



PROVINCIA DI RAVENNA
SETTORE LAVORI PUBBLICI
Servizio Infrastrutture viarie e programmazione

**D.M. 49/2018 _ INTERVENTO DI ADEGUAMENTO STATICO E
SISMICO DEL PONTE DELLA CHIUSA SUL FIUME SENIO POSTO AL
KM 10+131 DELLA S.P.306R CASOLANA RIOLESE
CUP J73D18000090001**

PROGETTO ESECUTIVO

Presidente: Sig. Michele De Pascale		Consigliere delegato Strade - Trasporti - Pianificazione Territoriale: Arch. Nicola Pasi			
Dirigente responsabile del Settore: Ing. Paolo Nobile		Responsabile del Servizio.: Ing. Chiara Bentini			
RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO :		Ing. Paolo Nobile	_____		
			<i>Documento firmato digitalmente</i>		
PROGETTISTA :		Ing. Ivan Missiroli	_____		
			<i>Documento firmato digitalmente</i>		
COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE :		Ing. Ivan Missiroli	_____		
			<i>Documento firmato digitalmente</i>		
0	EMISSIONE				
Rev.	Descrizione	Redatto:	Controllato:	Approvato:	Data:

TITOLO ELABORATO:

VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA SISMICA

Elaborato num:	Revisione:	Data:	Scala:	Nome file:
3.3	-		-	

Dott. Ing. Franco Baroni
Piazza di Porta Maggiore, 5 - 40137 Bologna
tel: 051-399542 - fax 051-399512 - e.mail: franco.baroni@ceccoliassociati.it

PROVINCIA DI RAVENNA

COMUNE DI RIOLO TERME

VERIFICA SISMICA DI OPERE INFRASTRUTTURALI POSTE AL SERVIZIO DELLA RETE STRADALE PROVINCIALE

PONTE SUL FIUME SENIO - KM 10+081 S.P. N. 306R "CASOLANA RIOLESE" - COMUNE DI RIOLO TERME (RAVENNA)

Provvedimento n. 926 - Provincia di Ravenna - Settore Lavori Pubblici

REL04 ***SINTESI DEI RISULTATI***

Il Committente

Provincia di Ravenna
Piazza dei Caduti per la Libertà n. 2
Settore Lavori Pubblici
Dirigente: dott. ing. Valentino Natali

Il tecnico incaricato

Dott. Ing. Franco Baroni

I collaboratori

Dott. Ing. Friedrich Drollmann
Dott. Ing. Giada Gasparini
Dott. Ing. Ilaria Ricci

