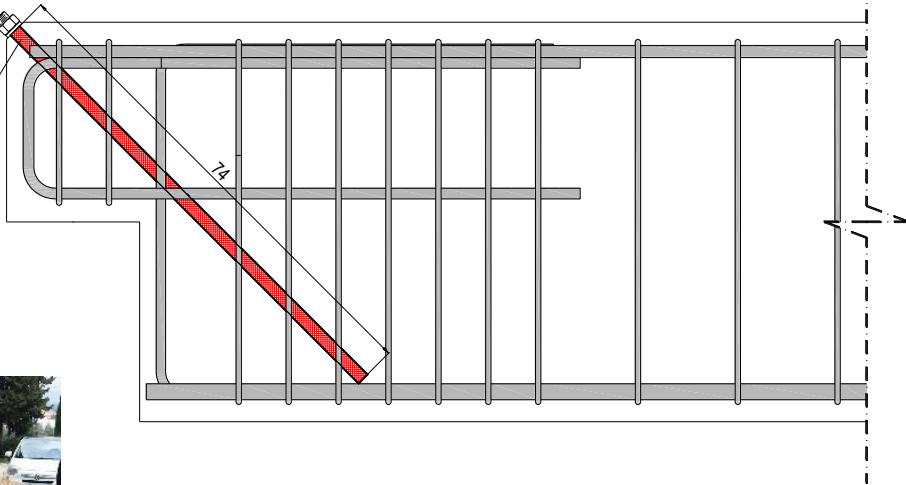


Giovanni Menichini; Federico Gusella; Salvatore Giacomo Morano; Maurizio Orlando (2025).
RC dapped-end beams with various reinforcement layouts: An experimental investigation.
ENGINEERING STRUCTURES, vol. 322, pp. 1-21, ISSN:1873-7323

Soluzioni di retrofitting

RINFORZO CON BARRA DIAGONALE Post-INSTALLATA

Barra filettata Ø18
classe 8.8 inclinata a 45°
e inghissata con resina
epossidica. Foro Ø22



Realizzazione dei fori



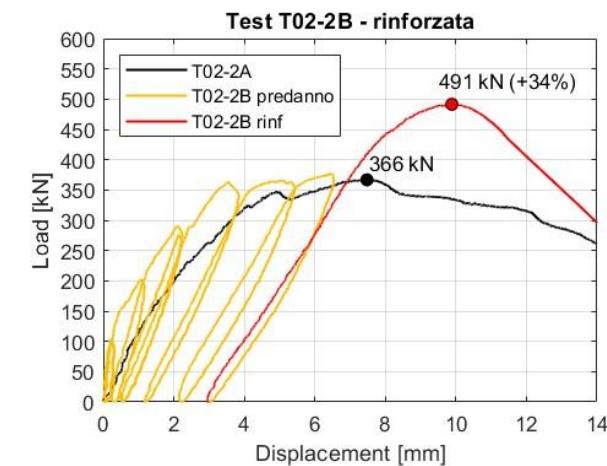
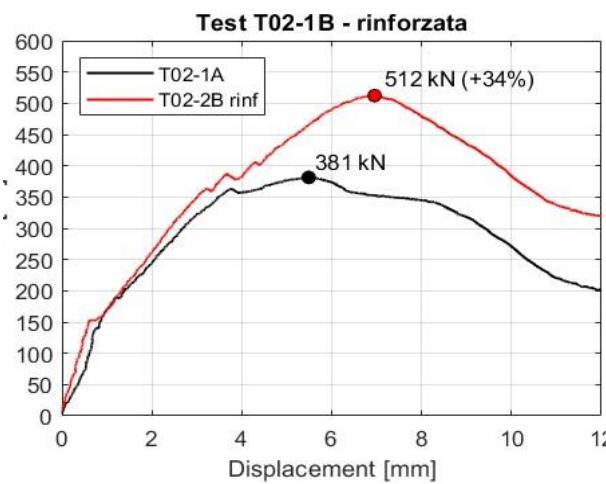
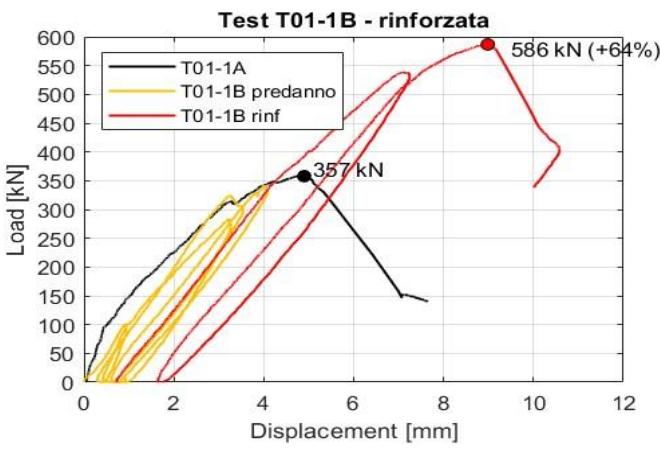
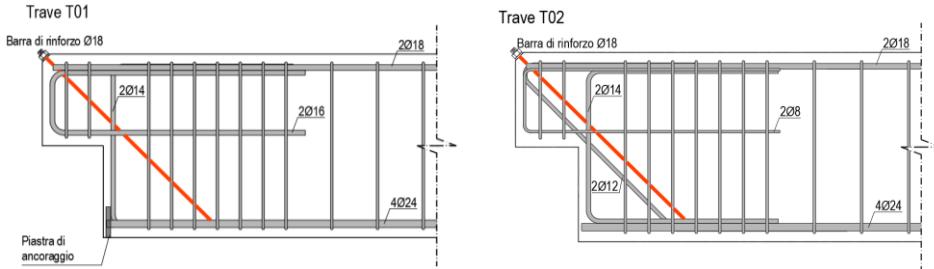
Ponti in c.a. e c.a.p., dispositivi di appoggio e selle Gerber

Selle Gerber - Marco di Prisco

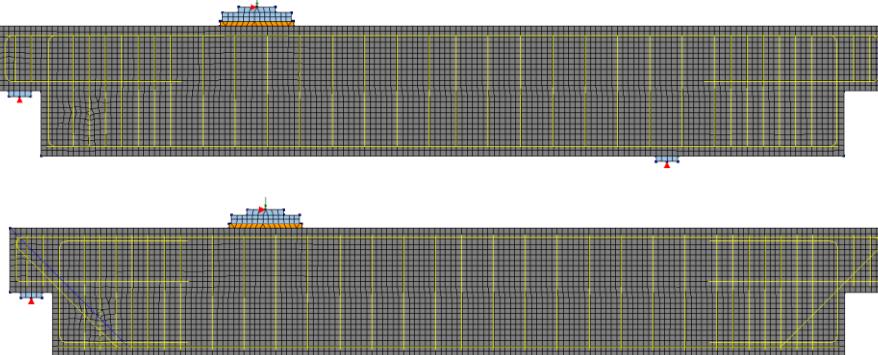
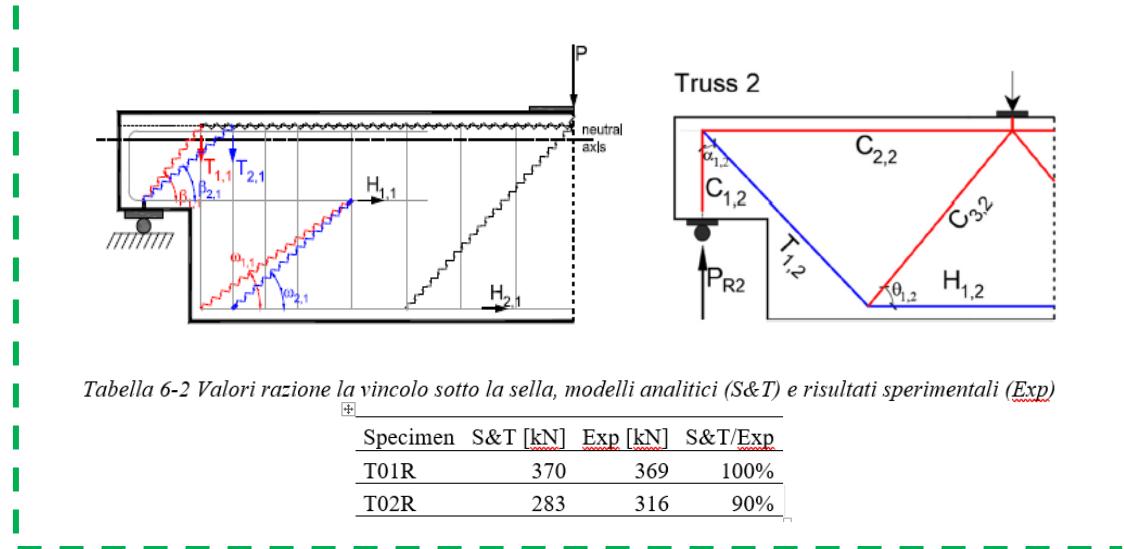
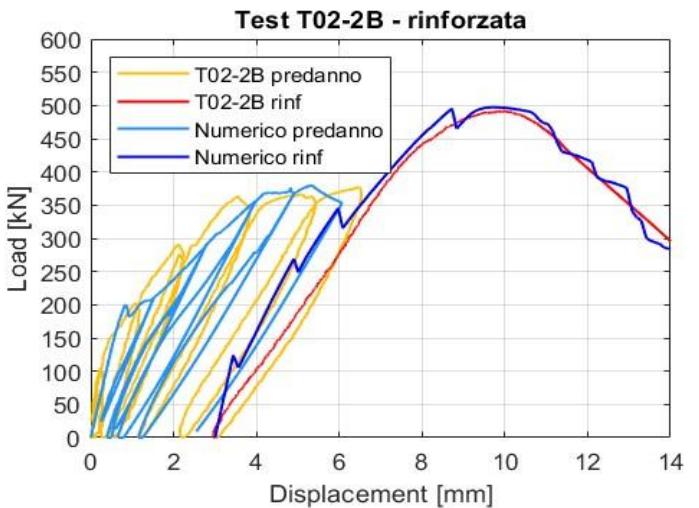
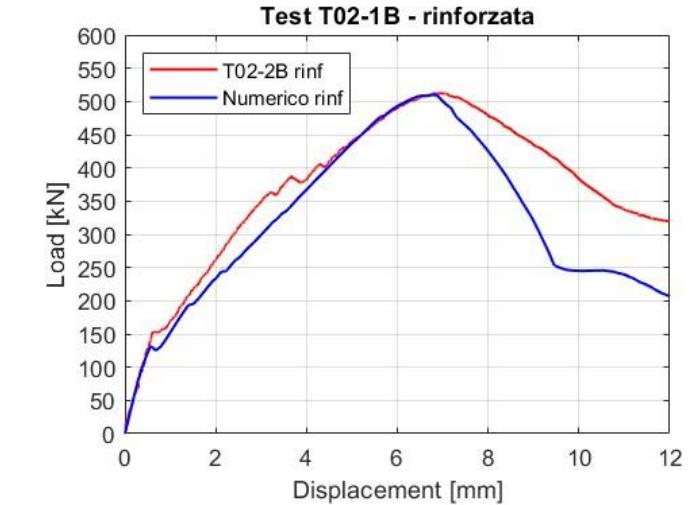
Soluzioni di retrofitting



