

29/11/2023



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA



«**Ricerca, Studio, Sperimentazione e Aggiornamento culturale, al fine di assicurare adeguato supporto tecnico-scientifico relativamente alla messa in sicurezza dei ponti e viadotti esistenti, con problemi strutturali di sicurezza, della rete viaria del Comune di Brescia**»

**Siamo
Capitale**
Italiana
della Cultura
2023



Prof. Ing. Minelli Fausto
fausto.minelli@unibs.it

Settore strade Comune di Brescia
Ing. E. Rossi - Ing. F. Simonetti
Arch. F. L. Tolinelli - Ing. A.B. Costantino

Ispezioni e verifica speditiva di ponti in accordo alle Linee Guida 2020

Prof. Minelli Fausto – Ing. Emilio Rossi

S. 1



PREMESSA

Comune di Brescia ha:

- **l'esigenza di** disporre di metodologie efficaci per monitorare la rete stradale di propria competenza al fine di **individuare le criticità** che possono condizionare la sicurezza della circolazione;
- il compito di **individuare lo stato conservativo** e le criticità delle infrastrutture stradali di propria competenza, in particolare **ponti e i viadotti**, in quanto elementi di importanza strategica per il tessuto socio-economico del territorio;
- **l'obbligo di applicare le LINEE GUIDA PER LA CLASSIFICAZIONE E GESTIONE DEL RISCHIO, LA VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA ED IL MONITORAGGIO DEI PONTI ESISTENTI.**

DICATAM ha:

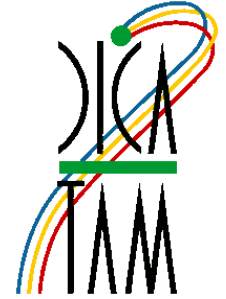
- **stipulato numerose convenzioni di ricerca** nonché accordi di collaborazione, aventi per oggetto tematiche **relative alla valutazione del rischio, alla verifica di sicurezza, al controllo e alla sorveglianza e monitoraggio di ponti, viadotti e opere esistenti delle infrastrutture viarie e ferroviarie**, nonché tematiche relative alla **sperimentazione delle Linee Guida** al fine di determinare **metodologie per la prioritizzazione degli interventi**;
- le competenze necessarie allo svolgimento di ricerche, analisi e studi richiesti dal Comune di Brescia.



PREMESSA



Il Comune di Brescia intende avvalersi delle competenze specialistiche presso il DICATAM per lo svolgimento delle attività di consulenza e ricerca relative al servizio di supporto tecnico scientifico nell'individuazione di un percorso metodologico per l'applicazione delle Linee Guida per la classificazione e gestione del rischio, la valutazione della sicurezza e il monitoraggio dei ponti esistenti”.



Mettere in sicurezza il patrimonio infrastrutturale del Comune attraverso la **definizione di un database** che permette non solo di identificare, ma anche di **valutare e classificare** da un punto di vista del **rischio**, tutte le opere d'arte infrastrutturali.

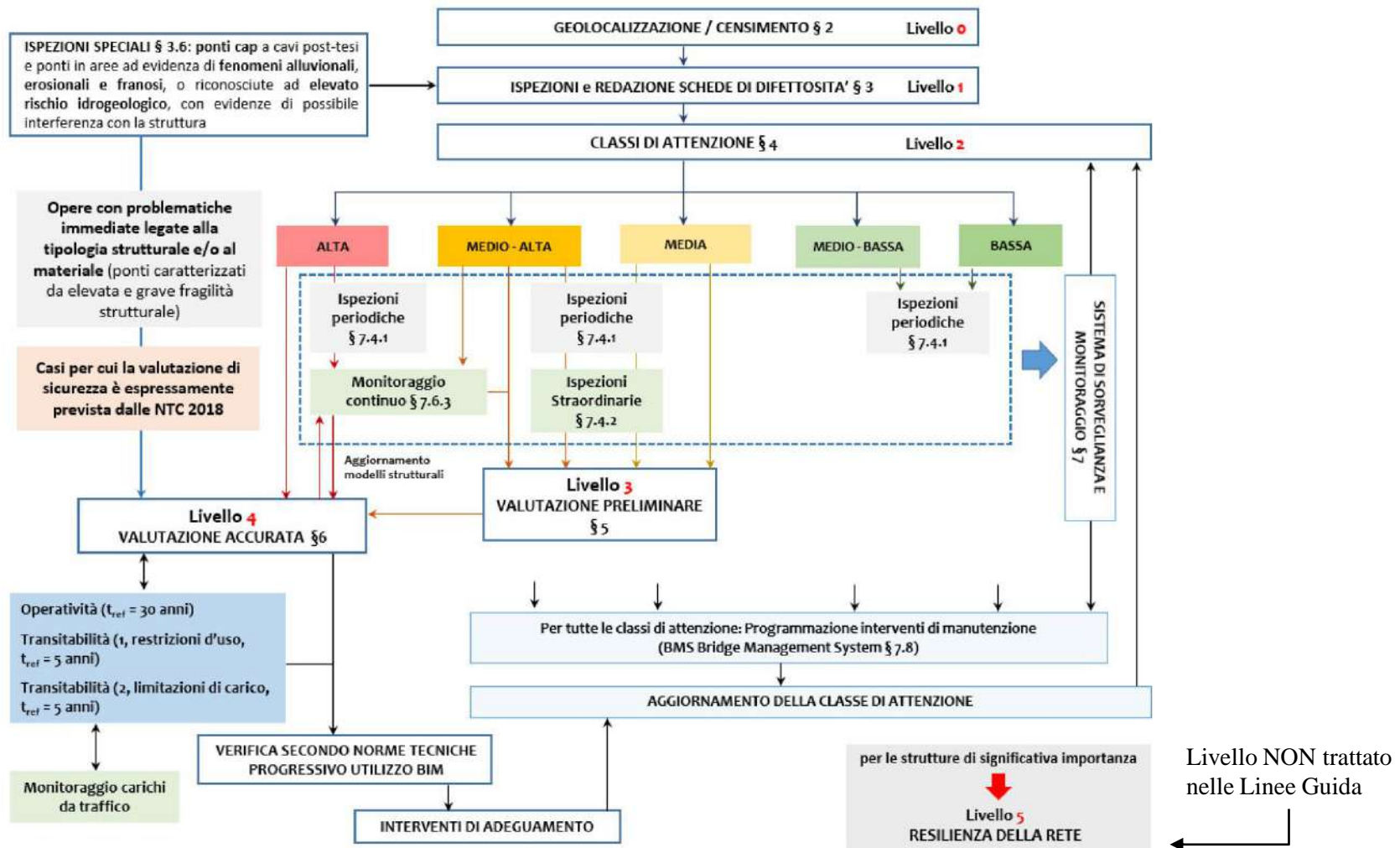
$$\boxed{\text{RISCHIO}} = \boxed{\text{Pericolosità}} \times \boxed{\text{Vulnerabilità}} \times \boxed{\text{Esposizione}}$$

