

PROVINCIA DI BRESCIA

SP 11 - ORZINUOVI-ACQUAFREDDA
MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL PONTE
AL KM 27+470 IN COMUNE DI PAVONE MELLA
CUP H87H20001890002
MANUFATTO CODICE: BSSP011_P008

PROGETTO ESECUTIVO

Relazione di preparazione della prova di carico

Committente: Provincia di Brescia
AREA DEL TERRITORIO
SETTORE DELLE STRADE E DEI TRASPORTI

Progettista: Dott. Ing. Adriano Reggia
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Brescia Sez. A N.4801

Luogo: Brescia
Data: 2022-07-10
Pagine: 16

(Documento informatico firmato digitalmente ai sensi del D.Lgs 82/2005 s.m.i. e norme collegate, il quale sostituisce il documento cartaceo e la firma autografa)

SOMMARIO

1	INTRODUZIONE.....	5
1.1	Oggetto.....	5
1.2	Normativa di riferimento	6
1.3	Documentazione tecnica	8
2	PROVE DI CARICO IN SITU	9
2.1	Analisi della struttura	9
2.1.1	Materiali	9
2.1.2	Azioni sui ponti stradali.....	10
2.1.3	Combinazione delle azioni	11
2.1.4	Schemi statici	12
2.1.5	Metodi di analisi.....	13
2.1.6	Risposta strutturale	14
3	CONCLUSIONI	16

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Vista area del ponte al km 27+470 della SP 11 “ORZINUOVI-ACQUAFREDDA” nel Comune di Pavone del Mella (BS): US1 (azzurro) e US2 (arancio).....	5
Figura 2: Schema statico travi A1...A4 della US2 allo stato di progetto in combinazione A1	12
Figura 3: Risposta strutturale delle travi A1...A4 (CAMPATA OVEST)della US2 allo stato di progetto in combinazione A1	14
Figura 4: Risposta strutturale delle travi A1...A4 (CAMPATA CENTRALE) della US2 allo stato di progetto in combinazione A1	14
Figura 5: Risposta strutturale delle travi A1...A4 (CAMPATA EST) della US2 allo stato di progetto in combinazione A1	15

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1: Individuazione delle unità strutturali (US).....	5
Tabella 2: Valori medi delle proprietà elastiche dei materiali della US2	9
Tabella 3: Valori medi delle resistenze dei materiali esistenti della US2: resistenza a compressione (f_{cm}), resistenza a trazione (f_{ctm}), tensione di snervamento (f_{ym}), tensione a carico massimo (f_{tm}) dell'acciaio, tensione media a carico massimo (f_{ptm}) e tensione media allo 0,1% di tensione residua ($f_{p(0,1)m}$) dell'acciaio da precompressione.....	9
Tabella 4: Peso proprio dei materiali esistenti della US	10
Tabella 5: Carichi permanenti portati della US	10
Tabella 6: Combinazione per prova di carico della US2.....	11
Tabella 7: Metodo di analisi adottato per la US2	13

1 INTRODUZIONE

1.1 Oggetto

La presente relazione di preparazione della prova di carico riguarda la progettazione esecutiva dell'intervento di manutenzione straordinaria del ponte al km 27+470 della SP 11 "ORZINUOVI-ACQUAFREDDA" nel Comune di Pavone Mella (BS). In Tabella 1 vengono identificate le due US che costituiscono la struttura. Figura 1 illustra la viste aerea delle due US.