RINFORZO CON BARRA DIAGONALE POST-INSTALLATA



Soluzioni di retrofitting

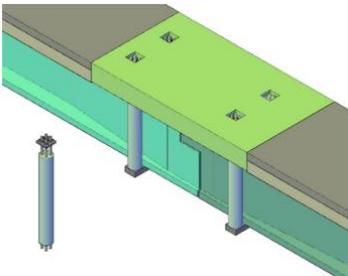


Ponti in c.a. e c.a.p., dispositivi di appoggio e selle Gerber

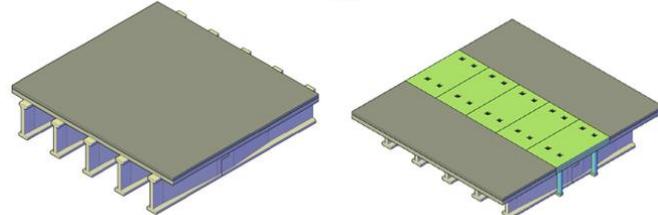
Selle Gerber - Marco di Prisco

Soluzioni di retrofitting

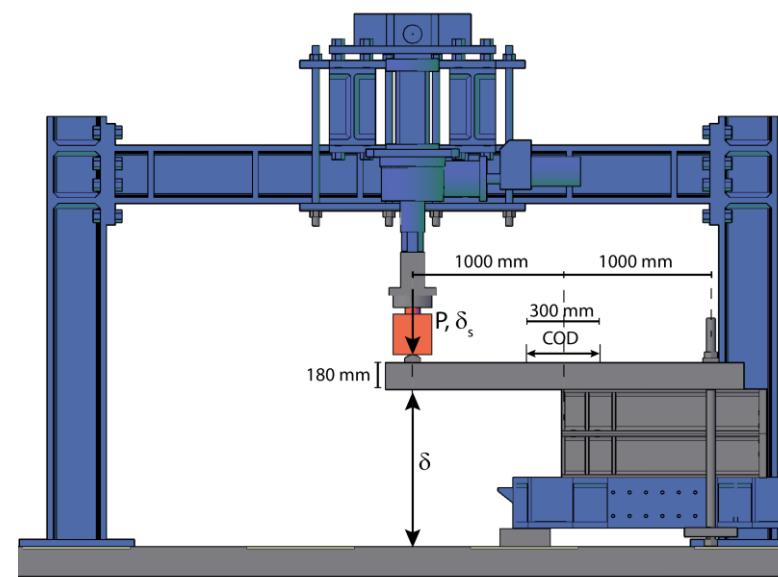
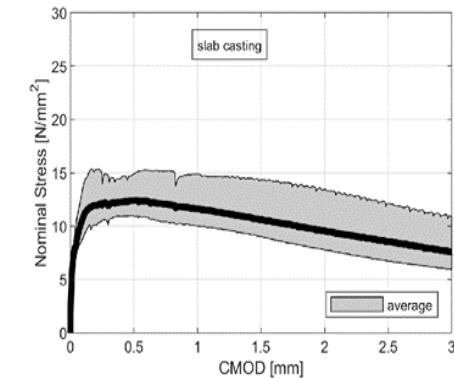
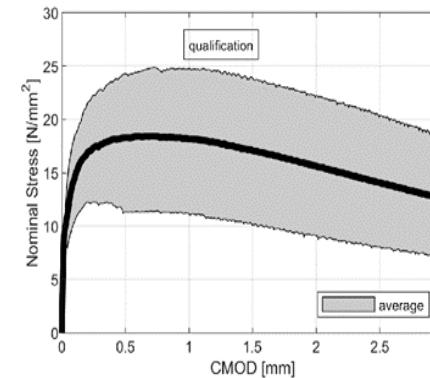
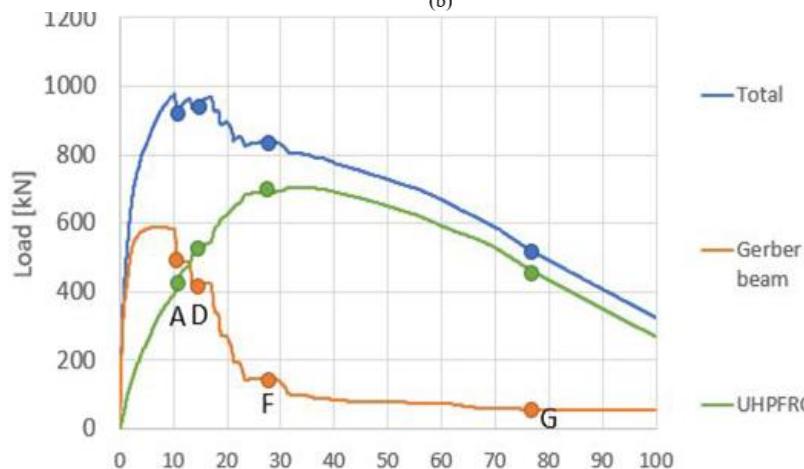
Slab in UHPFRC



(a)



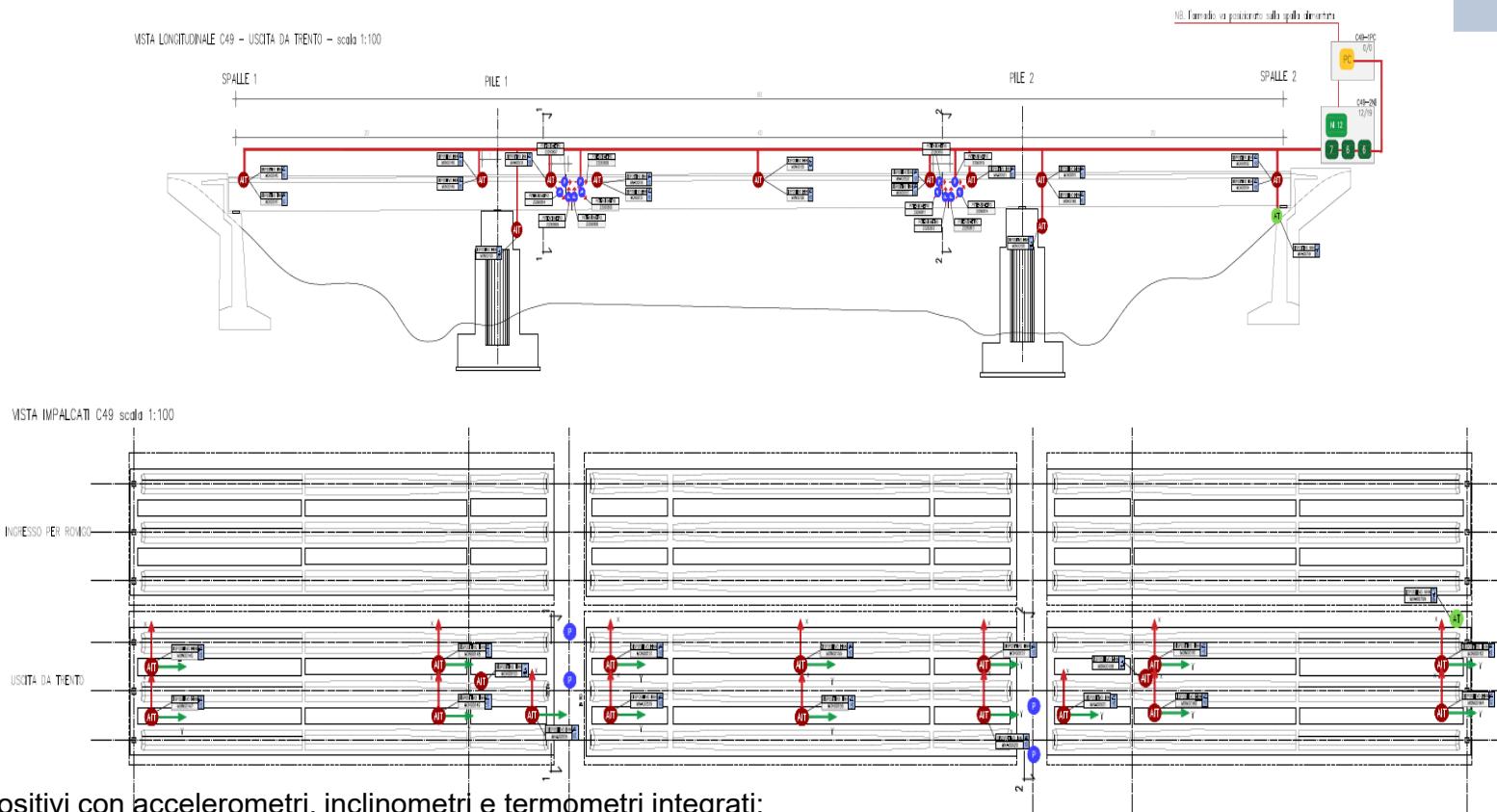
(b)



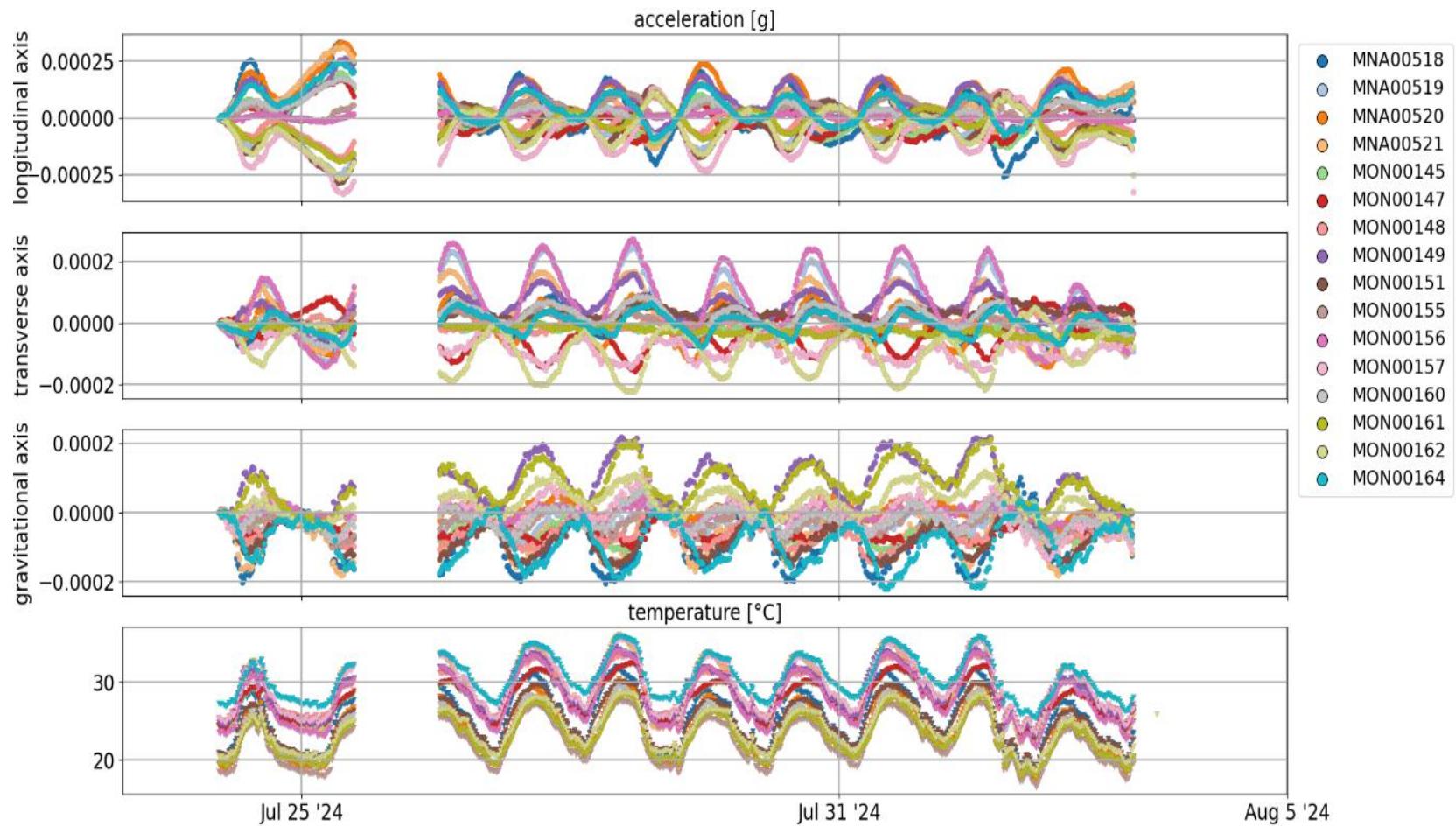
Ponti in c.a. e c.a.p., dispositivi di appoggio e selle Gerber

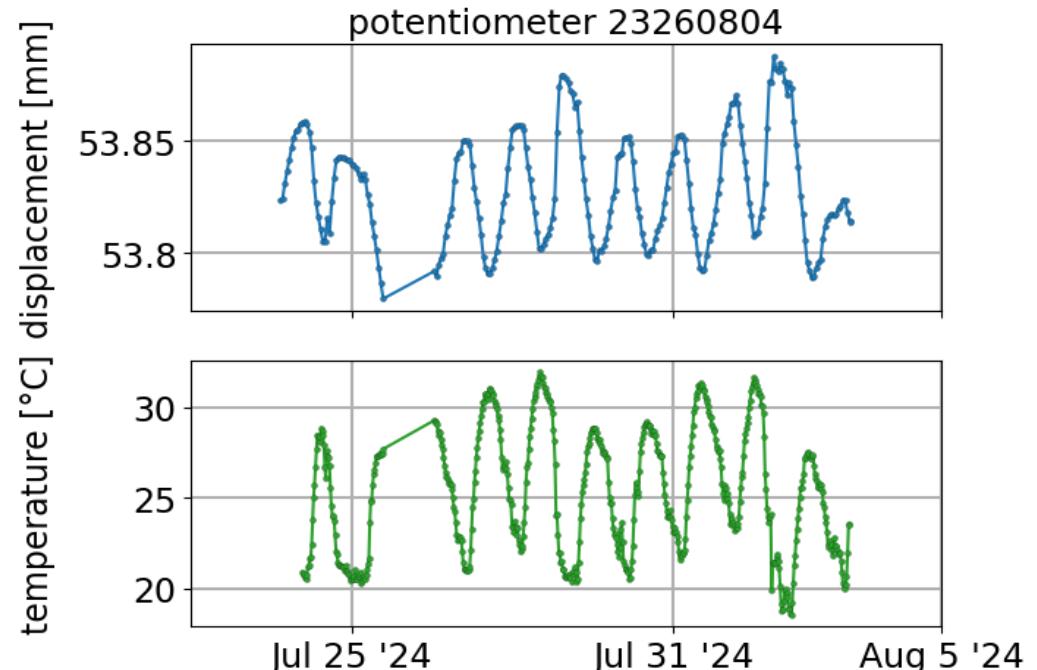
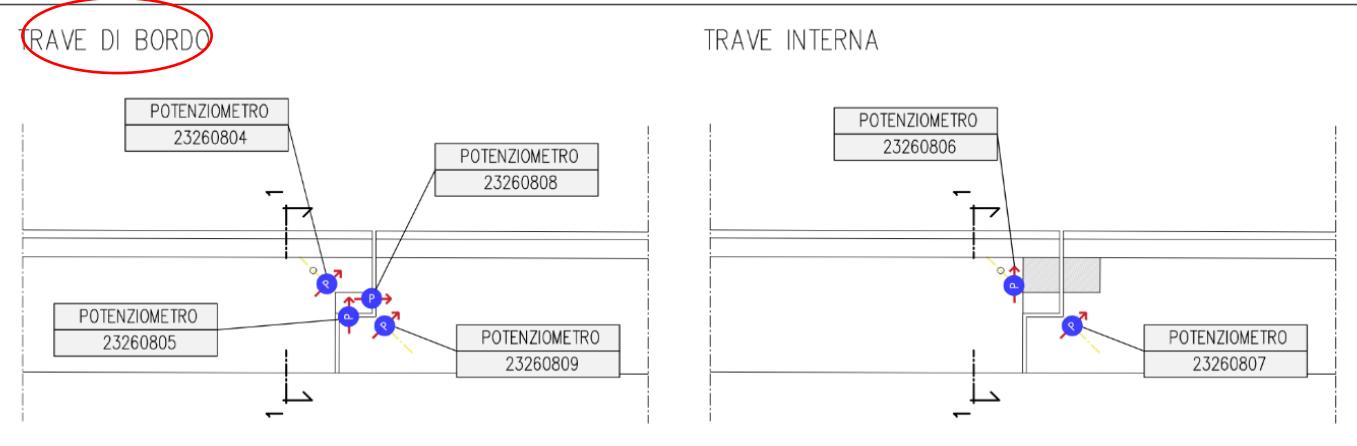
Selle Gerber - Marco di Prisco