Linee Guida per la Valutazione dei Ponti Esistenti

STRUTTURA



Linee Guida per la Valutazione dei Ponti Esistenti



Sopralluoghi novembre 2023



Sopralluoghi novembre 2023



Ispezioni e verifica speditiva di ponti in accordo alle Linee Guida 2020

Prof. Minelli Fausto – Ing. Emilio Rossi

S. 8

Sopralluoghi novembre 2023



Ispezioni e verifica speditiva di ponti in accordo alle Linee Guida 2020

Prof. Minelli Fausto – Ing. Emilio Rossi

S. 9

Linee Guida per la Valutazione dei Ponti Esistenti

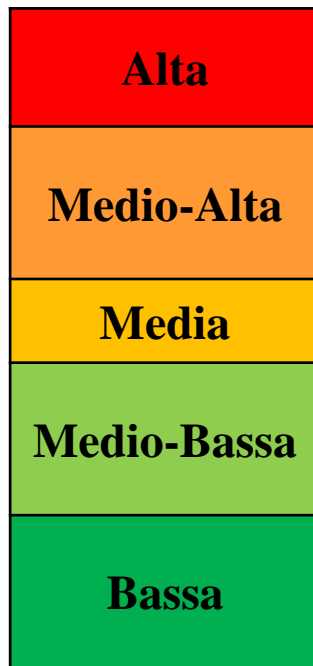
Parte I

Livello 2: Analisi dei rischi rilevati e Classificazione su scala territoriale

La classificazione dei ponti su scala territoriale consiste nella stima, semplificata e speditiva, dei **fattori di “rischio”** associati ai manufatti, censiti ed ispezionati nei livelli precedenti.

Il rischio associato ai ponti è stimato in modo approssimato mediante la **Classe di Attenzione [CdA]**.

La presente Linea Guida prevede
5 Classi di Attenzione [CdA]:



Il valore della Classe di Attenzione è individuato mediante la valutazione semplificata di:

Pericolosità,

Esposizione,

Vulnerabilità

associati alla **singola opera**, definiti elaborando i risultati dalle **ispezioni visive**.




Linee Guida per la Valutazione dei Ponti Esistenti

Parte I

Livello 2: Analisi dei rischi rilevati e Classificazione su scala territoriale

4 tipologie di rischio (con 4 corrispondenti schede):

4 CdA:

- **Rischio strutturale e fondazionale;**  • **Classe di Attenzione strutturale e fondazionale;**
- **Rischio sismico;**  • **Classe di Attenzione sismica;**
- **Rischio frane;**  • **Classe di Attenzione frane;**
- **Rischio idraulico.**  • **Classe di Attenzione idraulica.**

Note le CdA associate ai rischi rilevanti, esse sono poi combinate **IN FORMA TABELLARE** tra loro in modo da ottenere la CdA complessiva del ponte, su cui basare le successive azioni da intraprendere.

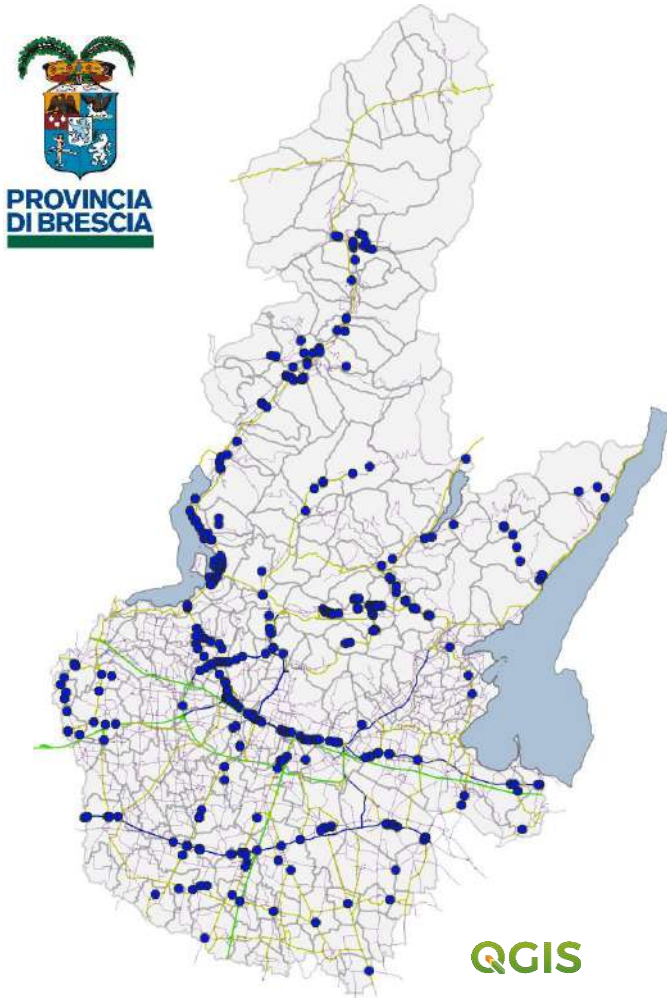

Classe di Attenzione "complessiva"

Esperienza DICATAM: Sopralluoghi ponti provinciali

Dal 2017 al 2021

Effettuato il sopralluogo di **401 manufatti** lungo le principali strade provinciali, tra le quali si cita:

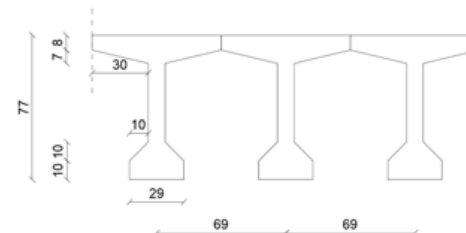
- SPBS 11 (Tangenziale Sud)
- SPBS 510 (Sebina Orientale)
- SPBS 668 (Lenese)
- SPBS 235 (di Orzinuovi)
- SPBS 236 (Goitese)
- SPBS237 (Del Caffaro)
- SPBS 343 (Asolana)
- SPBS 345 (Delle Tre Valli)
- SPBS 567 (Del Benaco)
- SPBS 294 (Della Valle di Scalve)
- SP 58
- SP 9
- SP74
- SP112
- SP 77
- SP 13



Esempio di scheda di valutazione: Ante LL.GG

SCHEDA n. 214					
SIGLA STRADA	km	COMUNE	ANNO COSTRUZIONE	TIPOLOGIA COSTRUTTIVA	DATA PRIMO SOPRALLUOGO
SPBS510quines - Torrente Gandovere	1+200	Castegnato		Travata in CAP	21/11/2018
IMMAGINE					LUNGHEZZA PONTE
					Circa 15 m
					NUMERO CAMPATE
					1
					LUCE CAMPATA
					Circa 15 m
DITTA COSTRUTTRICE					DESCRIZIONE:
Paver (ampliamento) Gardesana (storico)					- Il manufatto è costituito da tre porzioni: una storica centrale e due ampliamenti ai lati di recente costruzione.
DOCUMENTAZIONE DISPONIBILE:					
OSSERVAZIONI:					
Procedendo da ovest verso est:					
AMPLIAMENTO 1					
-Larghezza porzione è pari a 5,43 m.					
-La luce di calcolo (distanza tra baricentri apparecchi di appoggio) è pari a 14,60 m.					
-Tale porzione è costituita da 4 travi a "doppio T" prefabbricate in CAP; al di sopra di queste sono presenti delle lastre predalles, utilizzate per realizzare la soletta. Le travi presentano una premonda evidente.					
-Le travi sono alte 80 cm ed hanno un interasse pari a 90 cm. Per la geometria si veda la figura sottostante:					
					
-Sono presenti due ripartitori in corrispondenza degli appoggi.					
-Non si riscontrano segni di degrado in tale porzione.					
-Si osservano infiltrazioni fra ampliamento e porzione storica.					
-Tra queste due porzione si nota la presenza di una lamiera grecata in corrispondenza della soletta.					
PORZIONE STORICA					
-Larghezza porzione è pari a 23,75 m.					

-La luce misurata da spalla a spalla è pari a 13,70 m (l'apparecchio è prossimo alla fine della spalla, pertanto per ottenere la luce di calcolo bisogna sommare 20+30 cm; si ottiene pertanto una luce di calcolo di 14m).
 -La porzione è costituita da 14 travi prefabbricate a "doppio T" (la flangia superiore presenta una larghezza maggiore rispetto a quella inferiore) in CAP, le quali sono sormontate da una soletta in calcestruzzo armato gettato in opera di spessore 18 cm. Si noti che tra la soletta e le travi è stata rilevata la presenza di un pannello di polistirolo dello spessore di 3+4 cm.
 -Le travi sono alte 77 cm ed hanno un interasse pari a 69 cm., le flange superiori sono a contatto. Le travi presentano una leggera premonda.
 -Per la geometria si veda la figura sottostante:

