



# PROVINCIA DI REGGIO EMILIA

Corso Garibaldi, 59 - 42100 Reggio Emilia Tel 0522 444111 - Fax 0522 451676

E-mail: [info@provincia.re.it](mailto:info@provincia.re.it) - Web: <http://www.provincia.re.it>

SERVIZIO INFRASTRUTTURE, MOBILITA'  
SOSTENIBILE, PATRIMONIO ED EDILIZIA

## RIPRISTINO DELLE STRUTTURE IN C.A. E DEGLI APPARECCHI DI APPOGGIO DEL PONTE SUL TORRENTE CROSTOLO SULLA SP62R VAR AL KM 14+050 - PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO -



IL DIRIGENTE DEL SERVIZIO		IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO		IL PROGETTISTA E DIRETTORE DEI LAVORI	
<b>Dott. Ing. Valerio Bussei</b> Dirigente del Servizio Infrastrutture, Mobilità Sostenibile, Patrimonio ed Edilizia		<b>Dott. Ing. Marino Gallo</b> Responsabile della U.O. Gestione Manufatti		<b>Dott. Ing. Claudio Torreggiani</b> Via Che Guevara, 55 42123 Reggio Emilia Tel. 0522/326539 E-mail: <a href="mailto:claudio.torreggiani@tin.it">claudio.torreggiani@tin.it</a>	
TAVOLA	SERIE TAVOLE			DATI GENERALI	
<b>R1</b>	PROGETTO ESECUTIVO GENERALE			lavoro PONTE_CROSTOLO_SP62R_VAR	
	TITOLO DELLA TAVOLA RELAZIONE TECNICA-ILLUSTRATIVA			file PON_CROST_SP62R_VAR_R1.DOC	
REVISIONI			dis.	contr.	contr.
A					C.T.
B					C.T.
C					data 18/11/2020
D					scala
E					—

Ing. Claudio Torreggiani  
Via Che Guevara, 55  
42123 Reggio Emilia



PROVINCIA  
DI REGGIO EMILIA

SERVIZIO INFRASTRUTTURE, MOBILITÀ  
SOSTENIBILE, PATRIMONIO ED EDILIZIA

***RIPRISTINO DELLE STRUTTURE IN C.A.  
E DEGLI APPARECCHI DI APPOGGIO  
DEL PONTE SUL TORRENTE CROSTOLO  
SULLA SP62R VAR AL KM 14+050  
- PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO -***

***RELAZIONE TECNICA-ILLUSTRATIVA***

Ripristino del Ponte sul Torrente Crostolo sulla SP62R var al km 14+050

**Relazione tecnica-illustrativa**

file"ponte\_crostolo\_SP62Rvar\_R1\_relazione\_tecnica\_illustrativa.doc"

## INDICE

1 -	PREMESSA.....	3
2 -	DESCRIZIONE DEL PONTE.....	5
3 -	INDAGINI SUI MATERIALI.....	7
4 -	RILIEVO GEOMETRICO-STRUTTURALE.....	8
5 -	DESCRIZIONE DEI LAVORI.....	9
6 -	MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI LAVORI.....	13
7 -	MIGLIORAMENTO SISMICO .....	14

## 1 - PREMESSA

La presente relazione di tecnica-illustrativa tratta dei lavori di **“Ripristino delle strutture in c.a. e degli apparecchi di appoggio del Ponte sul Torrente Crostolo sulla SP62R var al km 14+150”**, da eseguire per conto della Provincia di Reggio Emilia.

La Provincia di Reggio Emilia ha affidato al sottoscritto Ing. Claudio Torreggiani, in associazione temporanea di professionisti con l'Ing. Luca Chiarini, il servizio tecnico per la progettazione definitiva/esecutiva e la direzione lavori, compreso il coordinamento della sicurezza, delle opere di **“Ripristino delle strutture in c.a. e degli apparecchi di appoggio del Ponte sul Torrente Crostolo sulla SP62R var al km. 14+150”**.

Secondo quanto previsto dalla **Deliberazione di Giunta Regionale n. 1661 del 02/11/2009**, il ponte in oggetto **rientra tra le opere infrastrutturali che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso**, in quanto rientra nel punto **B2.2.1 – Ponti sulle strade provinciali e comunali prive di valide alternative la cui interruzione provochi situazioni di emergenza (interruzioni prolungate del traffico verso insediamenti produttivi e/o abitativi)**; anche se esistono percorsi alternativi utilizzando strade locali, la SP18R var è una strada importante e la sua interruzione può provocare gravi problemi.

In questo caso è obbligatoria la verifica tecnica del ponte in oggetto ai sensi dell'art. 2, comma 3, della Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 Marzo 2003, n. 3274, **“Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”**.

Il ponte in oggetto **non presenta i requisiti di interesse culturale** di cui agli artt. 10 e 12 del D.Lgs. 22 Gennaio 2004, n. 42, e il progetto degli interventi non dovrà essere trasmesso al **“Ministero per i beni e le attività culturali e per il turismo – Soprintendenza archeologia, belle arti e paesaggio per la città metropolitana di Bologna e le province di Modena, Reggio Emilia e Ferrara”** per le necessarie autorizzazioni.