5.1.3 Monitoraggio



18 dispositivi con accelerometri, inclinometri e termometri integrati;
 1 dispositivo con accelerometro e termometro;
 12 trasduttori di spostamento potenziometrico;
 1 PC industriale per la gestione e l'elaborazione dei dati;
 Uno switch a 8 porte per la connettività di rete;
 Uno chassis con 4 slot;
 Un acquisitore a 16 canali;
 915 metri di cavo Ethernet per la trasmissione dati;
 600 metri di cavi per i trasduttori potenziometrici.





Ponti in c.a. e c.a.p., dispositivi di appoggio e selle Gerber

Selle Gerber - Marco di Prisco



Accordo tra il CSLLPP ed il Consorzio ReLuis attuativo dei DM 578/2020 e DM 204/2022



“L'applicazione delle linee guida per i ponti esistenti” **Selle Gerber**

coordinatori Proff. Edoardo Cosenza e Mauro Dolce



Selle Gerber: casi reali
Antonino Recupero
Università degli Studi di Messina

Con il contributo dei gruppi di ricerca coordinati da:
Beatrice Belletti
Guido Camata
Lidia La Mendola
Gennaro Magliulo
Alberto Meda
Maurizio Orlando
Giovanni Plizzari
Antonino Recupero

RACCOLTA DOCUMENTALE E CLASSIFICAZIONE

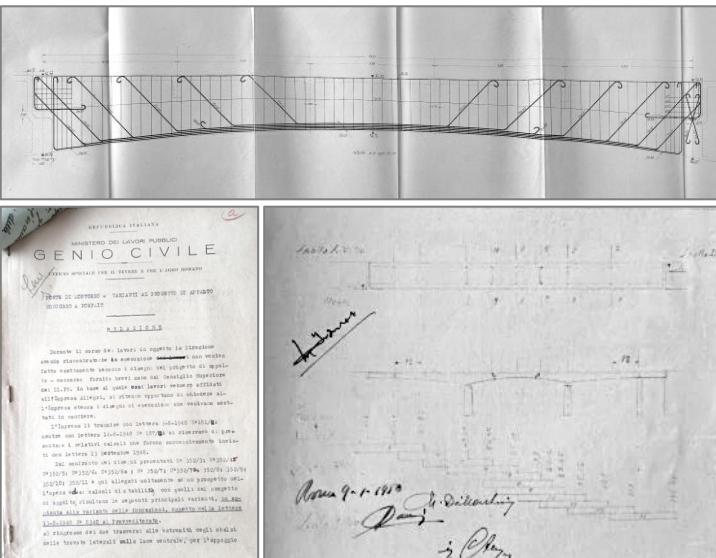
• ARCHETIPO 1 (1930-1950)

- Trave continua con cerniere
- c.a. ordinario
- getto in opera

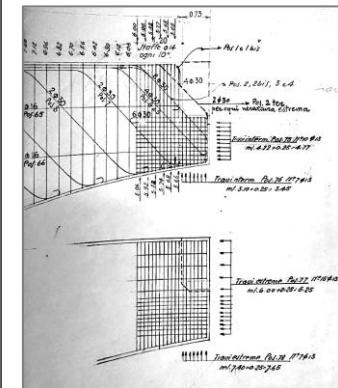
BIBLIOGRAFIA DELL'EPOCA



DOCUMENTAZIONE DI ARCHIVIO



COLLEZIONE DETTAGLI COSTRUTTIVI

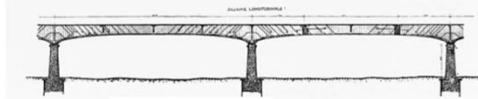


TRASVERSO 9 IN CORRISPONDENZA
DELL'APPoggio SCORREVOLe

Per il trasverso 12 vale la stessa armatura

C.A. - TRAVE CONTINUA CON CERNIERE - GETTO IN OPERA (1930-1950)

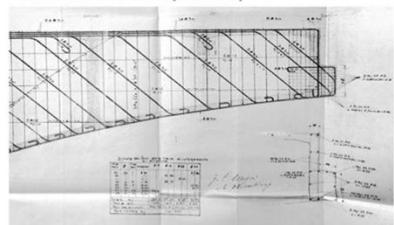
Ponte sull'Amendolea (1931-33)



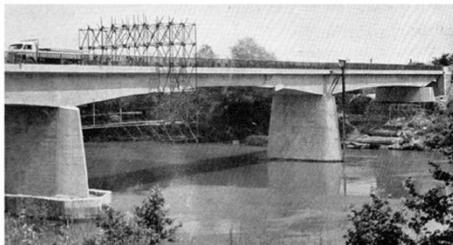
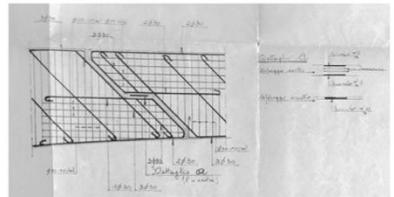
Ponte sul Volturno (1931-33)



Ponte della Magliana sul Tevere a Roma (1938-46)



Ponte del Grillo sul Tevere (1949)



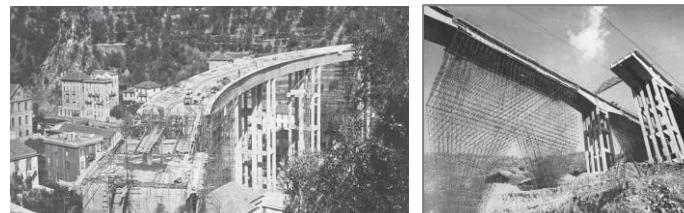
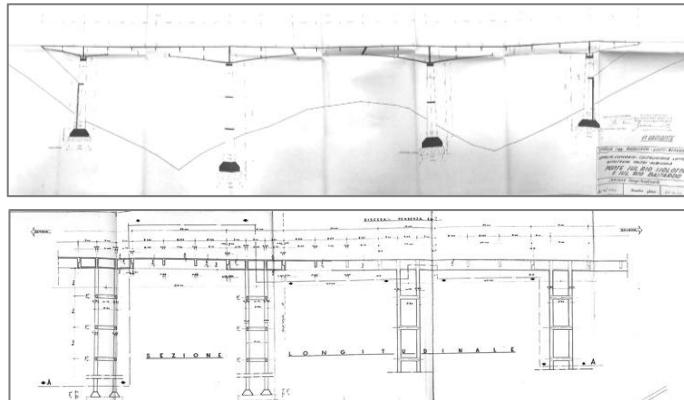
RACCOLTA DOCUMENTALE E CLASSIFICAZIONE

- ARCHETIPO 3 (1950-1980)
 - Travi tampone pile a stampella / telaio zoppo
 - c.a. ordinario / c.a.p.
 - getto in opera / prefabbricazione

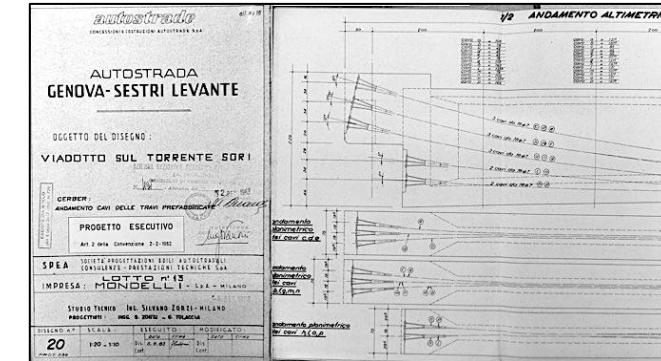
BIBLIOGRAFIA DELL'EPOCA



DOCUMENTAZIONE DI ARCHIVIO

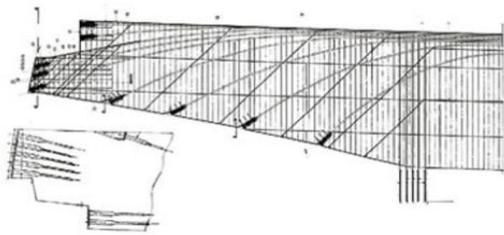


COLLEZIONE DETTAGLI COSTRUTTIVI



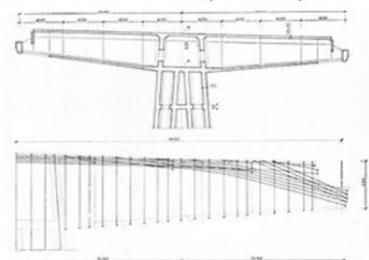
C.A.P - PILE A STAMPELLA/TRAVI TAMPONE - GETTO IN OPERA - PREFABBRICAZIONE (1950-1960)

Viadotto Settefonti (1958-60)

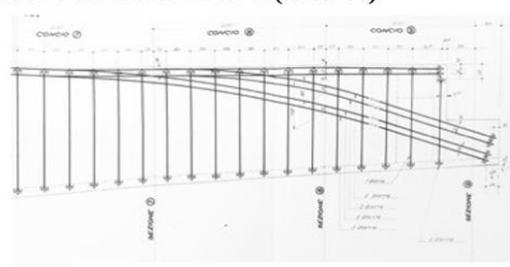


C.A.P - PILE A STAMPELLA/TRAVI TAMPONE - GETTO A SBALZO- PREFABBRICAZIONE (1950-1960)

Viadotto Colle Isarco (1964-72)

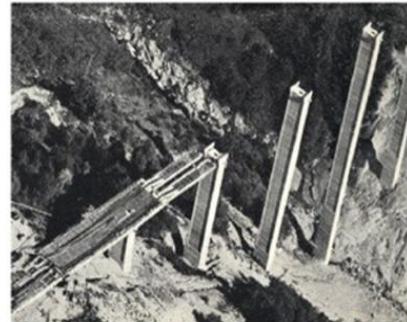
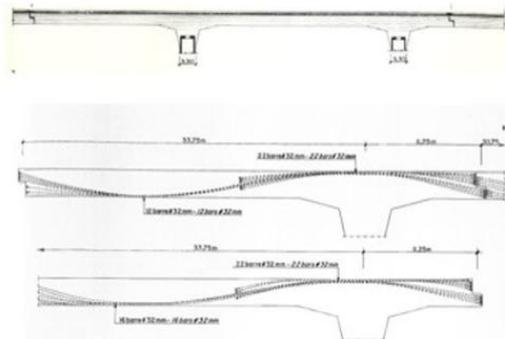


Viadotto sul torrenti Nervi (1963-66)

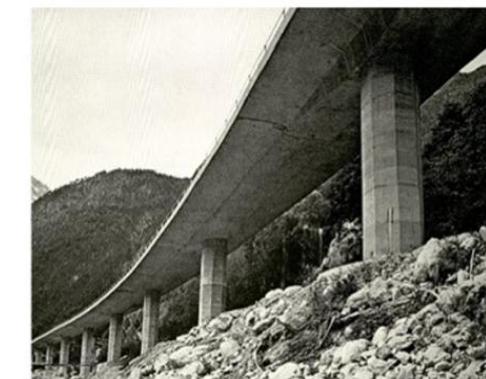
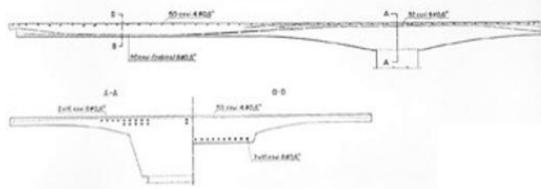


C.A.P - TELAIO ZOPPO - GETTO SPAN-BY-SPAN - PREFABBRICAZIONE (1960-1970)