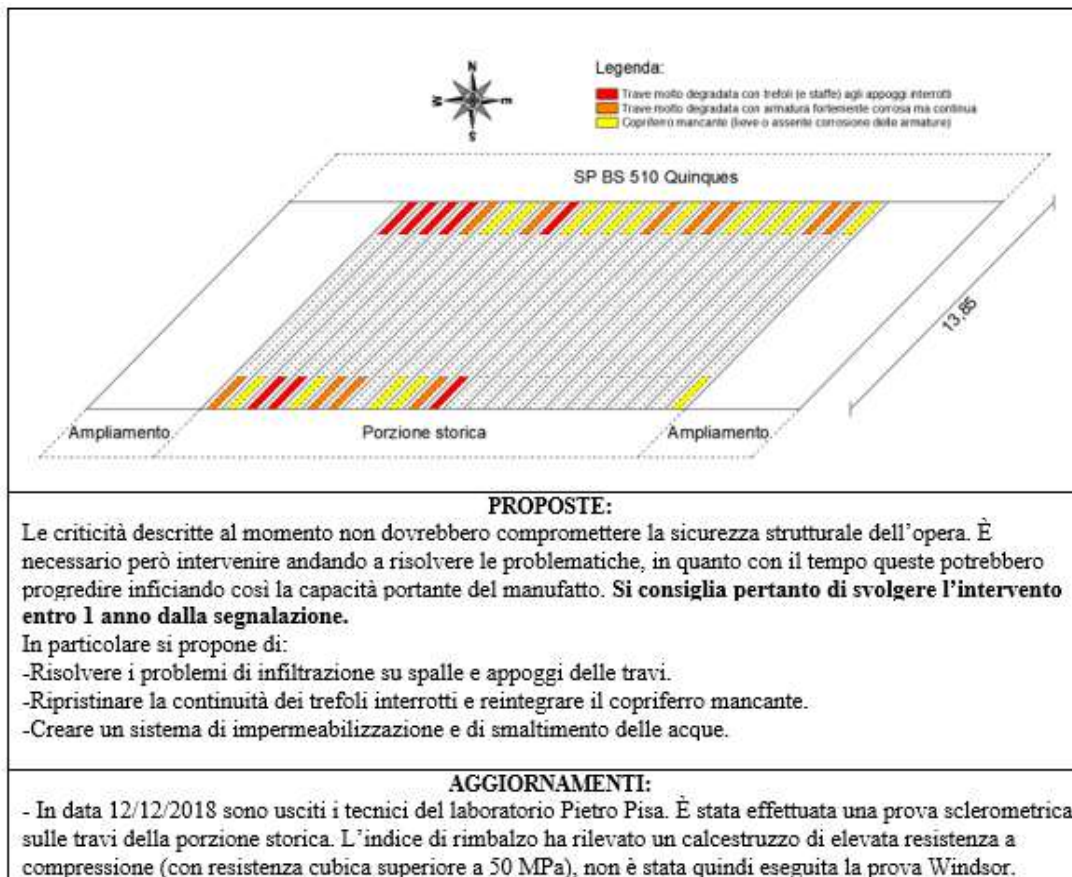


-Diverse travi, in prossimità degli appoggi, presentano un danneggiamento importante: è infatti avvenuto il distacco di varie porzioni di calcestruzzo delle flange inferiori, con conseguente esposizione dei trefoli. Questi risultano fortemente corrosi, alcuni dei quali addirittura interrotti. La corrosione è talmente avanzata che è possibile, semplicemente sfregando il trefolo con la mano, staccare parti dello stesso.
 -Anche il calcestruzzo risulta ammalorato, è infatti soggetto a carbonatazione. Conferendo leggeri colpi è possibile notare il distacco di porzioni di conglomerato.
 -Tale situazione di forte degrado è dovuta probabilmente ai grossi problemi di infiltrazione che si osservano alle spalle: a causa della mancata impermeabilizzazione l'acqua percola sugli appoggi delle travi aggredendo gli elementi strutturali. I problemi menzionati si sono riscontrati ad entrambi gli appoggi, anche se in misura maggiore a quello nord.
 -I bassi valori di copriferro hanno reso possibile osservare il passo delle staffe vicino agli appoggi (14,16 cm in una trave 11,13 cm in un'altra nervatura).
 -Si notano anche alcuni ferri di parete in stato di corrosione.
 -In alcuni punti le flange superiori risultano danneggiate, probabilmente a causa dell'installazione dei guard-rails.
 -Sulle travi non si riscontra la presenza di fessure, né di taglio né di flessione.
 -Sulla spalla sud si nota una fessura verticale.
 -I cuscinetti di appoggio sono larghi 29 cm (larghezza trave) e profondi 15 cm.
AMPLIAMENTO 2
 -Larghezza porzione è pari a 6,17 m.
 -Tale ampliamento è analogo all'ampliamento 1.
 -Si registrano segni di infiltrazioni tra la porzione storica e l'ampliamento 2.

Si osserva che i giunti sono stati realizzati solamente per le porzioni di allargamento. La parte storica non è provvista di alcun giunto.

Nell'immagine seguente si riporta una mappa schematica indicante le condizioni di degrado in cui versa il manufatto:

Esempio di scheda di valutazione: Ante LL.GG

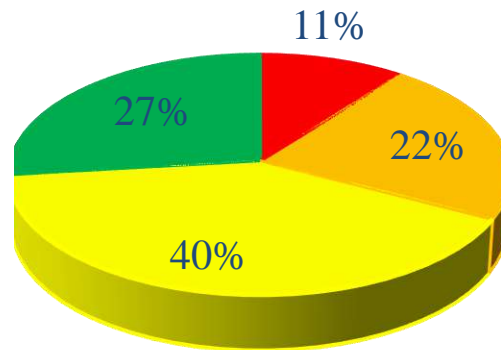


Classificazione cromatica delle criticità: Ante LL.GG

TUTTI I MANUFATTI
ISPEZIONATI

Legenda:

- 105 Buone condizioni
- 158 Interventi di manutenzione ordinaria
- 87 Segni di degrado o criticità tali da poter compromettere la capacità della struttura
- 41 Interventi di rinforzo strutturale
- 10 Manufatti non ancora classificati (attesa permessi)



Attualmente sono stati classificati 391 ponti dei 401 visionati

Percorsi Principali

5 percorsi principali che interessano il territorio provinciale:

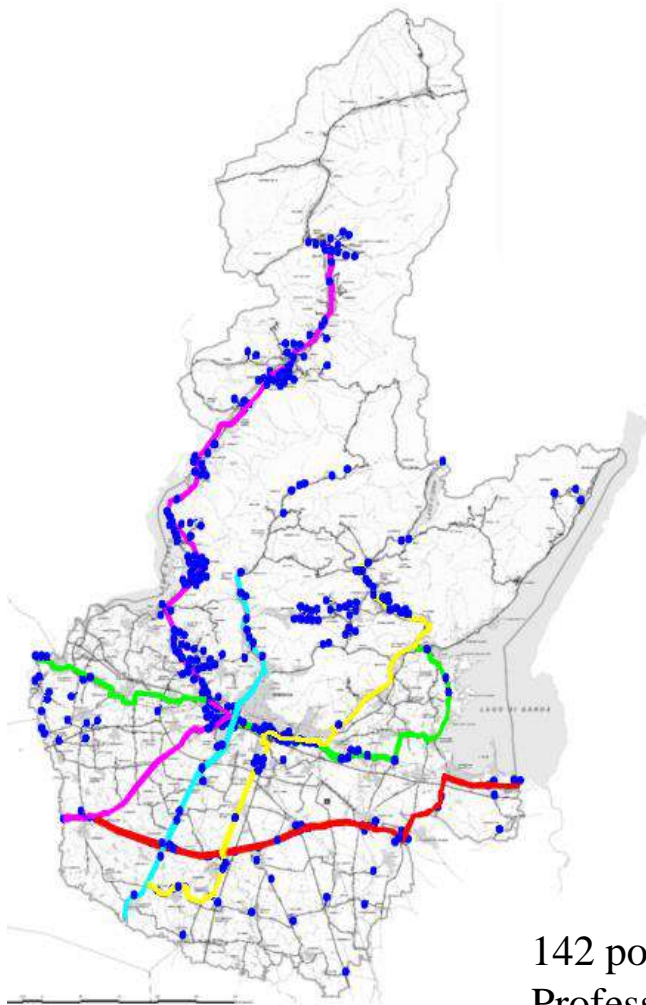
 Percorso 1

 Percorso 2

 Percorso 3

 Percorso 4

 Percorso 5



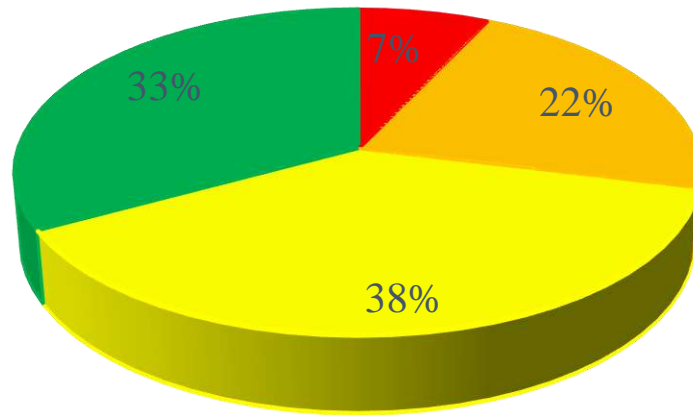
142 ponti (36% del campione) sono stati oggetto di perizia da parte di Professionisti

Classificazione cromatica: Ante LL.GG

DETTAGLIO PERCORSI PRINCIPALI

Legenda:

Classificazione cromatica manufatti Percorsi principali



56 Buone condizioni (33%)

65 Interventi di manutenzione ordinaria (38%)

37 Segni di degrado o criticità tali da poter compromettere la capacità della struttura (22%)

12 Interventi di rinforzo strutturale (7%)

Oggetto di interventi di rinforzo/valutazioni più accurate (da parte di Professionisti)

Esperienza DICATAM: Applicazione LL.GG



Consorzio di ricerca per la valutazione e il monitoraggio di ponti, viadotti e altre strutture



Anas Lombardia → 25 manufatti
Anas Molise → 10 manufatti
Anas Calabria → 7 manufatti

CdA 42 ponti



SS106Var Roccella Ionica (RC)



SS158 Pizzone (IS)



SS38 Sondalo (SO)



SS107 Cacurri (KR)



186 Manufatti (386 campate)

CdA in fase di definizione



SPBS 79 Agnosine (BS)

Esperienza DICATAM: Applicazione LL.GG



Applicazione LL.GG



Progetto della
Conoscenza

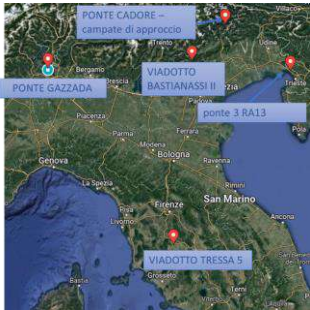
Progettazione
monitoraggio (2 manufatti
A21-ASTM)



NC430 Manerbio (BS)

Applicazione Livello
4 (5 manufatti Anas)

Ispezioni speciali elementi post-
tensi (4 manufatti Città
Metropolitana di Torino)



Viadotto accesso PONTE
CADORE
Pieve di Cadore (BL)

Applicazione Livello 2 (6
manufatti A33 Asti-Cuneo)



E74 Alba (CN)



SP001 Germagnano (TO)

Ispezioni e verifica speditiva di ponti in accordo alle Linee Guida 2020

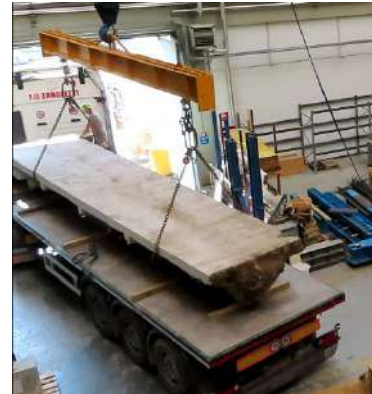
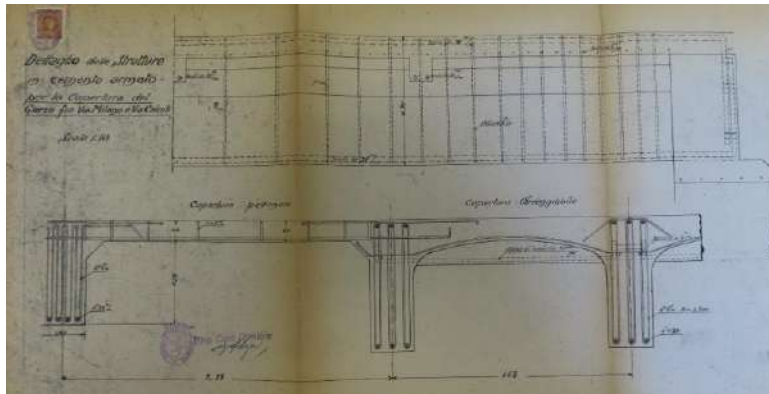
Prof. Minelli Fausto – Ing. Emilio Rossi

S. 19

Esperienza DICATAM: Ricerca (opere d'arte)



CORROSIONE NATURALE
2 Travi corrose naturalmente
(Comune di Brescia)