Tabella 1: Individuazione delle unità strutturali (US)

Unità strutturale	Denominazione	Strada provinciale	Progressiva chilometrica	Codice manufatto	Localizzazione	Comune
US1	PONTE STORICO	SP 11 "ORZINUOVI ACQUAFREDDA"	km 27+470	BSSP011_P008	45,30168 N 10,19932 E	Pavone Mella (BS)
US2	AMPLIAMENTO					



Figura 1: Vista area del ponte al km 27+470 della SP 11 "ORZINUOVI-ACQUAFREDDA" nel Comune di Pavone del Mella (BS): US1 (azzurro) e US2 (arancio)

1.2 Normativa di riferimento

La relazione di calcolo strutturale in oggetto è stata prodotta in riferimento alle seguenti normative:

- Ministero dei Lavori Pubblici, Decreto 10 gennaio 1907, Roma, 1907.
- Regno d'Italia, Regio Decreto-Legge 4 settembre 1927 n. 1981 - Nuove norme per l'accettazione di agglomerati idraulici e l'esecuzione delle opere in conglomerato cementizio semplice ed armato, Roma, 1927.
- Regno d'Italia, Regio Decreto-Legge 16 novembre 1939 n. 2229 - Norme per l'esecuzione delle opere in conglomerato cementizio semplice ed armato, Roma, 1940.
- Ministero dei Lavori Pubblici, Decreto 30 maggio 1972 n. 9161 - Norme tecniche alle quali devono uniformarsi le costruzioni in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica, Roma, 1972.
- Ministero dei Lavori Pubblici, Decreto 30 maggio 1974 - Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in conglomerato cementizio armato normale ai sensi della Legge 5 novembre 1971 N.1086 ed in sostituzione del decreto ministeriale 30 maggio 1972, Roma 1975.
- Comunità Europea, EURONORM 139-79 - Acciai per cemento armato precompresso, Lussemburgo, 1979.
- Ministero dei Lavori Pubblici, Decreto 9 gennaio 1996 - Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche, Roma, 1996.
- Ente Italiano di Normazione, UNI EN 1542:2000 - Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Metodi di prova - Misurazione dell'aderenza per trazione diretta, Milano, 2000.
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale, Linee Guida sui calcestruzzi strutturali ad alta resistenza, Roma, 2001.
- Presidenza della Repubblica Italiana, D.P.R. 6 giugno 2001 n. 380 - Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia, Roma, 2001.
- Ente Italiano di Normazione, UNI EN 14889-1:2006 - Fibre per calcestruzzo - Parte 1: Fibre di acciaio - Definizioni, specificazioni e conformità, Milano, 2006.
- Ente Italiano di Normazione, UNI EN 14889-2:2006 - Fibre per calcestruzzo - Parte 2: Fibre polimeriche - Definizioni, specificazioni e conformità, Milano, 2006.
- Ente Italiano di Normazione, UNI EN 14630:2007 - Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Metodi di prova - Determinazione della profondità di carbonatazione di un calcestruzzo indurito con il metodo della fenolftaleina, Milano, 2007.
- Ente Italiano di Normazione, UNI EN 14651: 2007 - Metodo di prova per calcestruzzo con fibre metalliche - Misurazione della resistenza a trazione per flessione (limite di proporzionalità (LOP), resistenza residua), Milano, 2007.
- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Decreto 14 gennaio 2008 n. 29 - Nuove norme tecniche per le costruzioni, Roma, 2008.
- Ente Italiano di Normazione, UNI EN 12390-1:2012, Prova sul calcestruzzo indurito - Parte 1: Forma, dimensioni ed altri requisiti per provini e per casseforme, Milano, 2012.
- Ente Italiano di Normazione, UNI EN 12504-2:2012, Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Parte 2: Prove non distruttive - Determinazione dell'indice sclerometrico, Milano, 2012.
- Governo della Repubblica Italiana, D.Lgs. 12 aprile 2006 n. 163 - Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE - Aggiornamento al D.L. 24 giugno 2014, n. 90, Roma, 2014.