Bologna, 05 ottobre 2015

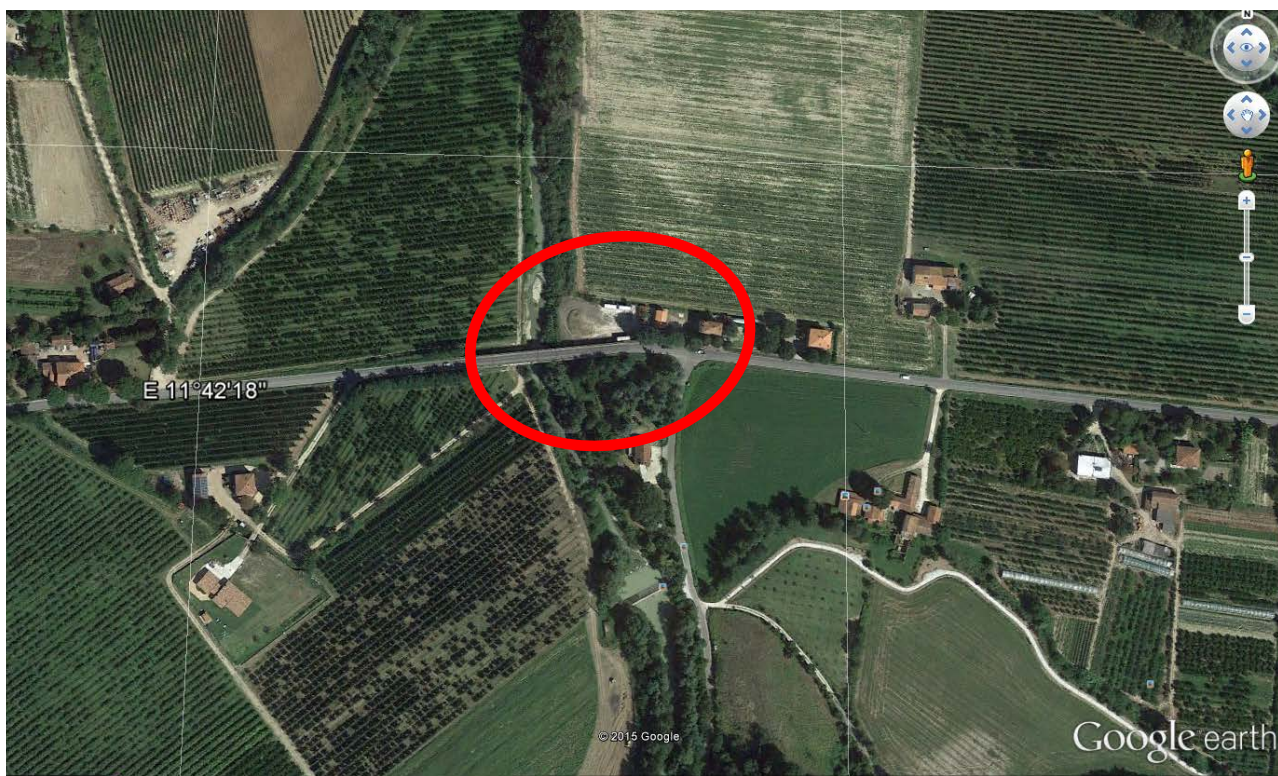
INDICE

PREMESSA.....	3
1. RILIEVO DEL QUADRO FESSURATIVO E/O DI DEGRADO	4
2. VULNERABILITA' NON QUANTIFICABILI NUMERICAMENTE.....	9
3. CONTROLLO DELLA PORTANZA DEL PONTE AI CARICHI VERTICALI.....	10
4. RISULTATI DELLA VERIFICA SISMICA	11
4.1 Vulnerabilità globale - elementi in c.a.	11
4.2 Indicatori di rischio	13
5. PREVISIONE DI MASSIMA DI POSSIBILI INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO	15

PREMESSA

Nella presente relazione si riportano le modalità con cui verranno eseguite le verifiche tecniche dei livelli di sicurezza strutturale del **ponte sul fiume Senio posto alla progressiva chilometrica km10+081 della sp. n. 306R "Casolana Riolese" in Comune di Riolo Terme (RA)**. Le verifiche sono svolte, ai sensi dell'art. 2 comma 3 della OPCM n. 3274 del 20/03/2003, su opere infrastrutturali poste a servizio delle rete stradale provinciale della Provincia di Ravenna, che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso di cui alla Delibera di Giunta Regionale dell'Emilia Romagna n. 1661 del 02/10/2009.

Il ponte oggetto della verifica è riportato nel cerchio rosso nella vista aerea (tratta da Google Earth):