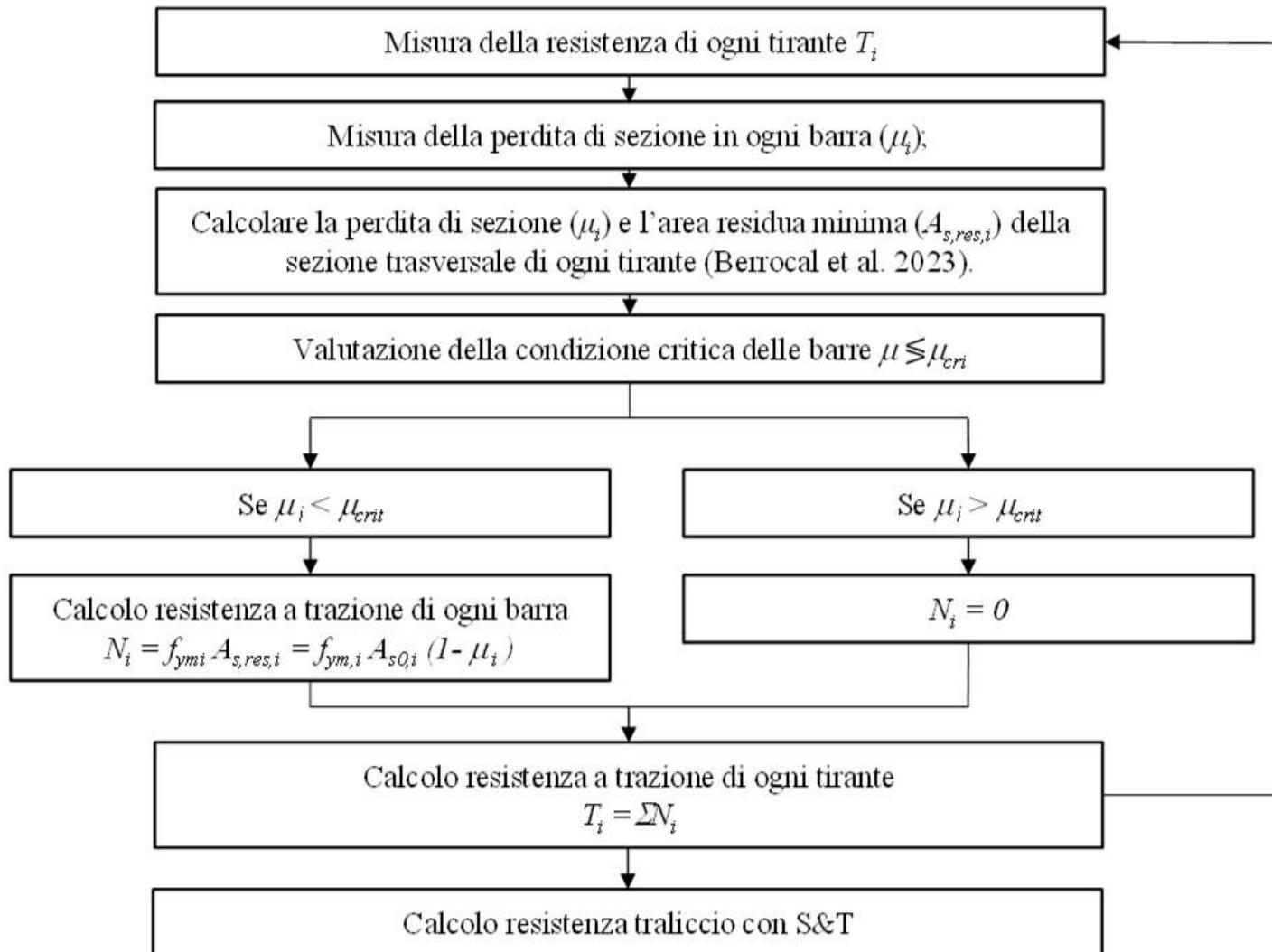
Viadotto Poala (1972-73)



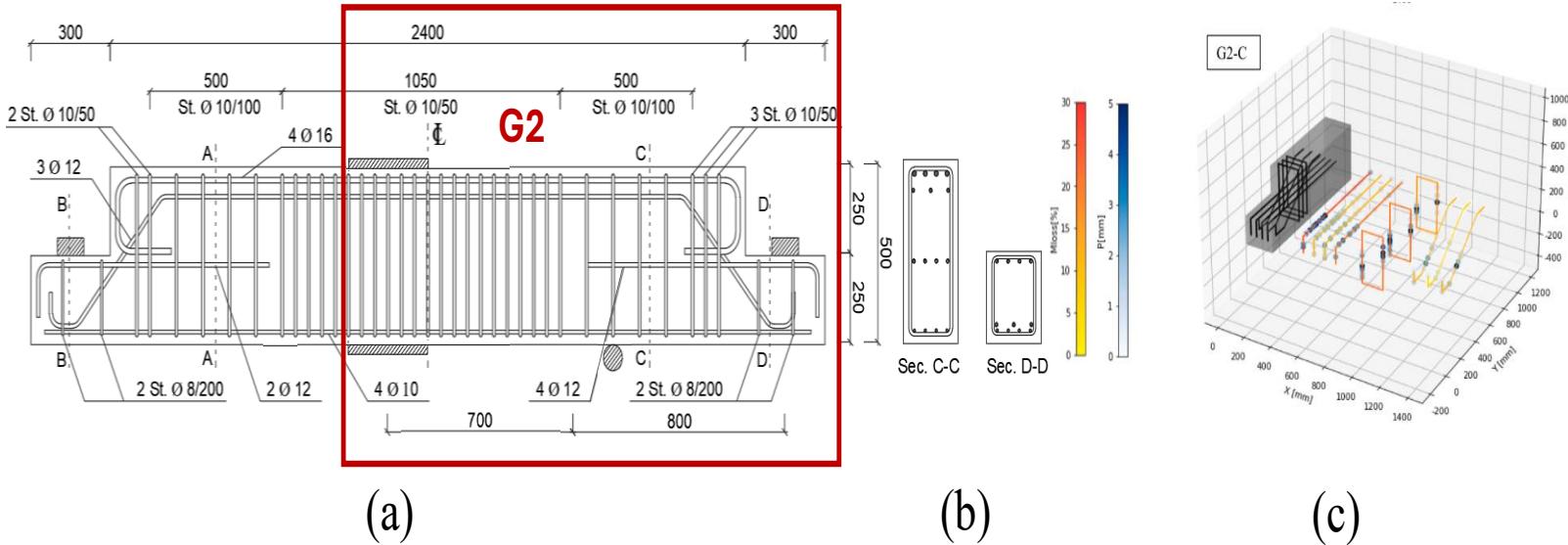
Viadotto Pietratagliata (1977-81)



- Misurare nel modo più preciso possibile la corrosione nelle barre d'armatura che compongono il traliccio e definire gli scenari di corrosione che si intendono rappresentativi della situazione delle armature della sella;
- Scegliere il modello da adottarsi per la valutazione della resistenza a trazione dei tiranti (quali il legame forza-deformazione funzione della perdita di massa - Model Code 2020 – o il legame forza-deformazione funzione della perdita di sezione – Berrocal et al., 2020)
- Calcolare la perdita di sezione (μ) e l'area residua minima ($A_{s,res}$) della sezione trasversale di ogni tirante.
- Se nessun tirante raggiunge la situazione critica ($\mu < \mu_{crit}$ essendo $\mu_{crit} = 1 - \frac{f_{sy,0}}{f_{su,0}}$), si può calcolare la resistenza dei tralicci in maniera analoga al caso non corroso. La resistenza a trazione di ogni tirante si ottiene - con il metodo di Berrocal et al., 2023 - moltiplicando la resistenza a snervamento f_{ym} per l'area residua del tirante corroso.
- Se una o più barre che compongono i tiranti (in genere le staffe esterne) raggiungono la situazione critica ($\mu > \mu_{crit}$), quest'ultime vengono trascurate nel calcolo della resistenza del tirante stesso.

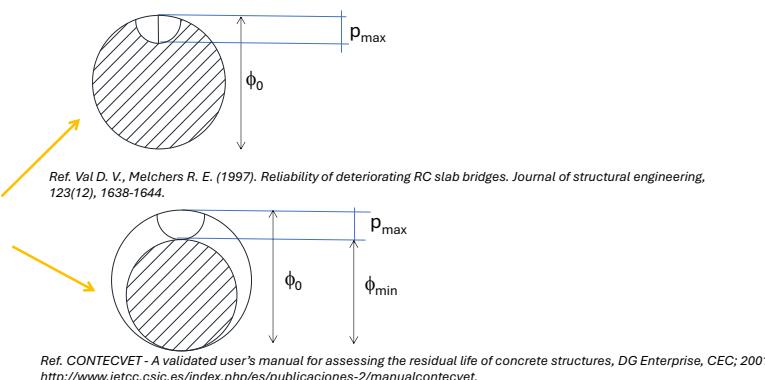
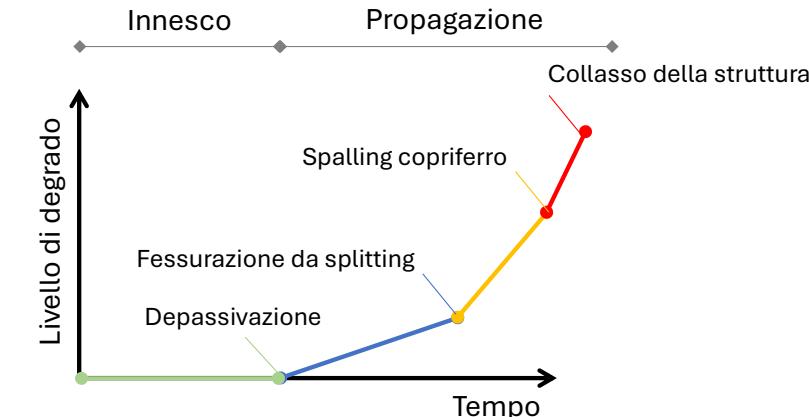
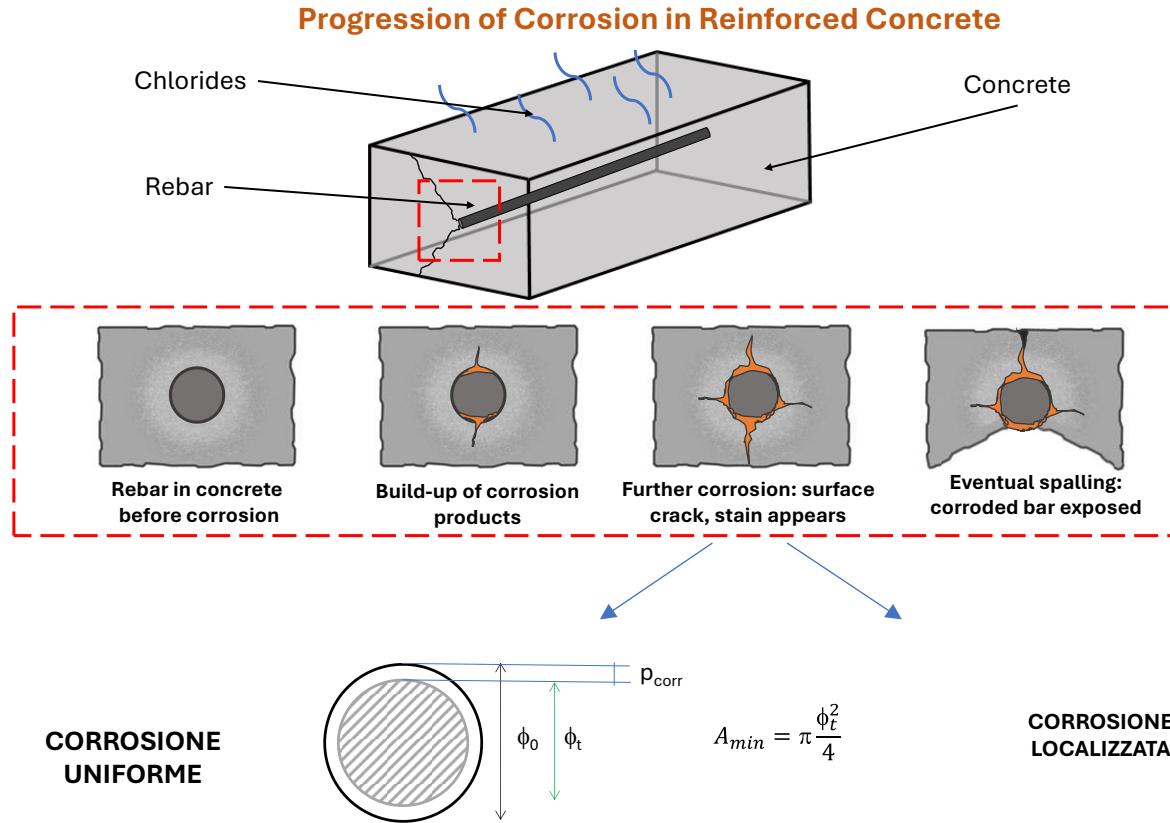


Confronto fra resistenza ottenuta con metodo FEM e metodo S&T in caso di degrado



In questo caso la conoscenza della corrosione nei tiranti, prodotta tramite corrosione artificiale, è stata meticolosamente misurata a seguito dell'estrazione delle barre dopo l'esecuzione della prova, tale operazione non è ovviamente possibile su un'opera in servizio. Per queste selle Gerber sono state misurate sia le profondità dei pit da corrosione che la massa persa delle armature. Questi parametri sono stati utilizzati nel modello numerico per riprodurre i risultati dei test sperimentali.