Ispezioni e verifica speditiva di ponti in accordo alle Linee Guida 2020

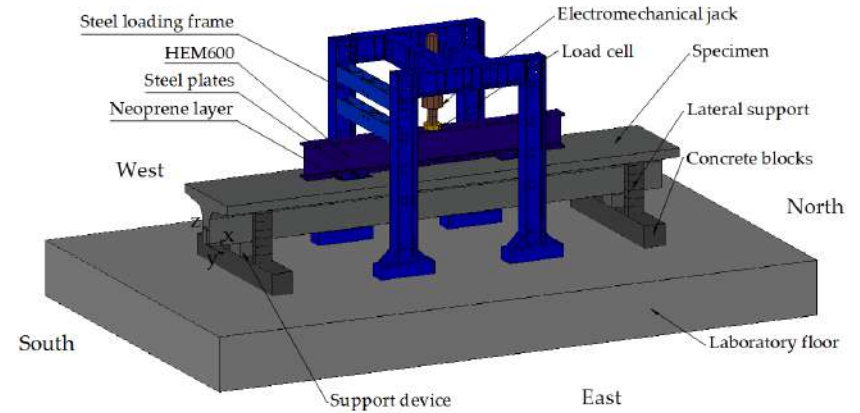
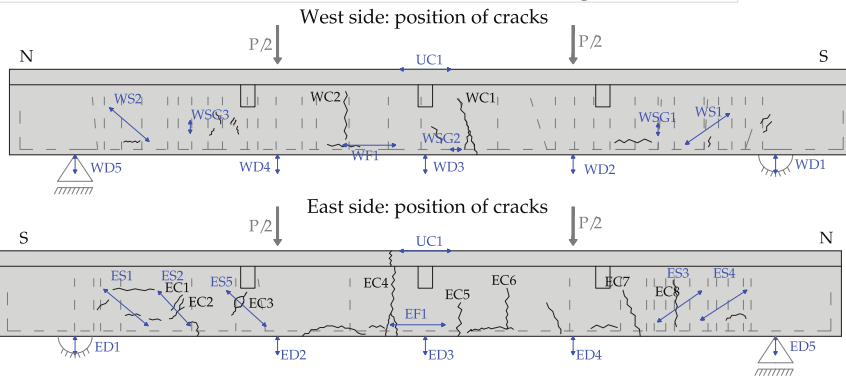
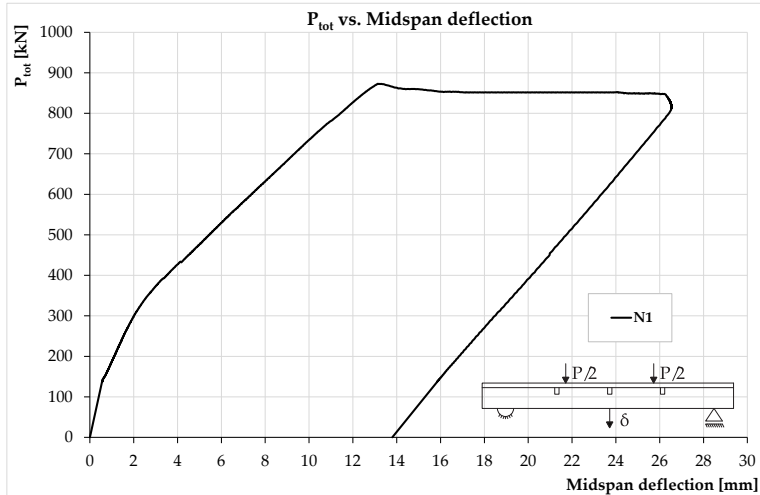
Prof. Minelli Fausto – Ing. Emilio Rossi

S. 20

Esperienza DICATAM: Ricerca (opere d'arte)



1 Trave: oggetto di intervento di rinforzo



Ispezioni e verifica speditiva di ponti in accordo alle Linee Guida 2020

Prof. Minelli Fausto – Ing. Emilio Rossi

S. 21



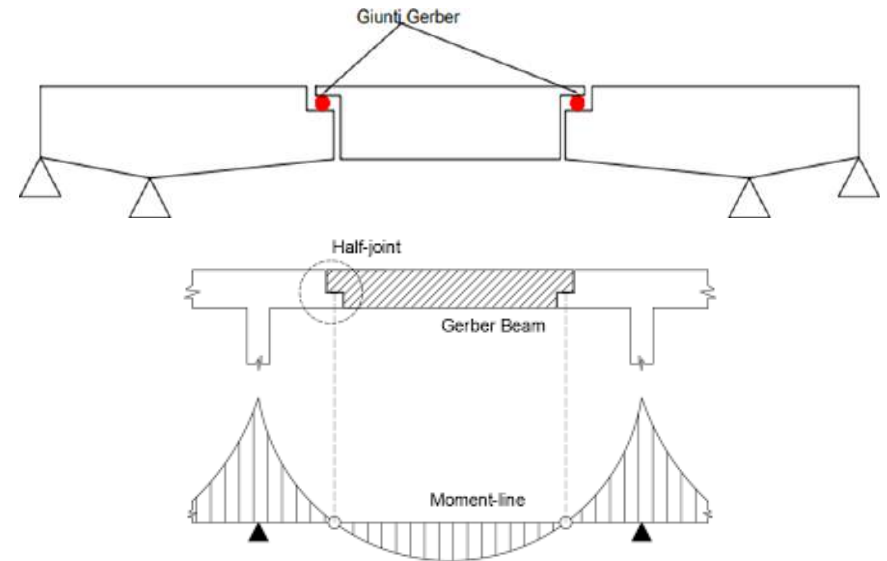
Esperienza DICATAM: Ricerca (opere d'arte)



SELLE GERBER



SS36 Annone di Brianza (LC)