Al sottoscritto è stata consegnata una relazione di **“Diagnostica dell'opera”** redatta dall'Ing. Marco Arduini, residente a Reggio Emilia, in Via I. Pindemonte n. 16, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Reggio Emilia al n° 921; nella relazione sono riportati i risultati di una campagna di indagini sperimentali eseguite il 27/07/2017, consistenti in indagini visiva e pacometrica, indagine chimica, indagine non distruttiva meccanica con metodo SONREB e indagine elettrica.

Del ponte non sono disponibili i disegni di progetto, che non sono in possesso della Provincia di Reggio Emilia, e pertanto è stato necessario eseguire il rilievo geometrico-strutturale.

Il sottoscritto progettista, a seguito degli approfondimenti effettuati nella fase di progettazione definitiva-esecutiva, ha valutato necessaria la **sostituzione degli appoggi esistente con nuovi appoggi in neoprene armato**, mantenendo comunque invariato il quadro economico previsto nel documento preliminare; questo intervento, dal punto di vista strutturale, si configura a parere del sottoscritto come **“miglioramento sismico”**, mentre la riparazione degli apparecchi di appoggio esistenti, dal punto di vista strutturale, si poteva configurare come “riparazione o intervento locale”.

Infatti per i ponti esistenti, secondo il punto C8.8.7 della Circolare n. 7/2019, può rientrare nella categoria degli “interventi di riparazione o locali”, purché il numero delle corsie fisiche non sia incrementato e ove non ricorrano gli estremi per l'esecuzione di interventi di miglioramento o adeguamento, la sostituzione dei vincoli, a condizione che ciò non comporti una variazione di rigidità del sistema pila-vincoli superiori al 10%; in questo caso, avendo gli appoggi in elastomero armato bassa rigidità per le azioni orizzontali, la variazione di rigidità del sistema pila-vincoli è maggiore del 10%. Pertanto, ai sensi del punto C8.8.7 della Circolare n. 7/2019, si ricade nella categoria degli “interventi di miglioramento”, potendo rientrare la sostituzione degli appoggi negli interventi finalizzati a mitigare gli effetti della azione sismica (l'effetto della azione sismica sulle pile è più basso per la minore rigidità), anche se non vengono realizzati interventi finalizzati ad accrescere la capacità dell'opera nel suo insieme.

Con i lavori in oggetto, oltre alla completa sostituzione degli apparecchi di appoggio, è previsto anche il ripristino del calcestruzzo ammalorato del pulvino delle pile alte e l'eventuale ripristino localizzato del fusto delle medesime pile; inoltre è previsto un intervento di ripristino localizzato del calcestruzzo delle pile basse e delle spalle.

A completamento delle precedenti lavorazioni dovranno essere eseguiti la rimozione e il rifacimento dei giunti tra le campate e la realizzazione di nuovi scarichi delle acque superficiali, in numero di almeno quattro per campata.

## 2 - DESCRIZIONE DEL PONTE

Il “Ponte sul Torrente Crostolo sulla SP62R var al km 14+150” è un’opera d’arte stradale costituita da cinque campate semplicemente appoggiate, realizzate con quattro travi prefabbricate in cemento armato precompresso e da una soletta in c.a.; la lunghezza di ogni campata è di circa m 31,0 da asse giunto ad asse giunto e pertanto la lunghezza complessiva del ponte è di circa 155,0 compreso lo spessore dei paraghiaia delle due spalle. La campata centrale realizza l’attraversamento del Torrente Crostolo, mentre le altre campate permettono di scavalcare gli argini e le strade che corrono a fianco degli argini.

Il ponte è stato costruito nel corso dell’anno 1970, come si può vedere dalla data di getto delle travi. Del ponte non sono disponibili i disegni di progetto, che non sono in possesso della Provincia di Reggio Emilia, e pertanto non si conoscono le dimensioni, se non quelle direttamente rilevabili, e le armature.

Le cinque campate hanno una luce di m 29,0 da asse appoggio ad asse appoggio, uguale per tutte le campate, ed hanno una larghezza complessiva di 10,6 compresi i due marciapiedi ai lati del ponte; l’impalcato è obliquo e l’asse giunto forma un angolo di circa 70° con l’asse longitudinale del ponte.

Le travi prefabbricate in c.a. precompresso, ad armatura post-tesa, sono alte 160 cm e hanno una larghezza di cm 50 cm alla base, una larghezza di cm 80 cm in sommità e un’anima di cm 18; sono poste ad un interasse costante di 260 cm e sono collegate da quattro traversi in c.a. di 30 cm per ogni campata. La soletta in c.a. è stata realizzata con lastre prefabbricate tralicciate tipo “predalle” anche per il marciapiede ed ha presumibilmente uno spessore di 20 cm, che però non è stato possibile rilevare.