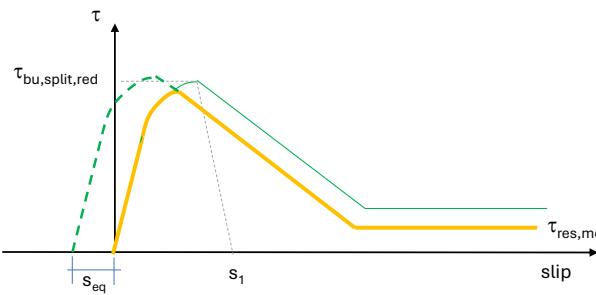
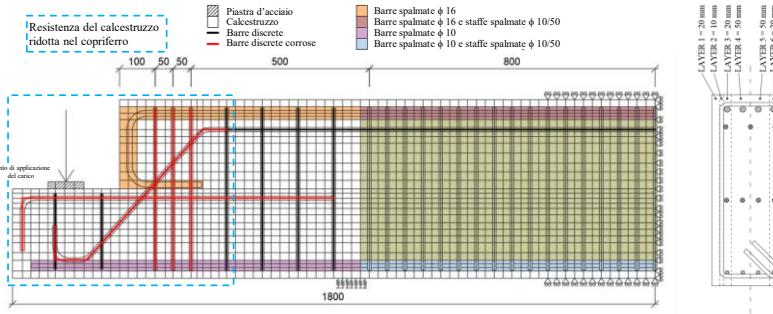
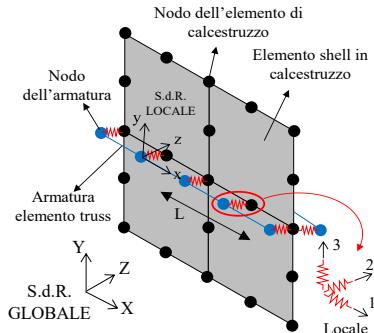
§3.1.2 Elementi degradati da fenomeni corrosivi



STRATEGIE DI MODELLAZIONE FEM PER ELEMENTI DEGRADATI DA FENOMENI CORROSIVI

Modellazione selettiva di barre e staffe con armatura «smeared» e armatura «discreta»

- Armatura discreta nelle barre soggette a fenomeni di scorrimento



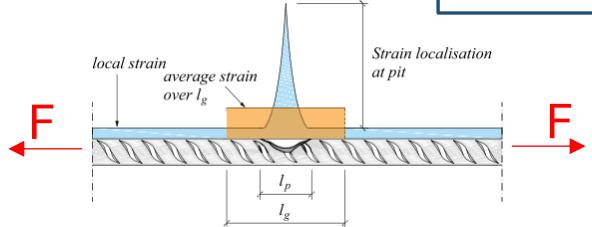
Nel caso di corrosione le strategie di modellazione dipendono:

- ✓ dalla osservazione della posizione delle difettologie superficiali (quali fessurazione da splitting o spalling del copriferro),
- ✓ dai risultati di ulteriori misure eseguite in situ al fine di determinare la probabilità di corrosione (quali misura di potenziale di corrosione, intensità di corrente, resistività, contenuto di cloruri, ecc),
- ✓ dalla misura diretta (se eseguita) della perdita di sezione delle armature

LEGAME A TRAZIONE PROPOSTO IN LETTERATURA SCIENTIFICA (Berrocal et al. 2023)

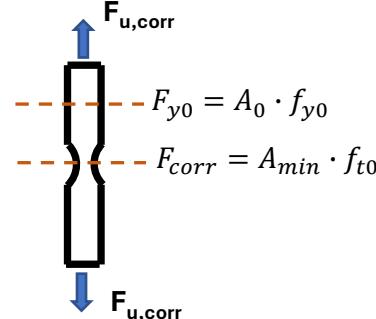
Dipende dalla perdita di sezione

$$\mu = \frac{A_s - A_{pit}}{A_s}$$



Definizione sezione critica

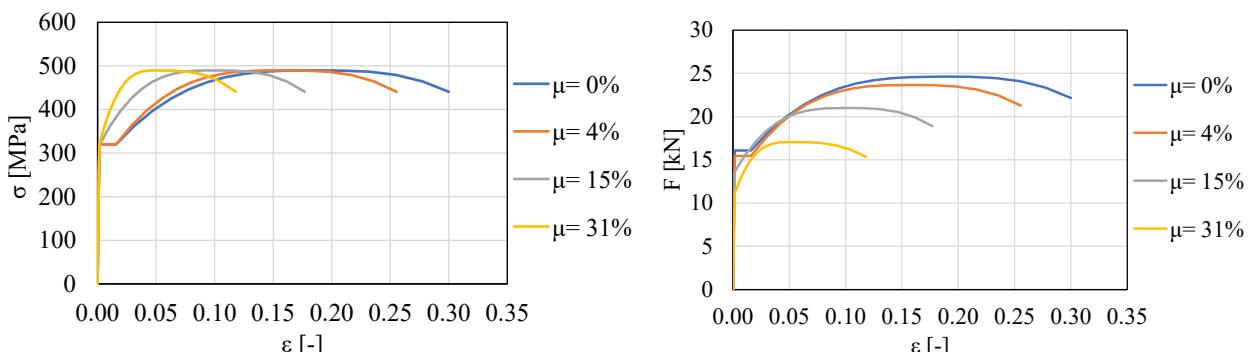
$$F_{corr} = F_{y0} \rightarrow A_{min} \cdot f_{t0} = A_0 \cdot f_{y0} \rightarrow \frac{A_{min}}{A_0} = \frac{f_{y0}}{f_{t0}}$$



$$\mu_{crit} = \frac{A_0 - A_{min}}{A_0} = 1 - \frac{f_{y0}}{f_{t0}}$$

$$\mu \geq \mu_{crit}$$

Rottura delle armature in campo elastico (in caso di applicazione di modello S&T si trascurano le barre con $\mu \geq \mu_{crit}$)



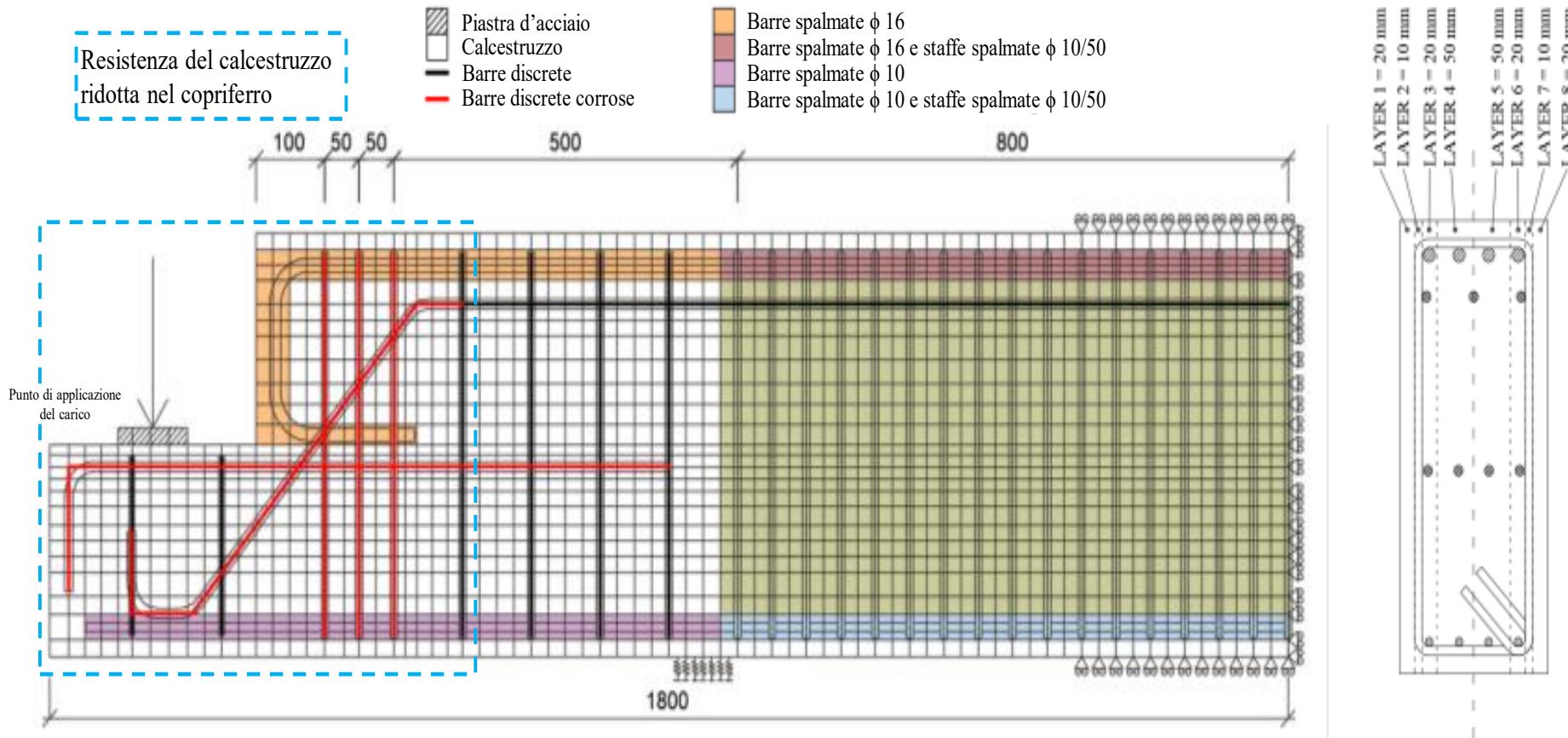
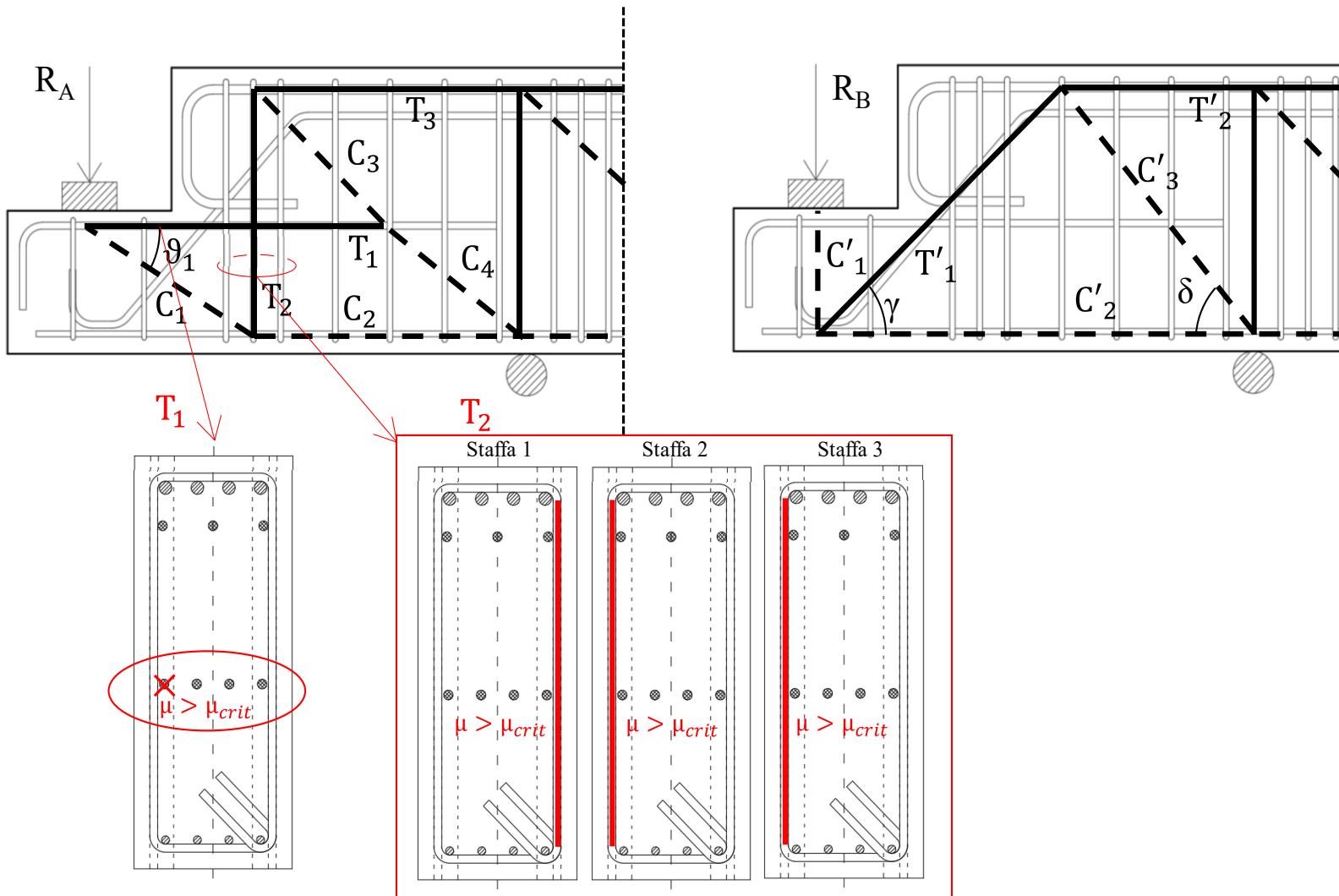