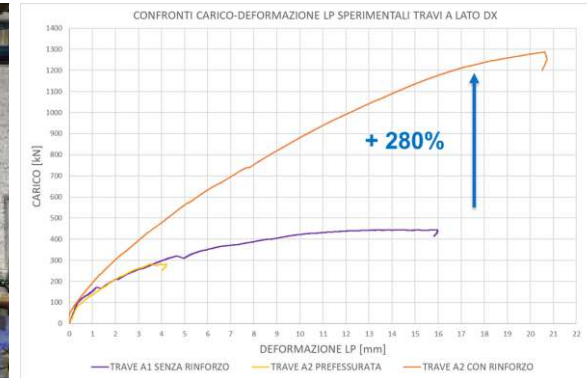
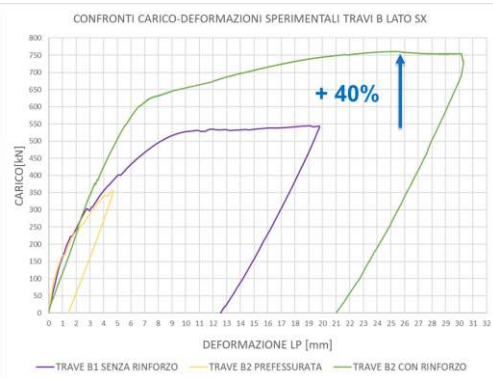
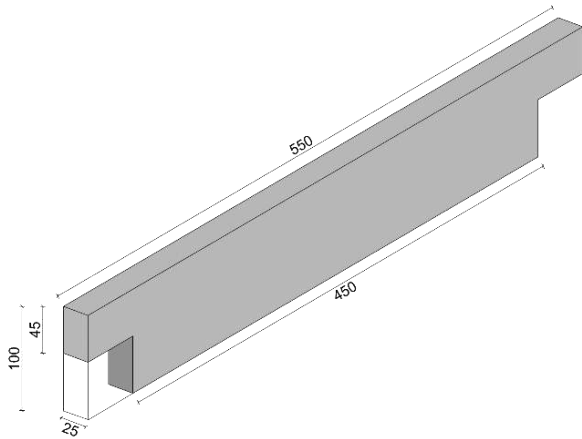
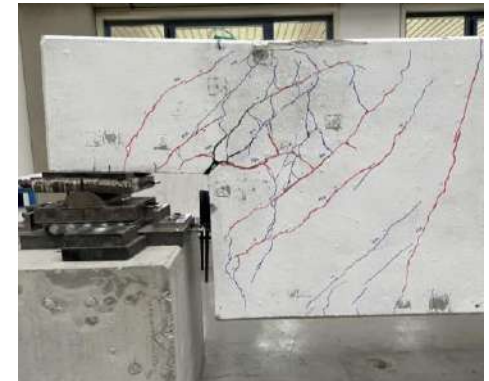


Esperienza DICATAM: Ricerca (opere d'arte)



SELLE GERBER

2 Tipologie di rinforzo



Ispezioni e verifica speditiva di ponti in accordo alle Linee Guida 2020

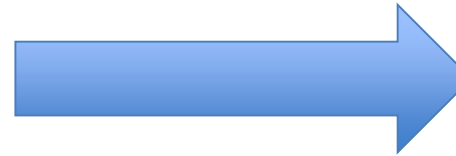
Prof. Minelli Fausto – Ing. Emilio Rossi

S. 23

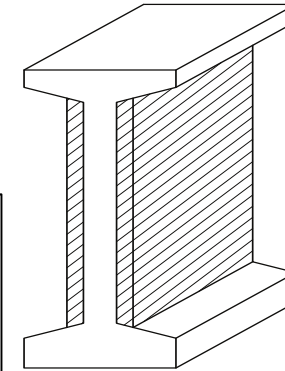
Esperienza DICATAM: Ricerca (opere d'arte)



EUCENTRE
FOR YOUR SAFETY.



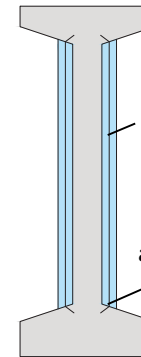
Rinforzo:
nuove tecniche e
materiali innovativi



Autostrada Ivrea-Santhià – sovrappasso sull'autostrada Torino-Milano

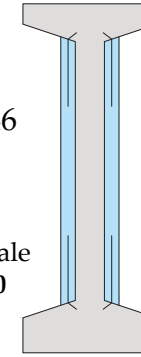
Rinforzo STAFFE

Rinforzo SPINOTTI



HPC Floor 46
5 cm

armatura verticale
B450C Ø10/20



Ispezioni e verifica speditiva di ponti in accordo alle Linee Guida 2020

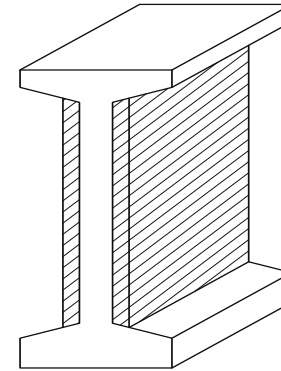
Prof. Minelli Fausto – Ing. Emilio Rossi

S. 24

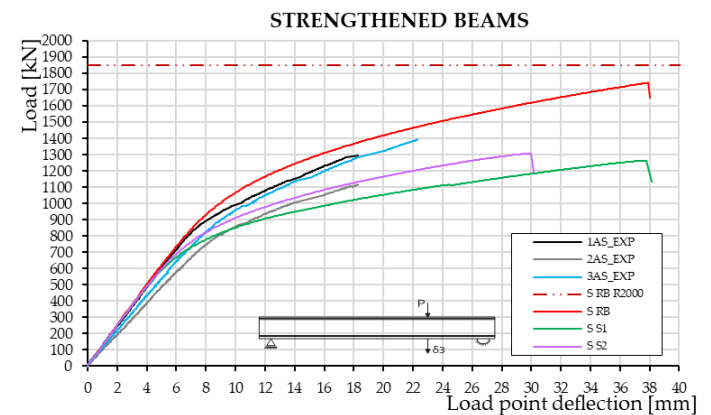
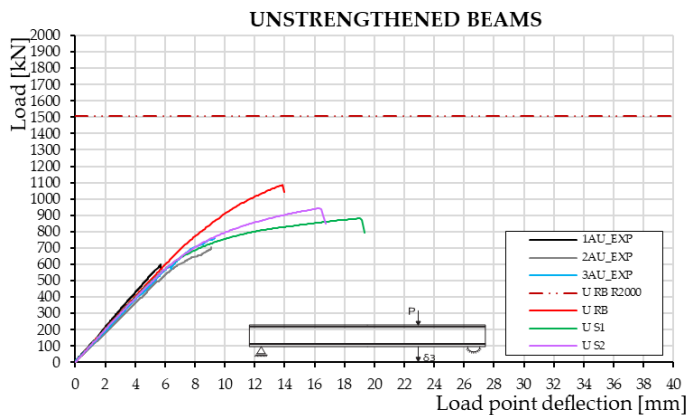
Esperienza DICATAM: Ricerca (opere d'arte)