La carreggiata stradale ha attualmente una larghezza totale di m 8,90 e i due marciapiedi rialzati di cm 35 hanno larghezza m 0,85, ma non sono utilizzabili da eventuali pedoni perché sono interamente occupati dalle barriere di sicurezza in acciaio, che debordano anche verso la carreggiata restringendola a m 8,70. In origine la carreggiata aveva una larghezza maggiore, compresa tra m 9,50 e m 9,80 , ma è stata ristretta per poter sostituire le barriere di sicurezza esistenti ormai inadeguate con barriere H3 bordo ponte.

La pavimentazione stradale ha uno spessore complessivo di cm 25 in corrispondenza del marciapiede (coerente con ipotesi di soletta da cm 20); tenendo conto della pendenza trasversale, che deve essere almeno del 2-2.5%, si considera uno spessore di circa 30 cm in corrispondenza della mezzeria del ponte.

In fase di rilievo non è stato possibile determinare la pendenza longitudinale del ponte, che ha un punto di colmo in corrispondenza della campata centrale; la pendenza longitudinale, che è comunque modesta sull’opera d’arte, non è comunque rilevante ai fini del presente progetto di manutenzione del ponte.

Le due pile centrali, in corrispondenza dell'attraversamento del torrente, sono posizionate in alveo e hanno un'altezza complessiva di circa 9.0 m; sono oblique rispetto all'asse longitudinale del ponte e hanno larghezza di 150 cm e lunghezza di circa 8.8, compresi i rostri delle estremità. Il pulvino ha una altezza max. di m 1,9 e una larghezza di circa m. 3.1 in direzione dell'asse longitudinale del ponte.

Le due pile laterali sono posizionate sull'argine e pertanto sono molto più basse delle pile centrali; il pulvino, delle stesse dimensioni delle altre pile, è appoggiato direttamente sul solettone di fondazione.

Le spalle hanno circa la stessa sagoma delle pile laterali, con dimensioni leggermente inferiori perché realizzano l'appoggio di una sola campata; la dimensione del paraghiaia non è nota, ma ragionevolmente è stato ipotizzato uno spessore di 30 cm, che era una dimensione usuale nell'epoca di costruzione.

Le fondazioni, sia per le pile che per le spalle, non sono conosciute, non essendo disponibile il progetto dell'opera; negli elaborati grafici sono state ipotizzate facendo riferimento, con gli opportuni adattamenti, a quelle di ponti costruiti nello stesso periodo e per la stessa strada provinciale SP62R var.

Gli appoggi esistenti sono quelli tipici dell'epoca di costruzione; si tratta di dispositivi di appoggio in acciaio che per ogni campata realizzano su un lato un vincolo a cerniera e sull'altro lato un vincolo a carrello, in grado di consentire lo spostamento dell'impalcato in direzione longitudinale.

Gli appoggi a cerniera hanno una dimensione in pianta di cm 42x50 e una altezza di circa 15 cm; gli appoggi a carrello hanno una dimensione in pianta di cm 30x50 e una altezza di circa 55 cm. Il pulvino è pertanto ribassato di cm 40 in corrispondenza degli appoggi a carrello per permetterne l'alloggiamento.

Gli appoggi hanno dei fori laterali, da utilizzare presumibilmente per l'inserimento di tirafondi, che però sono vuoti; si presume pertanto che non ci sia un collegamento meccanico tra gli apparecchi di appoggio e il calcestruzzo di pile e spalle su cui sono appoggiati. Al di sotto dell'appoggio si ha una malta di allettamento di qualche millimetro di spessore, mentre al di sopra si ha un doppio strato di piombo per adattare l'appoggio alla modesta pendenza longitudinale delle travi; gli strati di piombo per azioni orizzontali elevate permettono lo strisciamento dell'impalcato anche per gli appoggi a cerniera.

In corrispondenza degli appoggi a carrello sono presenti dei pilastri in cemento armato di fine corsa.

Dei giunti esistenti non si conosce la configurazione, in quanto nascosti sotto la pavimentazione stradale; si può rilevare però che il conglomerato bituminoso ha bisogno di riparazioni e che inoltre molta acqua arriva sulle spalle e sulle pile dai giunti, che pertanto non svolgono correttamente la loro funzione.

Le barriere di sicurezza metalliche sono state installate recentemente e risultano pertanto adeguate.

### **3 - INDAGINI SUI MATERIALI**

Al sottoscritto è stata consegnata una relazione di “Diagnostica dell’opera” redatta dall’Ing. Marco Arduini, residente a Reggio Emilia, in Via I. Pindemonte n. 16, iscritto all’Ordine degli Ingegneri della Provincia di Reggio Emilia al n° 921; nella relazione sono riportati i risultati di una campagna di indagini sperimentali eseguite il 27/07/2017, consistenti in indagini visiva e pacometrica, indagine chimica, indagine non distruttiva meccanica con metodo SONREB e indagine elettrica.