Vista aerea - Google Earth

1. RILIEVO DEL QUADRO FESSURATIVO E/O DI DEGRADO

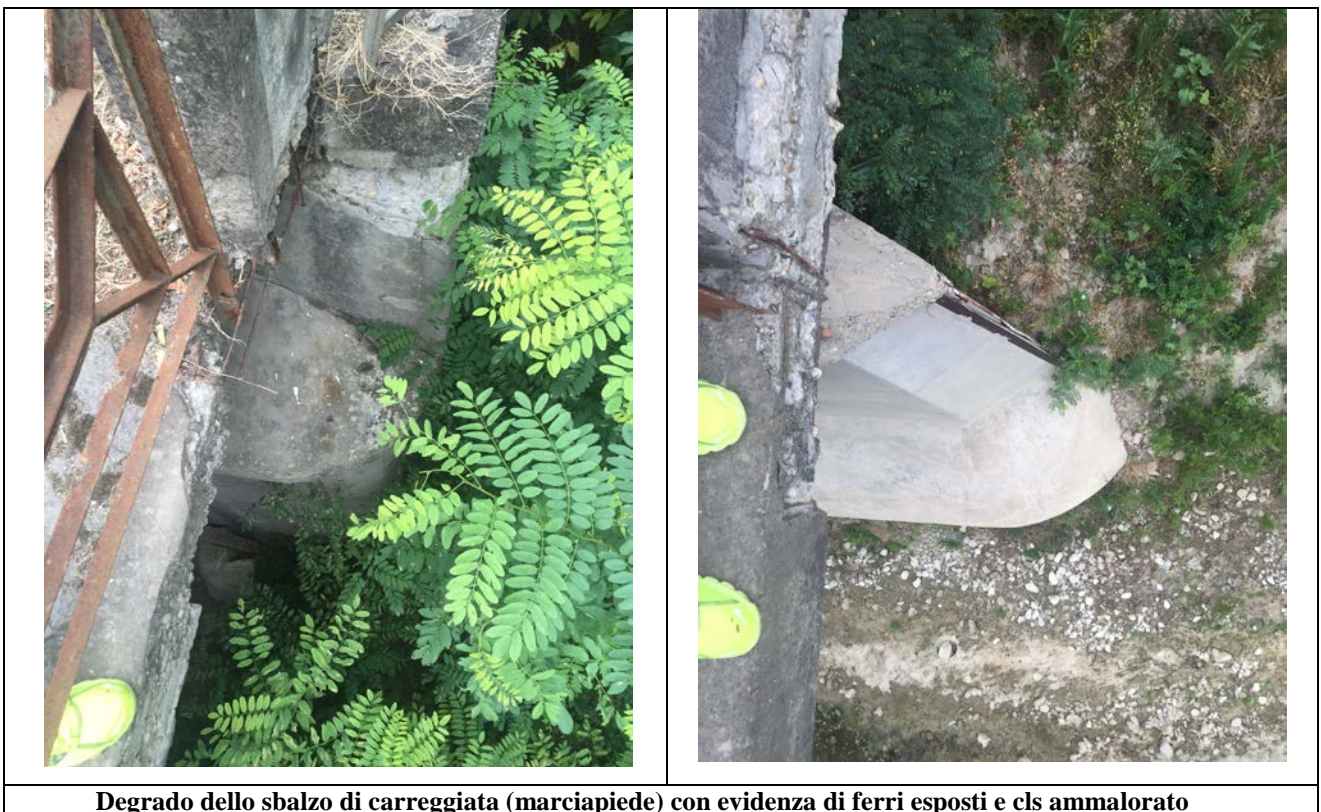
A conclusione delle indagini conoscitive visive svolte sul ponte è stata effettuata una accurata verifica sulla presenza di eventuali lesioni, cedimenti e più in generale aspetti riconducibili ad anomalie di natura strutturale: i risultati hanno dato esito negativo, a meno delle seguenti osservazioni.

- Ammaloramento/degrado delle spalle del ponte nelle facciate esposte agli agenti atmosferici e ai percolamenti di acque meteoriche (degrado naturale per mancanza o scarsa manutenzione).





- ammaloramento/degrado degli sbalzi della carreggiata (marciapiede) e nelle travi di impalcato con evidenza di ferri esposti.





Degrado dello sbalzo di carreggiata (marciapiede) con evidenza di ferri esposti e cls ammalorato



Presenza di ferri di armatura esposti (assenza di copriferro)

- ammaloramento/degrado degli appoggi delle travi di impalcato sulle spalle.



Ammaloramento appoggi

- ammaloramento/degrado degli appoggi tipo selle gerber (tra travi di impalcato)



Foto 22

Foto 23

*Dott. Ing. Franco Baroni
Piazza di Porta Maggiore, 5 - 40137 Bologna
tel: 051-399542 - fax 051-399512 - e.mail: franco.baroni@ceccoliassociati.it*

Si veda la REL01 "Documentazione fotografica" (con specifici riferimenti in pianta dei punti di scatto di ogni immagine) per maggiori dettagli sul rilievo dello stato di degrado e del quadro fessurativo.

2. VULNERABILITA' NON QUANTIFICABILI NUMERICAMENTE

Di seguito si riportano alcune osservazioni a seguito del sopralluogo effettuato:

- sbalzi laterali dell'impalcato (marciapiedi) caratterizzati da notevole degrado/ammaloramento in particolare causato dall'inefficienza del sistema di captazione e smaltimento delle acque;
- appoggi di tipo sella Gerber delle travi di impalcato ammalorati e con evidenza di ferri esposti;
- inefficienza dei ritegni trasversali e longitudinali;
- degrado dei parapetti metallici;
- degrado dei sistemi di appoggio tra le travi e tra le travi e pila/spalla;
- espulsione del copriferro in numerose zone con esposizione delle armature.

3. CONTROLLO DELLA PORTANZA DEL PONTE AI CARICHI VERTICALI

La Committenza non ha messo a disposizione dello scrivente per la consultazione alcuna documentazione tecnica inerente il manufatto oggetto delle verifiche.

D'altra parte la Committenza ha dichiarato la somiglianza dell'opera ad un ponte esistente sul fiume Lamone (di cui si è a disposizione di alcune tavole del progetto strutturale originario). Pertanto si ritengono validi i calcoli speditivi effettuati nella relazione di verifica del ponte Lamone e si riportano le seguenti osservazioni.