Rinforzo:
nuove tecniche e
materiali innovativi



Autostrada Ivrea-Santhià – sovrappasso sull'autostrada Torino-Milano

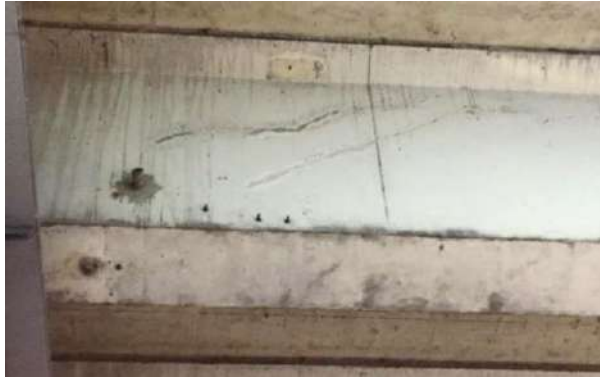


Ispezioni e verifica speditiva di ponti in accordo alle Linee Guida 2020

Prof. Minelli Fausto – Ing. Emilio Rossi

S. 25

Esperienza DICATAM: Ricerca (opere d'arte)



BSSP008_P002– km 0+400

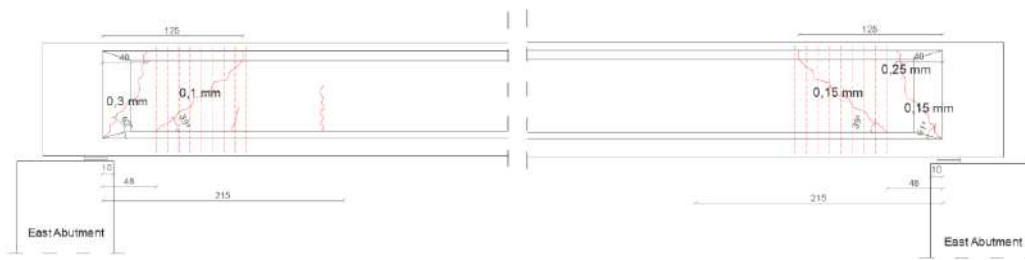
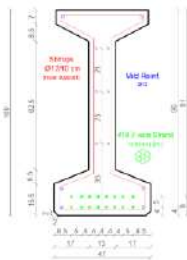


BSSPEXSS11V1_P031– km 9+370

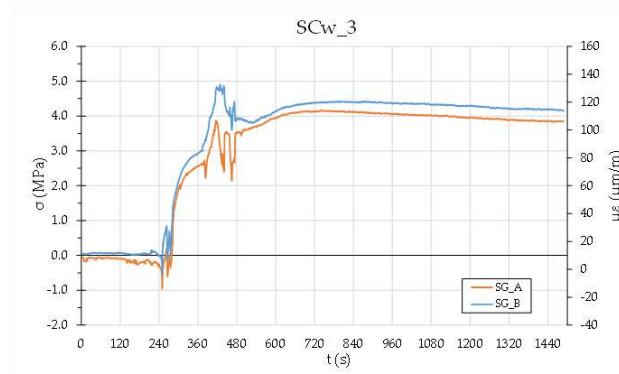
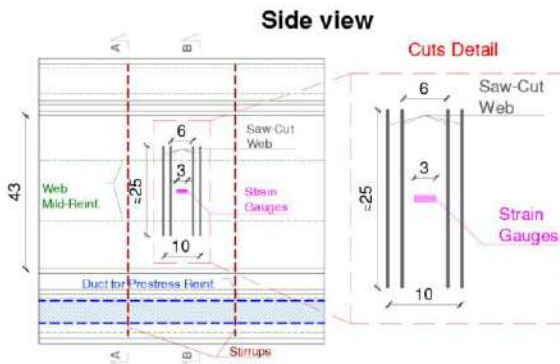
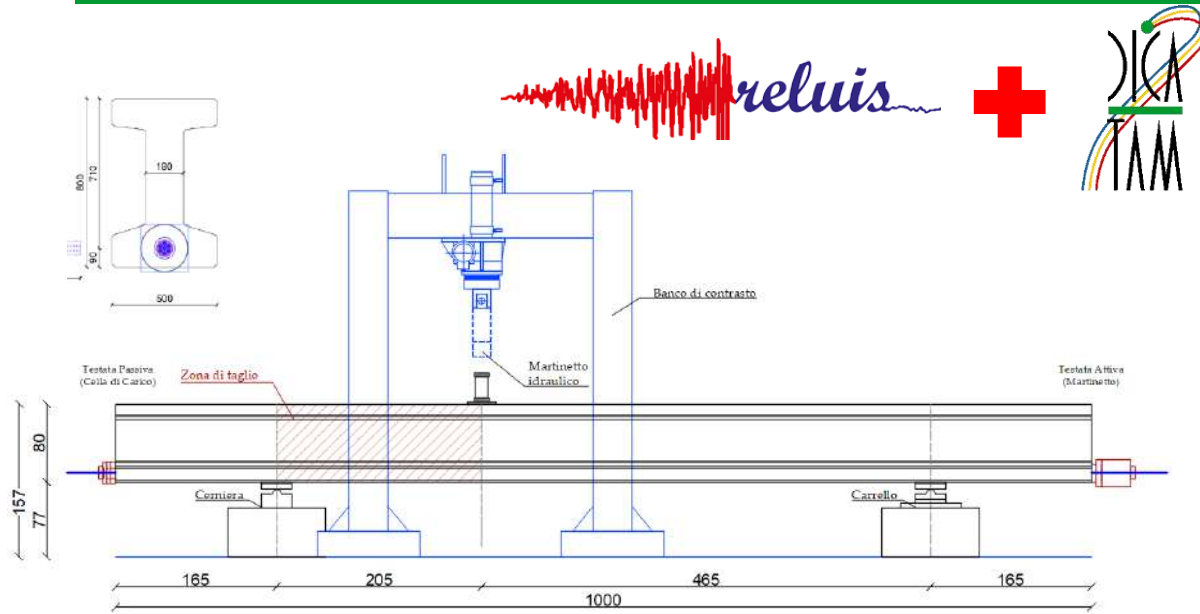
FESSURE A
TAGLIO IN
ELEMENTI
PRECOMPRESSI



Perdita
precompressione
e
Resistenza a taglio



Esperienza DICATAM: Ricerca (opere d'arte)



Nuovo metodo per la valutazione della precompressione residua.