A seguito della campagna di indagini è emerso che, se si esclude la zona di intradosso della soletta in corrispondenza dei giunti, la struttura presenta poche situazioni di degrado, perché la profondità della carbonatazione ha raggiunto solo la posizione delle staffe e il conglomerato dimostra di avere una buona resistenza a compressione; da una stima della velocità di degrado si evince che prima che si possano manifestare i primi distacchi di copriferro per l’impalcato possono passare ancora circa dieci anni.

Dalle indagini è emerso anche che gli apparecchi di appoggio a carrello hanno raggiunto il fine corsa e hanno danneggiato in maniera irreparabile i pilastri in c.a. di fine corsa; probabilmente anche gli apparecchi di appoggio a cerniera, che non sono fissate correttamente, hanno subito degli scorrimenti.

In merito alle indagini sui materiali, si segnala che la presenza di calcestruzzo con modeste caratteristiche meccaniche riscontrato per le travi prefabbricate e segnalato nella relativa relazione, a parere del sottoscritto riguarda solamente le testate delle travi e costituisce un getto di protezione delle piastre di ancoraggio dei cavi di precompressione; il calcestruzzo delle travi precomprese in c.a.p. è apparentemente in buone condizioni e presenta caratteristiche meccaniche conformi a quelle presumibilmente prescritte in fase di progetto, come confermato anche dalle indagini eseguite.

#### 4 - RILIEVO GEOMETRICO-STRUTTURALE

Del ponte non sono disponibili i disegni di progetto, che non sono in possesso della Provincia di Reggio Emilia, e pertanto è stato necessario eseguire il rilievo geometrico-strutturale.

A seguito del rilievo geometrico-strutturale e dell'ispezione dell'opera d'arte si è riscontrato che:

- i pilastri in c.a. di fine corsa degli appoggi scorrevoli sono completamente e irreparabilmente danneggiati e pertanto è necessario un intervento completo di demolizione e ricostruzione;
- gli apparecchi di appoggio a cerniera sono in genere in discrete condizioni, ma richiedono comunque un intervento di manutenzione con pulizia e rifacimento della verniciatura di protezione; inoltre hanno probabilmente subito degli scorrimenti, anche se modesti;
- gli apparecchi di appoggio a carrello hanno raggiunto il fine corsa e hanno provocato il danneggiamento dei pilastri in c.a.; si rileva comunque che lo spostamento che hanno subito dal montaggio è modesto e probabilmente sono stati montati con una inclinazione non corretta; in ogni caso anche per questi appoggi è necessario un intervento di manutenzione con pulizia e rifacimento della verniciatura di protezione;
- le pile alte in corrispondenza dell'attraversamento fluviale presentano un danneggiamento diffuso del calcestruzzo dei pulvini, sia sulla superficie di appoggio dei vincoli che su tutte le pareti esterne, con zone che richiedono il rifacimento completo dello strato superficiale del cls; nella pareti si ha invece un danneggiamento localizzato che richiede dei ripristini puntuali.

Si deve invece rilevare che:

- le travi in c.a.p. di impalcato e i traversi si trovano in buono stato di conservazione e non presentano danneggiamenti che richiedano un intervento urgente di riparazione del calcestruzzo;
- la soletta di impalcato, ad esclusione delle zone in corrispondenza dei giunti e del gocciolatoio esterno in corrispondenza degli sbalzi, si trova in buono stato di conservazione ;
- le pile basse e le spalle presentano un danneggiamento localizzato solo in alcune zone e il calcestruzzo in corrispondenza degli appoggi si trova in buono stato di conservazione;
- il ponte non presenta danneggiamenti per le azioni sismiche che ha subito negli anni.

## 5 - DESCRIZIONE DEI LAVORI

Il sottoscritto progettista, a seguito degli approfondimenti effettuati nella fase di progettazione definitiva-esecutiva, ha valutato necessaria la **sostituzione degli appoggi esistenti con nuovi appoggi in neoprene armato**, mantenendo comunque invariato il quadro economico previsto nel documento preliminare; questo intervento, dal punto di vista strutturale, si configura a parere del sottoscritto come **“miglioramento sismico**, mentre la riparazione degli apparecchi di appoggio esistenti, dal punto di vista strutturale, si poteva configurare come “riparazione o intervento locale”.

Infatti per i ponti esistenti, secondo il punto C8.8.7 della Circolare n. 7/2019, può rientrare nella categoria degli “interventi di riparazione o locali”, purché il numero delle corsie fisiche non sia incrementato e ove non ricorrano gli estremi per l’esecuzione di interventi di miglioramento o adeguamento, la sostituzione dei vincoli, a condizione che ciò non comporti una variazione di rigidità del sistema pila-vincoli superiori al 10%; in questo caso, avendo gli appoggi in elastomero armato bassa rigidità per le azioni orizzontali, la variazione di rigidità del sistema pila-vincoli è maggiore del 10%. Pertanto, ai sensi del punto C8.8.7 della Circolare n. 7/2019, si ricade nella categoria degli “interventi di miglioramento”, potendo rientrare la sostituzione degli appoggi negli interventi finalizzati a mitigare gli effetti della azione sismica (l’effetto della azione sismica sulle pile è più basso per la minore rigidità), anche se non vengono realizzati interventi finalizzati ad accrescere la capacità dell’opera nel suo insieme.