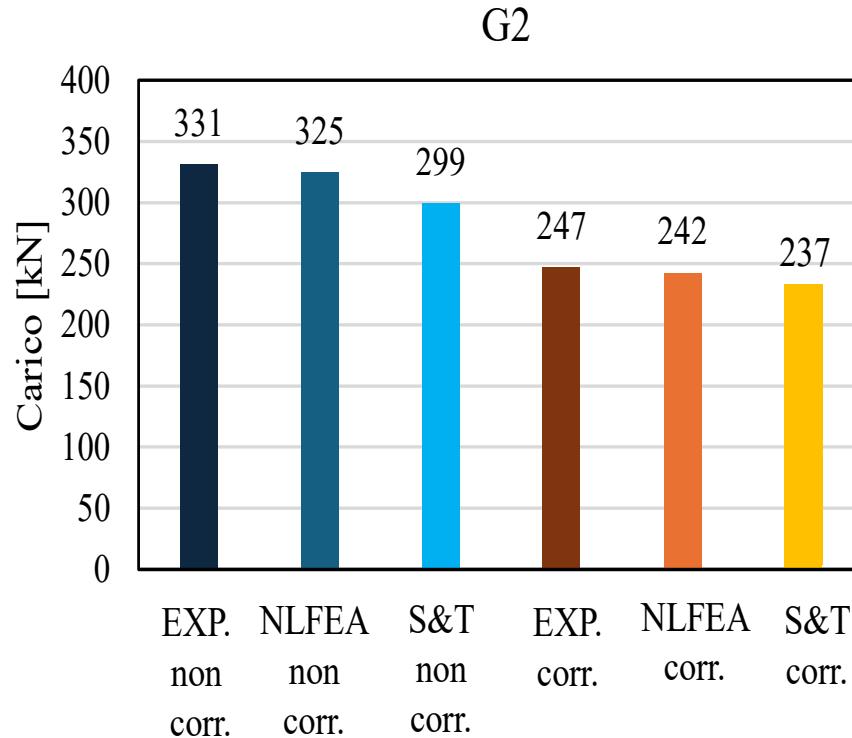
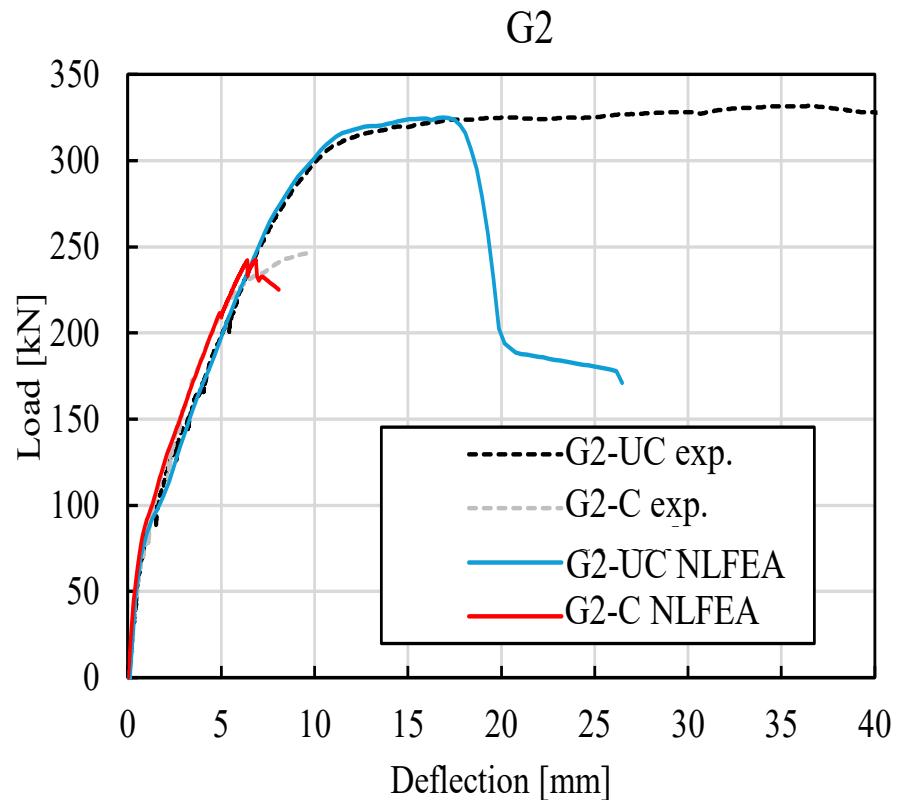
Tabella 3-3 Proprietà meccaniche delle armature corroso e non corroso¶

Proprietà delle barre corroso e non corroso con modello Berrocal et al. 2023¶												
Ø	Elemento (Tirante)¶	Posizione dei bracci e delle armature*¶	Sezione persa μ^a		f_w [MPa]	A_c [mm ²]¶	f_m [MPa]	$f_{w,corr}$ [MPa]	A_{stres} [mm ²]¶	Resistenza a trazione singola barra [kN]¶	Resistenza a trazione tirante [kN]¶	
			μ_{corr} [-]¶	μ_{corr} [-]¶								
Ø10¶	Staffa 1 (T ₂)¶	Sinistra¶	0.138¶	0.161¶	516¶	78.5¶	615¶	516¶	67.67¶	34.92¶	110.99¶	
		Destra¶	0.289¶	0.161¶	516¶	78.5¶	615¶	516¶	55.81¶	-¶		
	Staffa 2 (T ₂)¶	Sinistra¶	0.277¶	0.161¶	516¶	78.5¶	615¶	516¶	56.76¶	-¶		
		Destra¶	0.095¶	0.161¶	516¶	78.5¶	615¶	516¶	71.04¶	36.66¶		
	Staffa 3 (T ₂)¶	Sinistra¶	0.197¶	0.161¶	516¶	78.5¶	615¶	516¶	63.04¶	-¶		
		Destra¶	0.027¶	0.161¶	516¶	78.5¶	615¶	516¶	76.38¶	39.41¶		
Ø12¶	Barre inclinate (T ₁)¶	Sinistra¶	0.105¶	0.132¶	565¶	113.04¶	651¶	565¶	101.17¶	57.16¶	180.36¶	
		Centro¶	0.019¶	0.132¶	565¶	113.04¶	651¶	565¶	110.89¶	62.65¶		
		Destra¶	0.052¶	0.132¶	565¶	113.04¶	651¶	565¶	107.16¶	60.55¶		
	Ferri orizzontali (T ₁)¶	Sinistra¶	0.494¶	0.132¶	565¶	113.04¶	651¶	565¶	57.20¶	-¶	174.55¶	
		Centrale sinistra¶	0.062¶	0.132¶	565¶	113.04¶	651¶	565¶	106.03¶	59.91¶		
		Centrale Destra¶	0.079¶	0.132¶	565¶	113.04¶	651¶	565¶	104.11¶	58.82¶		
		Destra¶	0.126¶	0.132¶	565¶	113.04¶	651¶	565¶	98.80¶	55.82¶		

¶

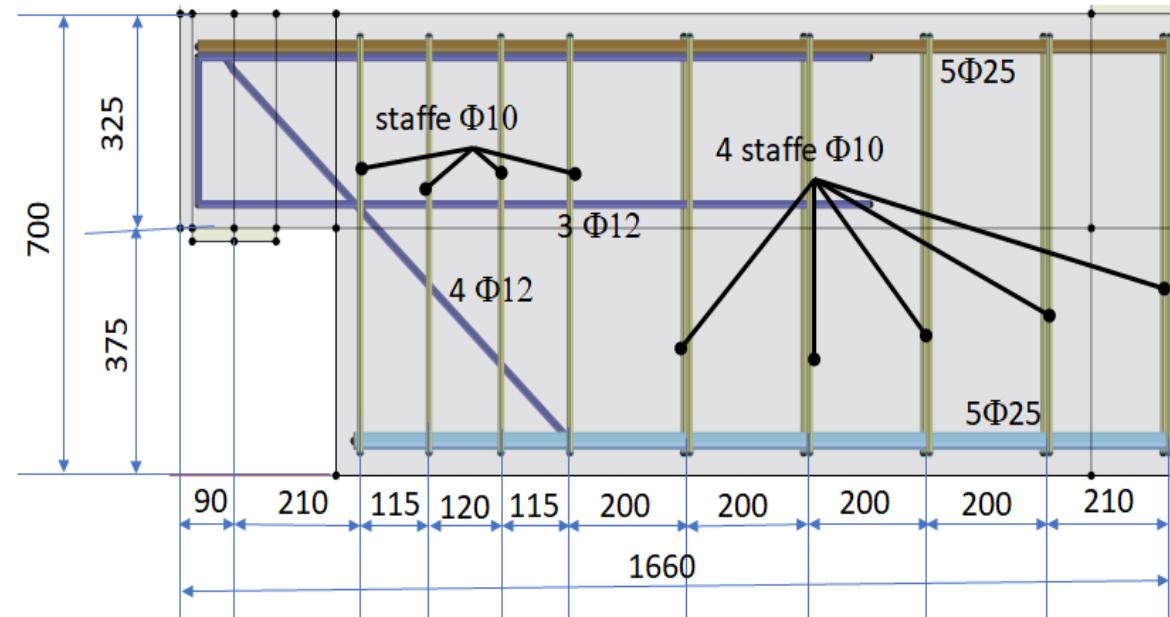


Confronto Elementi Finiti – Strut & Tie



Esempio di calcolo della capacità di progetto conforme con MC 2010, EC2-2 e CEN TC/250

Il calcolo per la valutazione della capacità di progetto è stato fatto simulando il test condotto da Desnerek et al. (2016) mediante l'uso dei programmi STKO e OpenSees.



Le resistenze dei materiali fornite da Desnerck et al. (2016) e quelle utilizzate nella modellazione numerica sono mostrate nella tabella seguente.¶

Tabella 3-4 caratteristiche meccaniche¶

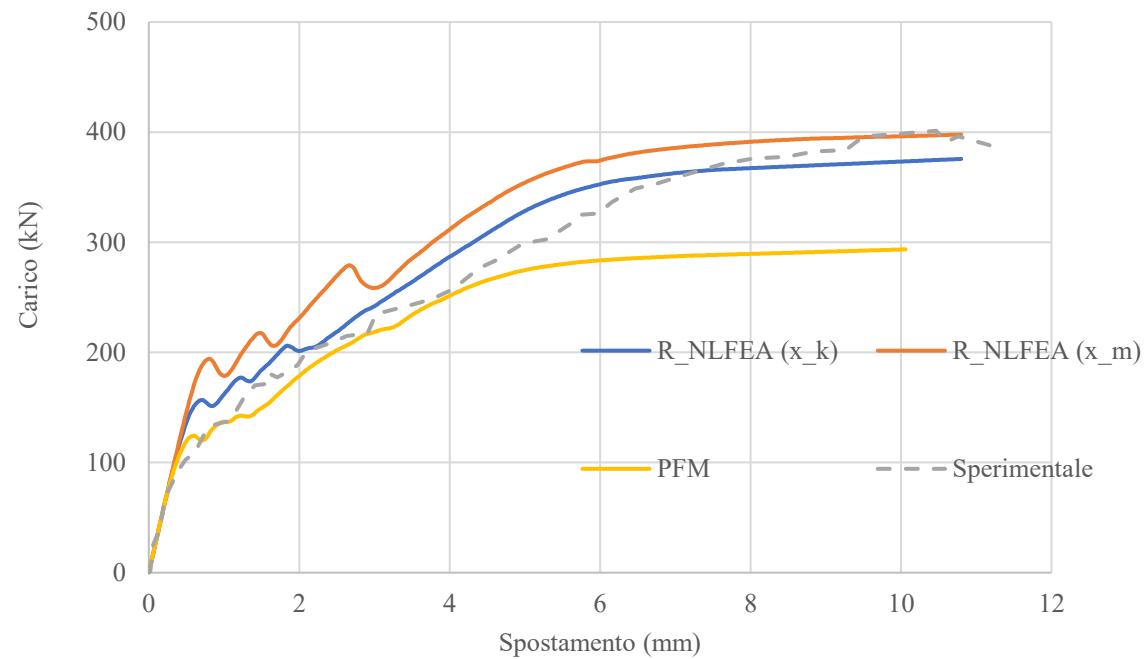
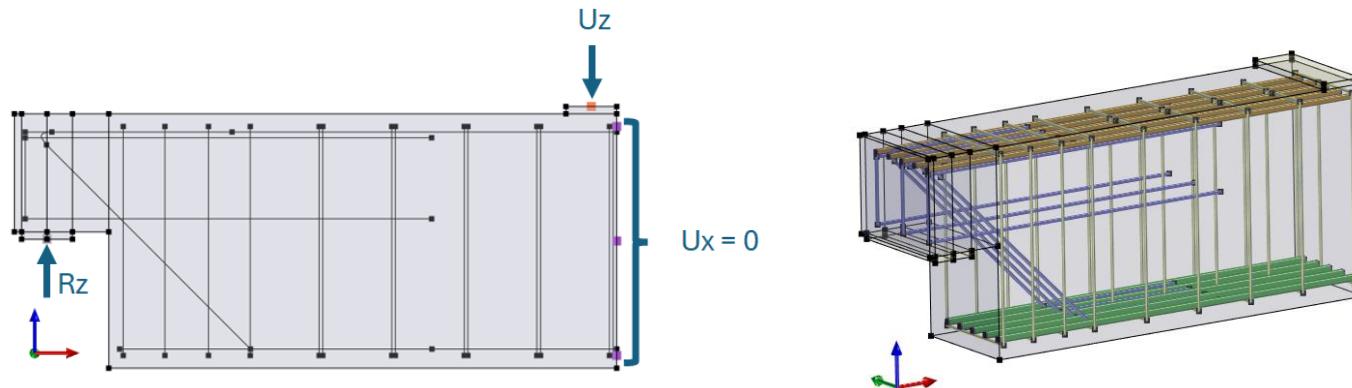
¶	Calcestruzzo¶					Acciaio¶	
	f_{cm}^a	f_{tm}^a	G_{Fm}^a	G_{Cm}^a	E^a	f_{uv}^a	f_{vu}^a
¶	MPa ^a	MPa ^a	N/m ^a	N/m ^a	MPa ^a	MPa ^a	MPa ^a
Sperimentale ^a	36.8 ^a	4.84 ^a	ND ^a	ND ^a	34600 ^a	Φ10--539, Φ12--529, Φ25--578 ^a	Φ10--596, Φ12--559, Φ25--674 ^a
Numerico ^a	36.8 ^a	4.84 ^a	0.14 ^a	35 ^a	34600 ^a	Φ10--539, Φ12--529, Φ25--578 ^a	Φ10--596, Φ12--559, Φ25--674 ^a