A seguito di calcoli e analisi speditive effettuati dallo scrivente sulla base dei rilievi effettuati si ritiene che il ponte sia stato ottimamente progettato con riferimento alle normative dell'epoca (in particolare per quanto riguarda i carichi variabili); da quanto summenzionato deriva che le strutture non appaiono eccessivamente affaticate per effetto dei carichi permanenti, ma risultano severamente esposte a causa dell'eccessivo stato di degrado.

Una verifica speditiva degli elementi strutturali principali (soletta, travi di impalcato, pila, pali) agli SLU (verifica statica), consente di ritenere che qualora le strutture non avessero l'avanzato stato di degrado presente, potrebbero tollerare l'effetto dei carichi variabili previsti normativa vigente (DM 14/01/2008).

4. RISULTATI DELLA VERIFICA SISMICA

Considerando la capacità resistente della sezione della pila (momento resistente ultimo e taglio ultimo, lato calcestruzzo e lato acciaio), le criticità maggiori si evidenziano per il meccanismo di collasso a taglio (primo meccanismo che si attiva) dovuto alla armatura a taglio non sufficiente per sopportare le azioni sismiche, mentre il collasso a taglio lato calcestruzzo e il collasso a pressoflessione si attivano per valori di accelerazione più elevati (pari a circa la metà del valore della accelerazione di riferimento per il sisma SLV).

Si evidenzia che le verifiche sono condotte considerando la sezione della pila al di fuori del terreno, che nel caso in esame è situata a circa +2,0m dal piano delle fondazioni (la lunghezza della pila diventa quindi 5,0m).

La verifica a pressoflessione (N/M) non è soddisfatta in quanto l'indice è maggiore di 1:

$$I(N / M)_{\max} = 2,0 .$$

La verifica a taglio/torsione (V) lato calcestruzzo non è soddisfatta in quanto l'indice è maggiore di

$$1: I(V / T)_{\max} = 2,0 .$$

La verifica a taglio/torsione (V) lato acciaio non è soddisfatta in quanto l'indice è maggiore di 1:

$$I(V / T)_{\max} = 3,0 .$$

4.1 Vulnerabilità globale - elementi in c.a.

La verifica sismica del ponte allo stato di fatto non è soddisfatta, per quanto riguarda il comportamento sismico delle pile in c.a., ovvero la struttura non è in grado di sopportare un sisma allo SLV con periodo di ritorno $T_{R-SLV,rif} = 949$ anni e accelerazione pari a $a_{g-SLV,rif} = 0,259g$ in termini di resistenza (in particolare in riferimento alla resistenza a taglio lato acciaio delle pile in c.a.), in quanto la capacità ultima di tali elementi risulta minore della sollecitazione derivante da un sisma di elevata intensità. Sono stati considerati diversi meccanismi di collasso che interessano i vari elementi della struttura, di seguito riassunti.

Verifiche in termini di resistenza (SLV)

Elementi in c.a.:

- pressoflessione (N/M) e taglio (V/T) delle pile,
- pressoflessione (N/M) e taglio (V/T) delle travi e dei traversi di impalcato.

I risultati ottenuti sono sinteticamente riassunti nella tabella di seguito riportata:

STATO DI FATTO						
SLV						
c.a.		valori da modello SLV	PGA - SLV	ag - SDF	TR - SLV	TR - SDF
Pile a fusto unico	N/M	2	0,259	0,130	949	162
	V/T cls	2	0,259	0,130	949	162
	V/T acc	3	0,259	0,086	949	60
c.a.		valori da modello SLV	PGA - SLV	ag - SDF	TR - SLV	TR - SDF
Impalcato Travi e Traversi	N/M	1	0,259	0,259	949	949
	V/T cls	1	0,259	0,259	949	949
	V/T acc	1	0,259	0,259	949	949

Si riportano per esteso i valori ricavati dalle analisi effettuate:

Verifica in termini di capacità limite del terreno di fondazione (SLV)

Per quanto riguarda il sistema di fondazione, si è calcolato il meccanismo corrispondente al raggiungimento della massima capacità limite del terreno/fondazione.

$$a_{g-SLV-fondazioni} = 0,274g > a_{g-SLV,rif} \quad T_{R-SLV-fondazioni} = 1199 \text{ anni} \quad \text{SLV}$$

Perdita di appoggio delle travi di impalcato (SLV)

Per quanto riguarda la perdita di appoggio (collasso di un appoggio) delle travi di impalcato si è calcolato lo spostamento massimo dell'impalcato in direzione longitudinale e in direzione trasversale