Secondo quanto previsto dal punto 8.4.2 del D.M. 17/01/2018, la valutazione di sicurezza e il progetto dell’intervento devono essere estesi a tutte le parti della struttura potenzialmente interessate da modifiche di comportamento e alla struttura nel suo insieme; pertanto in questo caso è necessario eseguire anche la “valutazione di sicurezza” del ponte nel suo complesso.

Si deve rilevare che gli appoggi esistenti, per come sono stati realizzati, non garantiscono la corretta trasmissione delle azioni sismiche agenti sull’impalcato; la presenza del doppio strato di piombo al di sopra degli apparecchi di appoggio a cerniera, dove presumibilmente non sono stati realizzati dispositivi di collegamento meccanico come tirafondi o spinotti in acciaio inseriti nella trave prefabbricata in c.a.p. (avendo fori per i tirafondi, anche se non utilizzati, è improbabile che ci siano spinotti interni, che peraltro sarebbe molto difficile inserire nella trave prefabbricata), per azioni elevate può dare luogo ad uno scivolamento che può inficiare il corretto comportamento del dispositivo di vincolo.

Secondo quanto previsto dalle norme tecniche vigenti, non è comunque possibile affidare il trasferimento delle azioni sismiche orizzontali a vincoli che funzionano ad attrito; pertanto, in caso di ripristino degli appoggi, bisognerebbe anche vincolare meccanicamente gli apparecchi di appoggio a cerniera alle pile/spalle e alle travi prefabbricate in c.a.p. dell’impalcato e l’operazione sarebbe piuttosto complessa.

Anche tenendo conto che il ripristino degli appoggi esistenti e il successivo rimontaggio costituisce una lavorazione piuttosto impegnativa e comunque costosa, da realizzare interamente nel momento in cui l'impalcato è mantenuto sollevato, il sottoscritto ritiene più conveniente provvedere alla loro sostituzione con nuovi apparecchi di appoggio in elastomero armato, conformi alle normative tecniche vigenti.

In questo caso l'appoggio in gomma è vulcanizzato alla piastra inferiore, che a sua volta è collegata con anche alla struttura in c.a., e può trasferire alla struttura della pila/spalla una azione orizzontale massima che è indicata nella scheda tecnica del dispositivo; al di sopra dell'appoggio è presente uno spinotto che trasferisce l'azione sismica alla struttura superiore, in questo caso mediante una apposita piastra con risvolti nervati che vengono collegati alla trave prefabbricata in c.a.p. con tasselli chimici.

Con l'utilizzo di apparecchi di appoggio in elastomero armato si ha inoltre una maggiore deformabilità del sistema pila-vincolo, perché la gomma ha una elevata deformabilità a taglio, con un conseguente aumento del periodo proprio di oscillazione e una riduzione della azione sismica sulla pila; in direzione longitudinale si ha, a parità di accelerazione sismica di base, una sollecitazione più bassa per la pila.

Con dimensioni non troppo elevate del giunto, l'unico problema che si potrebbe avere con gli appoggi in elastomero armato è quello del martellamento in direzione longitudinale tra le campate del ponte; secondo quanto previsto dal punto C8.8.2 della Circolare n.7/2019 per i ponti esistenti, qualora non sia possibile rispettare le indicazioni inerenti la "distanza tra costruzioni contigue" e gli "spostamenti relativi in appoggi mobili", occorre porre in essere idonei accorgimenti finalizzati a minimizzarne le conseguenze; nel caso in oggetto si ritiene che il martellamento degli impalcati, con un pressione di contatto modesta tra le testate, porti gli stessi a vibrare in fase e non produca danni significativi.

Secondo il punto 7.9.5.2 del D.M.17/01/2018, si possono adottare distanze inferiori se il martellamento induce meccanismi di rottura controllata e facilmente riparabili, compatibilmente con l'esercizio.

Con i lavori in oggetto si ritiene importante provvedere anche al rifacimento dei giunti del ponte e alla realizzazione di scarichi per le acque, in modo da evitare infiltrazioni di acqua contenente cloruri che danneggia sia gli appoggi che l'estradosso delle pile, da ripristinare nell'ambito di questo intervento.