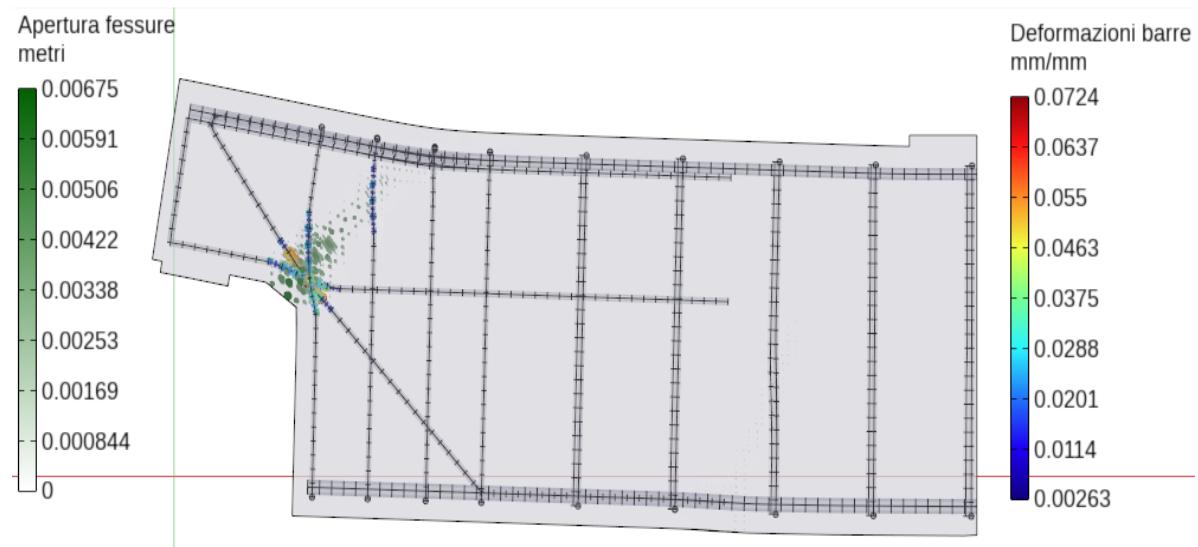
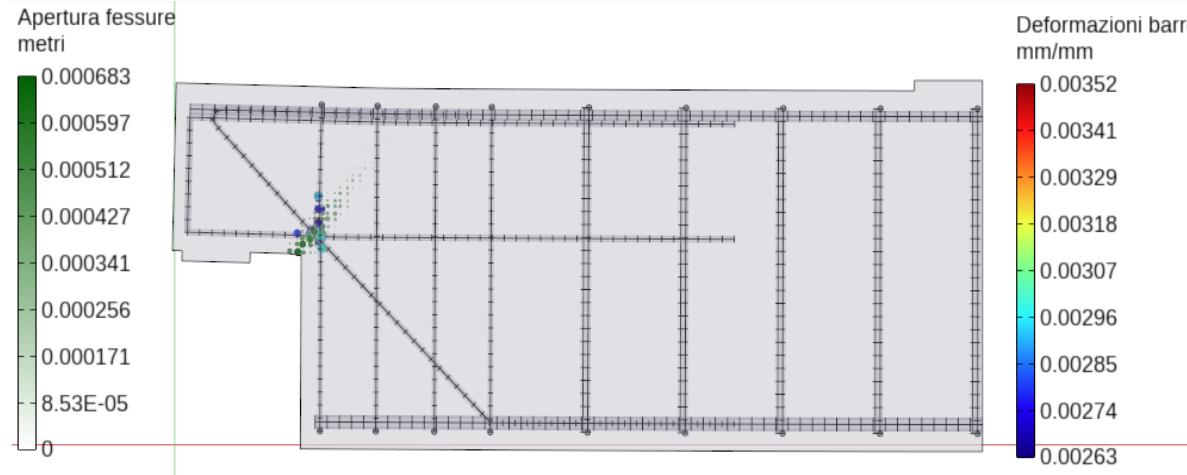
¶
Dove:¶

- → f_{cm} è la resistenza cilindrica media del calcestruzzo¶
- → f_{tm} è la resistenza a trazione media del calcestruzzo¶
- → E è il modulo elastico medio del calcestruzzo¶
- → f_{uv} è la resistenza di snervamento medio dell'acciaio¶
- → f_{vu} è la resistenza di snervamento ultima dell'acciaio¶
- → G_{Fm} è l'energia di frattura a trazione media del calcestruzzo calcolata mediante MC2010.

$$G_{Fm} = 73f_{cm}^{0.18}, \text{ con } f_{cm} \text{ in MPa.} ¶$$
- → G_{Cm} è l'energia di frattura a compressione media del calcestruzzo calcolata come $G_{Cm} = 250G_{Fm}$ ¶

Il modello 3D utilizzato usa una mesh di elementi brick uguale a 25 mm e il modello di bond-slip del MC2020. Le condizioni di vincolo sono indicate nella figura seguente.¶





$R_{NLFEA}(x_m)$ è la capacità media calcolata con l'analisi non lineare utilizzando i valori medi delle resistenze dei materiali x_m , e $R_{NLFEA}(x_k)$ è la capacità caratteristica calcolata con l'analisi non lineare utilizzando i valori caratteristici delle resistenze dei materiali. ¶

¶

$$\theta = \frac{R_{exp}}{R_{NLFEA}(x_m)} = 1.01$$

¶

Il coefficiente dell'incertezza di modello γ_{Rd} è assunto uguale a 1.15, e il fattore parziale dell'incertezza aleatoria è γ_R è calcolato come $\gamma_R = e^{0.8 \times 3.8 \times V_R}$ ¶

Dalla sezione precedente si può ricavare: ¶

$$V_R = \sqrt{V_{Rx}^2 + 0.0025},$$

$$V_{Rx} = \frac{1}{1.654} \ln \frac{R_{NLFEA}(x_m)}{R_{NLFEA}(x_k)} - \frac{1}{1.654} \ln \frac{392.8}{370.2} = 0.035$$

¶

$$\text{Si trova quindi } V_R = \sqrt{V_{Rx}^2 + 0.0025} = 0.061$$

¶

$$\text{Infine, } \gamma_R = e^{0.8 \times 3.8 \times 0.061} = 1.20$$

La resistenza di progetto in accordo con il global resistance method, R_d , per un periodo di riferimento pari a 50 anni è: ¶

$$R_d = \frac{r(f_{ym}, f_{cm}, \dots)}{\gamma_R \gamma_{Rd}} = \frac{397.8}{1.38} = 288 \text{ kN}$$

La resistenza di progetto in accordo con il global Partial Factor Method (PFM) è pari a $R_d = 294$ kN ¶

Scheda di livello 4

Scheda descrittiva generale Selle Gerber					
(1) Informazione generale del ponte QUESTA SEZIONE DEVE ESSERE COMPIUTA OBBLIGATORIAMENTE					
Categoria del ponte:	<input type="text"/> I				
Anno di costruzione [yyyy]:	<input type="text"/>				
Documentazione a disposizione:	<input type="checkbox"/> Progetto	<input type="checkbox"/> Collaudo	<input type="checkbox"/> Indagini		
Periodo di riferimento del collaudo:	<input type="text"/> Tempo di costruzione				
Dettagli indagini (se presenti):					
Tipo di indagine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Ispezione visiva	<input type="checkbox"/>		
Data di esecuzione [gg/mm/aaaa]	<input type="text"/>	<input type="text"/> dal 2021 al 2023			
Dettagli	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Ispezioni secondo LLGG			
Uso di sali disgelanti: Frequenza uso sali disgelanti:	<input type="checkbox"/> SI				
Condizioni ambientali:	<input type="checkbox"/> Molto Aggressiva				
(2) Descrizione delle campate con selle Gerber QUESTA SEZIONE DEVE ESSERE COMPIUTA OBBLIGATORIAMENTE					
Numero totale di campate:	<input type="text"/> 11				
Numero totale di giunti gerber:	<input type="text"/> 10				
Nr. Campata	Luce campata [m]	Sbalzo sx [m]	Sbalzo dx [m]	Nr. Giunti (dir. longitudinale)	Nr. Selle (dir. trasversale)
1	69.31				
2	69.32	17.33	17.33	2	4
3	69.32				
4	69.32	17.33	17.33	2	4
5	69.32				
6	69.32	17.33	17.33	2	4
7	69.32				
8	69.32	17.33	17.33	2	4
9	69.32				
10	69.32	17.33	17.33	2	4
11	69.31				

SEZIONE LONGITUDINALE

VISTA DALL'ALTO



Scheda di ispezione delle Gerber																	
(1) Descrizione giunto Gerber (trave portata)																	
QUESTA SEZIONE DEVE ESSERE COMPILATÀ OBBLIGATORIAMENTE																	
ID Giunto:	G1_1																
Schema statico giunto:	Travi e traversi																
Interventi di manutenzione/rinforzo:	NO																
Trave Portata																	
(2) Stato di conservazione della sella																	
COMPILAZIONE NON OBBLIGATORIA																	
Panorama fessurativo:	(risposta obbligatoria solo se è stata eseguita una ispezione)																
Visibilità zone:	<table border="1"> <tr> <th>Zona nr.</th> <th>Visibile</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>2_trasversale</td> <td>NO</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>SI</td> </tr> </table>	Zona nr.	Visibile	1	SI	2	SI	2_trasversale	NO	3	SI	4	SI	5	SI	6	SI
Zona nr.	Visibile																
1	SI																
2	SI																
2_trasversale	NO																
3	SI																
4	SI																
5	SI																
6	SI																
Numero totale di fessure individuate:	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nr. fessura</th> <th>Zona nr.</th> <th>Inclinazione [°]</th> <th>Estensione [%]</th> <th>apertura massima</th> <th>Visibilità dell'armatura</th> <th>Fessura parallela all'armatura</th> <th>Distacco di porzioni di copriferro per spacco</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>SI</td> <td>SI</td> <td>SI</td> </tr> </tbody> </table>	Nr. fessura	Zona nr.	Inclinazione [°]	Estensione [%]	apertura massima	Visibilità dell'armatura	Fessura parallela all'armatura	Distacco di porzioni di copriferro per spacco		1				SI	SI	SI
Nr. fessura	Zona nr.	Inclinazione [°]	Estensione [%]	apertura massima	Visibilità dell'armatura	Fessura parallela all'armatura	Distacco di porzioni di copriferro per spacco										
	1				SI	SI	SI										
Rappresentazione grafica del panorama fessurativo																	
<p>Inserire foto e/o disegno</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Foto 29: In alcune zone sulla trave tampone della X e XII campata da valle, in particolare sulle travi tamponi, sono visibili fessure al bordo ed in corrispondenza degli appoggi sulla sella Gerber, il calcestruzzo risulta sfavillante.</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Foto 32: sulle travi tamponi della X e XII campata da valle dove il coprifero è distaccato sono presenti armature corrosive con sezione resistente ridotta.</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Foto 33: In alcune zone intradossali sulle travi tamponi della X e XII campata da valle si notano stalle scoperte e corrosioni ridotte di sezione.</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Foto 34: Particolare dell'appoggio della trave di bordo destro della XIII campata da valle.</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Foto 41: I fogli di neoprene presenti all'appoggio di valle della trave di bordo destro della XIII campata da valle risultano degradati e spostati dalla sede originaria.</p> </div> </div>																	



Scheda descrittiva di dettaglio delle Gerber

(1) **Descrizione dei materiali (trave portata)** LA COMPILAZIONE DI QUESTA SEZIONE È DI CARATTERE FACOLTATIVO

ID Giunto: G1_1

Trave Portata

Attenzione:
 - Specificare nelle note nel caso si dichiarino valori diversi da quelli richiesti nelle tabelle;
 - Lo schema di sella riportato a destra è a carattere puramente indicativo. Si prega di descrivere in dettaglio l'armatura presente nella sella in esame.