L'entità degli spostamenti massimi SLV in direzione trasversale e longitudinale è modesta ed appare tranquillizzante tanto da escludere il meccanismo di perdita di appoggio delle travi. Pertanto l'accelerazione di attivazione del meccanismo è più elevata dell'accelerazione di riferimento così come il periodo di ritorno dell'azione sismica associata all'accelerazione di attivazione.

$$a_{g-SLV-appoggio} > a_{g-SLV,rif} = 0,259g \quad T_{R-SLV-appoggi} > 2475 \text{ anni} \quad \text{SLV}$$

Deformazione di danno (SLD)

L'entità degli spostamenti massimi relativi SLD in direzione trasversale e longitudinale è modesta ed appare tranquillizzante tanto da escludere eventuali chiusure dei giunti presenti.

$$a_{g-SLD} > a_{g-SLD,rif} = 0,120g \quad T_{R-SLD} > 101 \text{ anni} \quad \text{SLD}$$

4.2 Indicatori di rischio

La sintesi dei risultati ottenuti dalle verifiche di vulnerabilità è riportata all'interno della "Scheda di sintesi della verifica sismica di Livello 1 o di Livello 2 per i ponti strategici ai fini della protezione civile o rilevanti in caso di collasso a seguito di evento sismico".

Dai valori ricavati si ottengono i seguenti indicatori di rischio:

INDICATORI DI RISCHIO - SDF				
SLV				
c.a.		alfa - SLV	beta - SLV	(beta - SLV)^{0,41}
Pile a fusto unico	N/M	0,50	0,17	0,48
	V/T cls	0,50	0,17	0,48
	V/T acc	0,33	0,06	0,32
c.a.		alfa - SLV	beta - SLV	(beta - SLV)^{0,41}
Impalcato Travi e Traversi	N/M	1,00	1,00	1,00
	V/T cls	1,00	1,00	1,00
	V/T acc	1,00	1,00	1,00

Considerando il primo meccanismo che si attiva (ovvero quello caratterizzato dal valore più basso di accelerazione) si ottengono i seguenti valori.

Indicatore di rischio di salvaguardia della vita (SLV)

L'indicatore di rischio calcolato in base al rapporto tra le accelerazioni vale:

$$\alpha_{V-PGA} = \frac{a_{g-SLV}}{a_{g-SLV,rif}} = \frac{0,086}{0,259} = 0,33 \quad \text{taglio lato acciaio nelle pile (SLV)}$$

L'indicatore di rischio calcolato in base al rapporto tra i periodi di ritorno elevato ad "a=0,41" vale:

$$\alpha_{V-T_R} = \left(\frac{T_{R-SLV}}{T_{R-SLV,rif}} \right)^{0,41} = \left(\frac{60}{949} \right)^{0,41} = 0,32 \quad \text{taglio lato acciaio nelle pile (SLV)}$$

Indicatore di rischio di danno (SLD)

L'indicatore di rischio calcolato in base al rapporto tra le accelerazioni vale:

$$\alpha_{D-PGA} = \frac{a_{g-SLD}}{a_{g-SLD,rif}} > 1,0 \quad \text{deformazione di danno (SLD)}$$

L'indicatore di rischio calcolato in base al rapporto tra i periodi di ritorno elevato ad "a=0,41" vale:

$$\alpha_{D-T_R} = \left(\frac{T_{R-SLD}}{T_{R-SLD,rif}} \right)^{0,41} = 1,0 \quad \text{deformazione di danno (SLD)}$$

Dott. Ing. Franco Baroni
Piazza di Porta Maggiore, 5 - 40137 Bologna
tel: 051-399542 - fax 051-399512 - e.mail: franco.baroni@ceccoliassociati.it

5. PREVISIONE DI MASSIMA DI POSSIBILI INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO

Gli interventi ritenuti necessari per conseguire un miglioramento prestazionale del manufatto sia in termini di carichi verticali che di sisma, sono i seguenti:

1. eliminazione del diffuso stato di degrado delle strutture con ripristino delle superfici in calcestruzzo, reintegro delle armature eventualmente mancanti e inefficienti;
2. ripristino dell'efficienza del sistema di smaltimento delle acque
3. riqualificazione degli appoggi e dei giunti
4. riqualificazione dei parapetti in acciaio
5. realizzazione di un nuovo sistema di ritegni trasversali e longitudinali tali da consentire il corretto comportamento di insieme in occasione di eventi sismici
6. incamiciatura dei fusti delle pile (almeno fino a metà altezza) mediante sottili lastre in c.c.a. progettato per aumentare la resistenza a pressoflessione e taglio degli elementi