Con i lavori in oggetto verranno pertanto realizzate le seguenti lavorazioni da eseguire per fasi:

- demolizione dei pilastri in c.a. di fine corsa degli apparecchi di appoggio a carrello;
- ripristino del calcestruzzo ammalorato del pulvino delle pile alte ed eventuale ripristino localizzato delle spalle e delle pile basse (il ripristino del calcestruzzo deve essere eseguito prima della sostituzione degli apparecchi di appoggio, almeno dove è richiesto il ripristino generalizzato, per non danneggiare con l'operazione i nuovi apparecchi di appoggio);
- accurata pulizia della superficie orizzontale delle spalle e delle pile per le quali non è stato eseguito il ripristino del calcestruzzo mediante raschiatura o idrolavaggio a bassa pressione;
- sollevamento dell'impalcato per almeno cm 1-2, e comunque per non più di cm 4, con un martinetto idraulico da almeno 80 t per ogni trave e fissaggio del martinetto in posizione di sollevamento mediante apposita ghiera; si precisa che per effetto del transito dei carichi accidentali, il carico agente sulla ghiera di fissaggio sarà pari a circa 120 t, maggiore della azione di sollevamento, stimata in circa 70 t per ogni trave prefabbricata (peso proprio dell'impalcato e carico permanente portato);
- puntellazione provvisoria di sicurezza con profilati metallici e piastre al di sotto dei traversi di testata;
- rimozione degli apparecchi di appoggio esistenti, sia a cerniera che a carrello, con l'eventuale taglio di zanche o spinotti, non visibili dall'esterno, che possano impedire la rimozione;
- realizzazione di nuovi baggioli di progetto in c.a. in corrispondenza degli apparecchi di appoggio a carrello esistenti, per raggiungere la stessa quota degli apparecchi di appoggio a cerniera; l'armatura dovrà essere collegata al pulvino mediante l'inghisaggio in appositi fori con resina malta reoplastica;
- montaggio dei nuovi apparecchi di appoggio a elastomero armato tipo ELASTOFIP EF HIGH 200/20 o equivalenti per tutti gli appoggio(attualmente a cerniera o a carrello); il collegamento al pulvino, in assenza di baggiolo, dovrà essere eseguito mediante realizzazione di un foro di almeno 50 mm di diametro per il posizionamento dello spinotto e il relativo colaggio di malta reoplastica per intasare il foro (il diametro del foro dovrà essere elevato perché al sotto del traverso la perforazione potrà essere realizzata solamente in obliquo); in presenza di baggiolo il posizionamento con lo spinotto dovrà essere fatto prima del getto del baggiolo;
- montaggio della piastra superiore in carpenteria metallica zincata a caldo per il fissaggio dell'appoggio alle travi prefabbricate, da fissare mediante n° 3+3 tasselli chimici M20, e intasamento dello spazio risultante con malta reoplastica tipo EMACO o equivalente;
- abbassamento dell'impalcato a maturazione del calcestruzzo dei baggioli completata.

Le precedenti lavorazioni dovranno essere eseguite per fasi successive, relative a ciascuna spalla o pila, partendo tassativamente dalla spalla 1 del lato ovest e procedendo successivamente da ovest a est senza saltare alcuna pila; in questo modo ogni campata durante il sollevamento ha sempre un appoggio fisso (nuovo appoggio a ovest; vecchio appoggio a cerniera a est) e non ci sono situazioni di possibile labilità.

Ovviamente i lavori preparatori, tipo demolizione pilastri in c.a. di fine corsa e ripristino del calcestruzzo, possono essere eseguiti prima di iniziare le fasi di sollevamento.

Durante queste fasi è prevista l'interruzione e la deviazione del traffico solo per le operazioni di sollevamento e di abbassamento dell'impalcato, che dovranno essere eseguite in orario notturno.

A completamento delle precedenti lavorazioni necessarie per la sostituzioni degli apparecchi di appoggio, dovranno essere eseguite le seguenti lavorazioni complementari:

- rimozione dei giunti, previa asportazione del conglomerato bituminoso della pavimentazione;
- demolizione parziale del calcestruzzo della soletta e del marciapiede, per l'allargamento del giunto esistente se è inferiore a cm 5,0, con eventuale inserimento di armature integrative;
- posa di nuovo giunto stradale sottopavimentazione tipo FIP P.P. o equivalente, adatto per assorbire scorrimenti longitudinali e trasversali degli impalcati con luci di circa 25 m e coprente varchi fino a 50 mm; il giunto è costituito da elementi in gomma armata a norme CNR 10018/85 da fissare alle solette, realizzati mediante una piastra a ponte centrale e due elementi portanti in acciaio, da scossalina di raccolta delle acque e da sistema di ancoraggio realizzato con zanche;
- ripristino della pavimentazione stradale in conglomerato bituminoso e taglio in corrispondenza del giunto con relativa sigillatura con bitume a freddo;
- realizzazione di nuovi scarichi delle acque superficiali, in numero di almeno quattro per campata;
- intervento di ripristino localizzato del calcestruzzo delle pile basse e delle spalle.

I lavori relativi all'impalcato e in particolare il rifacimento dei giunti dovranno essere eseguiti senza interrompere il traffico stradale; pertanto in questa fase dovrà essere previsto un senso unico alternato, con le lavorazioni da eseguire alternativamente per le due corsie.