Descrizione dell'armatura lenta:

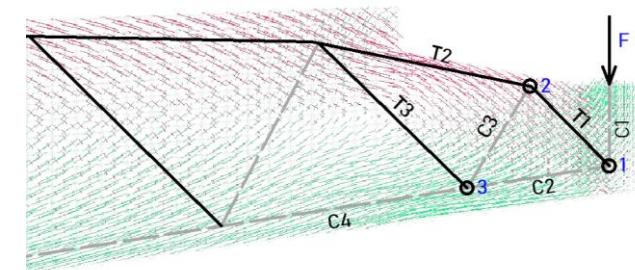
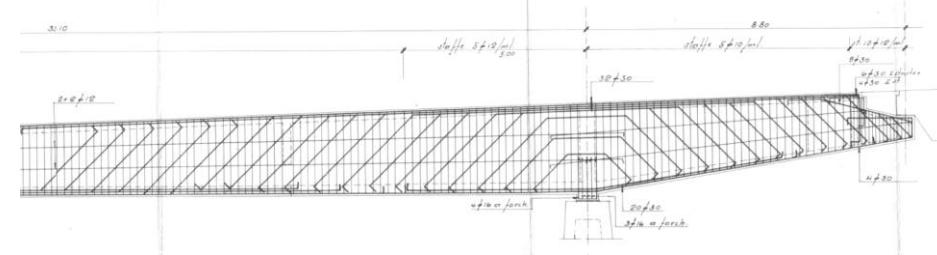
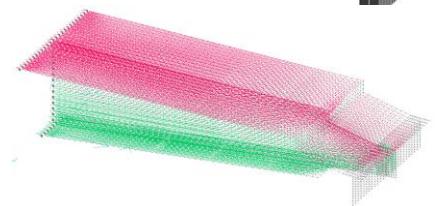
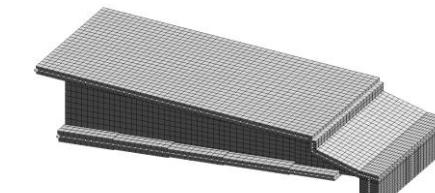
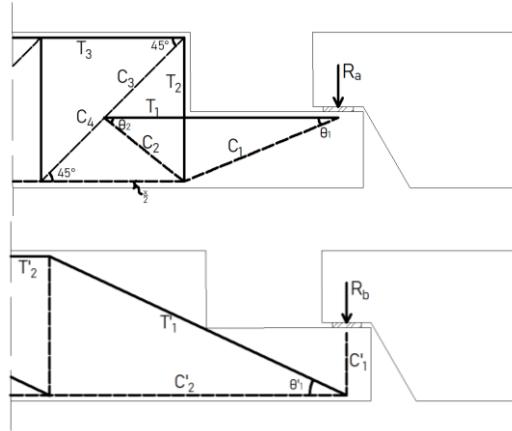
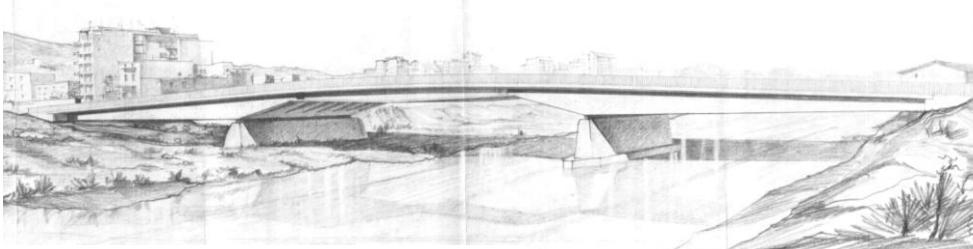
Origine: Progetto

Tipologia	nr. barre / nr. bracci (staffe)*	Φ [mm]	passo [mm]	Tensione di snervamento caratteristica [MPa]	media [MPa]	Tensione di rottura caratteristica [MPa]	media [MPa]	copriferro c_{long} c_{diag} c_{st} [mm]	inclinazione e α [°]
Diagonali	2	40.00	-	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	70	45
	3	40.00	-	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	500	45
	2	40.00	-	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1150	45
	2	30.00	-	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	230	45
	2	30.00	-	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	365	45
	2	30.00	-	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	660	45
	2	30.00	-	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	800	45
	2	30.00	-	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	975	45
Longitudinale dente	6	20.00	-	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	40	
	4br	14.00	85	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
				n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
				n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Longitudinale superiore (trave)	6	20.00	-	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	45	
				n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
				n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Longitudinale inferiore (trave)	4	40.00	-	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	40	
	2	40.00	-	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	40	
Staffe dente	4br	12.00	85	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	32	
Staffe trave	4br	8.00	20	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	32	

* Indicare nr. bracci/metro se giunto continuo (lineare)

§4. Esempi di valutazione della capacità portante a partire dalla raccolta dati

Esempio 1. Ponte Gerber di tipo Niagara (in assenza di degrado)



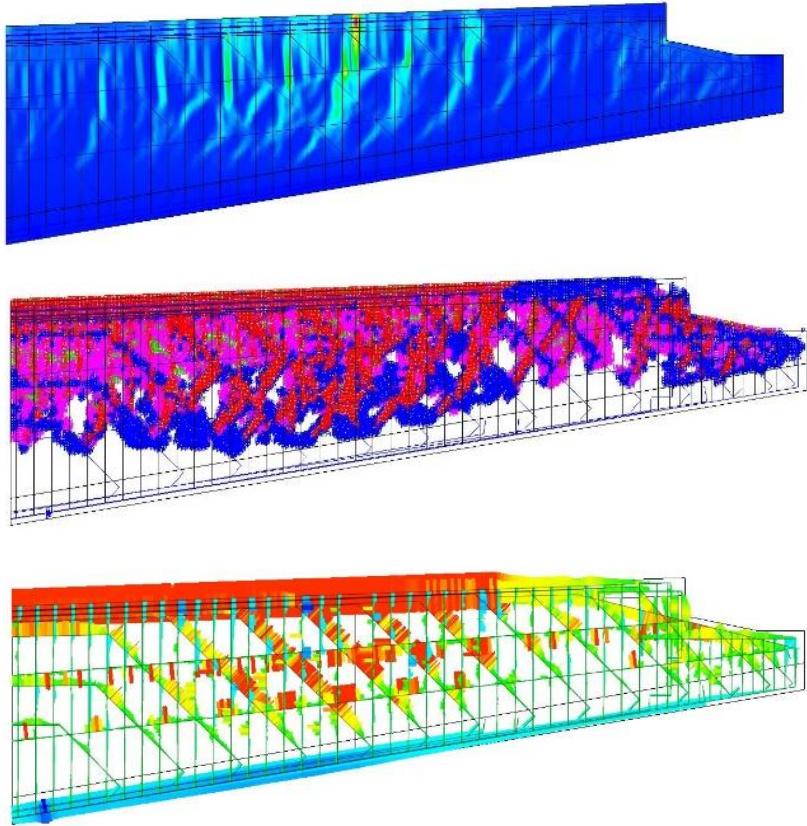
Strut-and-tie.

Gli schemi forniti dall'Eurocodice 2 sono concepiti per la progettazione di nuove selle e non sono sempre adatti per la valutazione strutturale di selle esistenti. Se i modelli dell'EC2 fossero utilizzati senza adattamenti, si rischierebbe di interpretare erroneamente il comportamento della sella Gerber.

Pertanto, è stato possibile concepire un nuovo modello strut-and-tie, che tiene conto della disposizione reale delle armature e della posizione effettiva dei puntoni.

L'elemento critico risulta il tirante T_2 , per cui si ha rapporto capacità/domanda 1.63, per carichi NTC2018.

Esempio 1. Ponte Gerber di tipo Niagara (in assenza di degrado)



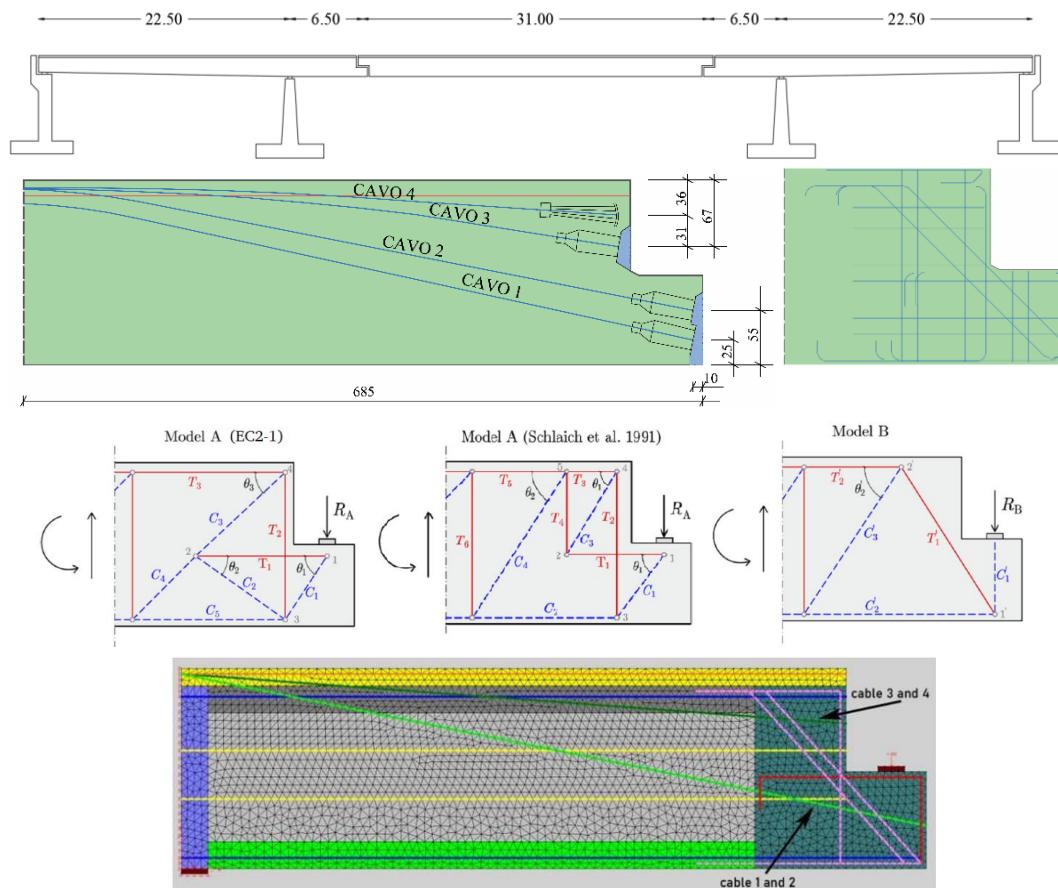
Analisi FEM non lineari

Il modello dell'intero cantilever con l'armatura effettiva è stato eseguito con software MIDAS FEA e mostra una modalità di rottura diversa, legata principalmente alla fessurazione dell'anima per flessione e taglio nelle sezioni del cantilever più vicine alla pila, soggette a momenti negativi. La geometria della sella e la disposizione delle armature giocano un ruolo cruciale in questo comportamento, così come è intuitibile che il modello ad EF esteso all'intero cantilever colga il comportamento globale piuttosto che la rottura locale della sella, come aspetto critico.

Ciò conferma che un modello locale della sola sella può, in alcuni casi, portare ad una valutazione non realistica della capacità portante; inoltre, il contributo del traverso in corrispondenza della sella può incrementare notevolmente il valore trovato con l'ipotesi della dapped-end beam, specie quando esso è gettato insieme alla soletta e alla sella.

Il collasso è stato rilevato quando $V_{R,FE} = 2850 \text{ kN}$, maggiore del valore $V_{R,ST} = 2230 \text{ kN}$ trovato dal modello strut-and-tie, con una differenza del 28%.

Esempio 2. Cavalcavia autostradali Gerber (in assenza di degrado)



Sella Gerber con ancoraggio di cavi post-tesi

Strut-and-tie. In fase di verifica è opportuno che il professionista adegui gli schemi in funzione del layout delle armature esistenti, **operando un criterio di ottimizzazione nella scelta degli elementi comuni ai due schemi dell'EC2 – che evidentemente non possono essere considerati entrambi al 100% – o in quella, ad esempio, del numero di staffe che interessa il tirante verticale; infatti un maggior numero di staffe modifica la resistenza del tirante verticale, ma contestualmente incrementa lo sforzo del puntone sotto il carico. Nel caso in esame la resistenza è $R_{STM} = 2541 \text{ kN}$, anche in questo caso ampiamente sovra-resistente rispetto alle sezioni correnti del cantilever.**

Modello ad Elementi Finiti. Le analisi non lineari sono state eseguite per mezzo del software VecTor2. Il collasso è stato rilevato per un carico di 2300 kN, ma non nella sezione di sella, bensì nella sezione più vicina alla pila. **La presenza dei cavi influenza notevolmente il comportamento, migliorandolo per effetto della precompressione del naso.**

**Grazie per la cortese
attenzione**