## 6 - MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI LAVORI

Il cantiere interesserà, oltre alla sede stradale della Strada Cispadana SP62R var sul ponte del Torrente Crostolo, anche l'alveo del torrente stesso; la rischiosità connessa al traffico veicolare può essere controllata mediante limitazioni parziali e occasionalmente totali della circolazione sul ponte.

Altro approccio deve essere adottato per analizzare la rischiosità connessa alle lavorazioni all'interno dell'alveo del torrente. Sono stati analizzati i dati pluviometrici della più vicina stazione pluviometrica, sita a Santa Vittoria, a circa 4 km dal sito in esame, e l'analisi dei dati storici presenta una situazione idrometrica costante durante gran parte dell'anno, che è compatibile con l'installazione del cantiere. Esistono però alcune criticità in novembre ed in marzo in concomitanza con il periodo delle piene stagionali del fiume Po; dai dati riportati dalla stazione di Cadelbosco di Sopra, zona a monte del cantiere in oggetto, si osserva che il valore medio annuo livello dell'acqua di circa un metro nella giornata del 17 novembre 2019 partiva da 2 metri alle ore 00 per arrivare a 7 metri alle ore 5.45 dello stesso giorno.

Tale analisi evidenzia come durante i periodi stagionali delle piene la rischiosità legata alla variazione idrometrica non può essere controllata e pertanto le lavorazioni dovranno essere cantierate in periodo diverso da quello dalle piene stagionali, preferendo il periodo primavera-estate.

Le operazioni che vedranno l'installazione del cantiere all'interno dell'alveo prevedono, oltre alla formazione di ponteggi per poter accedere alle strutture in cemento armato da ripristinare, anche l'installazione dei macchinari atti a sollevare il ponte per poter permettere la sostituzione degli apparecchi di appoggio; sono state individuate 12 fasi di interruzione del traffico per poter permettere le operazioni di rimozione degli apparecchi di appoggio esistenti e la sostituzione degli stessi con nuovi dispositivi.

L'intervento prevede un alternarsi di lavorazioni secondo precise cadenze al fine di minimizzare le azioni di interruzione del traffico e di limitazioni parziali alla circolazione e così operare nel rispetto della sicurezza del cantiere e del traffico veicolare.

Si prevede una durata del cantiere di 4 mesi durante i quali le due sponde del Torrente Crostolo vedranno la presenza dell'installazione di due cantieri logistici, ai quali si accederà dalle strade di argine sfruttando per quanto possibile le piste già presenti, che consentono di arrivare alle pile del ponte.

Non è prevista modifica dello stato dei luoghi, se non limitate movimentazioni di terra finalizzate al consolidamento delle piste già presenti o all'eventuale ripristino delle stesse.

## 7 - MIGLIORAMENTO SISMICO

Ai sensi del paragrafo 8.3 del D.M. 17/01/2018:

*“La valutazione della sicurezza deve effettuarsi quando ricorra anche una sola delle seguenti situazioni:*

- *riduzione evidente della capacità resistente e/o deformativa della struttura o di alcune sue parti dovuta a: significativo degrado e decadimento delle caratteristiche meccaniche dei materiali, deformazioni significative conseguenti anche a problemi in fondazione; danneggiamenti prodotti da azioni ambientali (sisma, vento, neve e temperatura), da azioni eccezionali (urti, incendi, esplosioni) o da situazioni di funzionamento ed uso anomali;*
- *provati gravi errori di progetto o di costruzione;*
- *cambio della destinazione d'uso della costruzione o di parti di essa, con variazione significativa dei carichi variabili e/o passaggio ad una classe d'uso superiore;*
- *esecuzione di interventi non dichiaratamente strutturali, qualora essi interagiscano, anche solo in parte, con elementi aventi funzione strutturale e, in modo consistente, ne riducano la capacità e/o ne modificano la rigidità;*
- *ogni qualvolta si eseguano gli interventi strutturali di cui al § 8.4:*
- *opere realizzate in assenza o difformità dal titolo abitativo, ove necessario al momento della costruzione, o in difformità alle norme tecniche per le costruzioni vigenti al momento della costruzione”.*

In particolare ai sensi del paragrafo 8.4.3 del D.M. 17/01/2018:

*“L'intervento di adeguamento della costruzione è obbligatorio quando si intenda:*

- a) *sopraelevare la costruzione;*
- b) *ampliare la costruzione mediante opere ad essa strutturalmente connesse e tali da alterarne significativamente la risposta;*
- c) *apportare variazioni di destinazione d'uso che comportino incrementi dei carichi globali verticali in fondazione superiori al 10%, valutati secondo la combinazione caratteristica di cui alla equazione 2.5.2 del § 2.5.3, includendo i soli carichi gravitazionali; resta comunque fermo l'obbligo di procedere alla verifica locale delle singole parti e/o elementi della struttura, anche se interessano porzioni limitate della costruzione;*
- d) *effettuare interventi strutturali volti a trasformare la costruzione mediante un insieme sistematico di opere che portino ad un sistema strutturale diverso dal precedente; nel caso degli edifici, effettuare interventi strutturali che trasformano il sistema strutturale mediante l'impiego di nuovi elementi verticali portanti su cui grava almeno il 50% dei carichi gravitazionali complessivi riferiti ai singoli piani;*
- e) *apportare modifiche di classe d'uso che conducano a costruzioni di classe III ad uso scolastico o di classe IV”.*

Poiché con l'intervento in oggetto la costruzione non viene trasformata mediante un insieme sistematico di opere che portino ad un sistema strutturale diverso dal precedente ed inoltre non vengono apportate variazioni di destinazione d'uso o modifiche di classe d'uso, ai sensi del paragrafo 8.4.3 del D.M. 17/01/2018, non sussiste l'obbligo di eseguire un intervento di adeguamento sismico.

L'obbligo di eseguire la valutazione della sicurezza sussiste ai sensi del paragrafo 8.3 del D.M. 17/01/2018, poiché viene eseguito un intervento strutturale. I lavori in oggetto in particolare modificano la rigidità del sistema pila-vincolo e modificano pertanto il comportamento della costruzione.

I lavori di "Ripristino delle strutture in c.a. e degli apparecchi di appoggio del Ponte sul Torrente Crostolo sulla SP62R var al km 14+150" costituiscono intervento di miglioramento; secondo quanto riportato al paragrafo 8.4.2. del D.M. 17/01/2018, *"la valutazione della sicurezza e il progetto di intervento dovranno essere estesi a tutte le parti della struttura potenzialmente interessate da modifiche di comportamento, nonché alla struttura nel suo insieme"*; la valutazione della sicurezza deve pertanto riguardare il comportamento dell'intera costruzione.

Come consentito del paragrafo 8.3 del D.M. 17/01/2018 per gli edifici esistenti ad esclusione di quelli in classe d'uso IV, la valutazione della sicurezza e la progettazione degli interventi sulla costruzione esistente in oggetto sono stati eseguiti facendo riferimento ai soli SLU.

La **valutazione della sicurezza relativa allo stato di fatto**, effettuata conformemente al capitolo 8 delle norme tecniche per le costruzioni, di cui al Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 17 gennaio 2018, pubblicato nel supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale n° 42 del 20 febbraio 2018, ha evidenziato che **nelle verifiche rispetto alle azioni sismiche il ponte in oggetto ha attualmente un livello di sicurezza  $\zeta_E$  pari a 0.35** (valore dato dal rapporto tra l'azione sismica massima sopportabile dalla struttura e l'azione sismica massima che si utilizzerebbe nel progetto di una nuova costruzione).

La **valutazione della sicurezza relativa allo stato di fatto** ha evidenziato che **nelle verifiche rispetto alle azioni statiche gli elementi strutturali dell'edificio in oggetto hanno attualmente un livello di sicurezza  $\zeta_{v,i}$  pari a 0.75** (dato dal rapporto tra il valore massimo del sovraccarico variabile verticale sopportabile da quella parte della costruzione e il valore del sovraccarico verticale variabile che si utilizzerebbe nel progetto di una nuova costruzione, misurato facendo riferimento al momento flettente per la trave di bordo, che risulta essere quella più sollecitata).

Si evidenzia che questo valore del livello di sicurezza permette il transito dei carichi massimi previsti dal codice della strada e pone delle limitazioni per il solo transito dei carichi eccezionali; non si ritiene opportuno, per il momento, eseguire interventi per aumentare il livello di sicurezza per i carichi statici.

Nell'ambito della valutazione della sicurezza sono stati determinati i carichi massimi che possono transitare sul ponte; poiché delle travi prefabbricate dell'impalcato non si conosce l'armatura di precompressione, la portata delle travi è stata determinata solamente con il "progetto simulato".

Vista la scarsa attendibilità del metodo, per il sottoscritto è indispensabile verificare i risultati del progetto simulato eseguendo una campagna completa di prove di carico.

Per le caratteristiche del manufatto, non volendo limitare le prove alle campate 1 o 5 dove si possono utilizzare sensori elettronici, si ritiene opportuno eseguire una prova di carico con metodo inclinometrico; si esclude la lettura delle frecce con livelli di precisione, perché è necessario avere una lettura immediata delle frecce. Si ritiene utile inoltre eseguire la caratterizzazione dinamica del ponte su almeno due o tre campate distinte.

La **valutazione della sicurezza relativa allo stato di progetto**, effettuata conformemente al capitolo 8 delle norme tecniche per le costruzioni, di cui al Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 17 gennaio 2018, pubblicato nel supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale n° 42 del 20 febbraio 2018, ha evidenziato che **nelle verifiche rispetto alle azioni sismiche il ponte in oggetto raggiungerà un livello di sicurezza  $\zeta_E$  pari a 0.60** (valore dato dal rapporto tra l'azione sismica massima sopportabile dalla struttura e l'azione sismica massima che si utilizzerebbe nel progetto di una nuova costruzione).

Reggio Emilia, lì 18/11/2020

IL PROGETTISTA  
**Ing. Claudio Torreggiani**