- Ente Italiano di Normazione, UNI EN 1992-1-1:2015 - Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici, Milano, 2015.
- Ente Italiano di Normazione, UNI EN 206:2016 - Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità, Milano, 2016.
- Ente Italiano di Normazione, UNI 11104:2016 - Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206, Milano, 2016.
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale, Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale, Roma, 2017.
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale, Linee guida per la valutazione delle caratteristiche del calcestruzzo in opera, Roma, 2017.
- American Society for Testing and Materials International, ASTM C803 / C803M - 18 - Standard Test Method for Penetration Resistance of Hardened Concrete, West Conshohocken, PA, USA.
- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Decreto 17 gennaio 2018 - Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni», Roma, 2018.
- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Circolare 21 gennaio 2019, n.7 C.S.LL.PP - Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018, Roma, 2019.
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale, Linea guida per l'identificazione, la qualificazione, la certificazione di valutazione tecnica ed il controllo di accettazione dei calcestruzzi fibrorinforzati FRC (Fiber Reinforced Concrete), Roma, 2019.
- Ente Italiano di Normazione, UNI EN 12350-1:2019, Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 1: Campionamento e apparecchiatura comune, Milano, 2019.
- Ente Italiano di Normazione, UNI EN 12390-2:2019, Prove sul calcestruzzo indurito - Parte 2: Confezione e stagionatura dei provini per prove di resistenza, Milano, 2019.
- Ente Italiano di Normazione, UNI EN 12390-3:2019, Prove sul calcestruzzo indurito - Prove sul calcestruzzo indurito - Parte 3: Resistenza alla compressione dei provini, Milano, 2019.
- Ente Italiano di Normazione, UNI EN 12390-8:2019, Prove sul calcestruzzo indurito - Parte 8: Profondità di penetrazione dell'acqua sotto pressione, Milano, 2019.
- Ente Italiano di Normazione, UNI EN 12504-1:2019, Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Parte 1: Carote - Prelievo, esame e prova di compressione, Milano, 2019.
- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Consiglio Superiore dei Lavori, Linea guida per la classificazione e gestione del rischio, la valutazione della sicurezza ed il monitoraggio dei ponti esistenti, Roma, 2020.

1.3 Documentazione tecnica

La relazione di calcolo strutturale in oggetto è stata prodotta considerando la seguente documentazione tecnica:

- Deutsches Institut für Bautechnik, European Technical Assessment ETA-12/0083 of 21 June 2019. Injection System Hilti HIT-HY 200-R for rebar connection. Post-installed rebar connection under seismic action, 2019.
- Dott. Ing. Adriano Reggia, Proposta di indagini relative al ponte SP11 km 27+470 su fiume Mella BSSSP011_P008 nel Comune di Cigole (BS) e nel Comune di Pavone del Mella (BS), Brescia, 2021.
- P&PLMC Laboratori Materiali e Componenti, PONTE AL KM 27+470 SULLA SP11 "ORZINUOVI-ACQUAFREDDA" NEL COMUNE DI CIGOLE/PAVONE MELLA (BS) Indagini diagnostiche conoscitive, Seriate (BG), 2020.
- Lentini, R. Scalvini, D. Braiato, M. Lancini, E., LINEE GUIDA PER LA CLASSIFICAZIONE E GESTIONE DEL RISCHIO, LA VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA ED IL MONITORAGGIO DEI PONTI ESISTENTI - LIVELLO 1: Scheda RISCHIO IDRAULICO, 27/01/2021.
- Autorità di bacino del fiume Po, Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni (Art. 7 della Direttiva 2007/60/CE e del D.lgs. n. 49 del 23.02.2010), Profili di piena dei corsi d'acqua del reticolo principale, Marzo 2016.

2 PROVE DI CARICO IN SITU

2.1 Analisi della struttura

2.1.1 Materiali

2.1.1.1 Unità Strutturale US2 (AMPLIAMENTO)

La stima dei valori medi delle proprietà elastiche dei materiali esistenti della US2 è riportata in Tabella 2.

Tabella 2: Valori medi delle proprietà elastiche dei materiali della US2

US2 (AMPLIAMENTO)							
Stato	Elemento strutturale	Materiale	CALCESTRUZZO			ACCIAIO	ACCIAIO PRECOMPRESSIONE
			E_{cm}	G_{cm}	ν	E_{sm}	E_{sm}
(-)	(-)	(-)	(GPa)	(GPa)	(-)	(GPa)	(GPa)
Stato di fatto	A1...A4	CA5	37	15	0,2	200	200
	T3-T4	CA6	33	14	0,2	200	-
	P5...P8	CA7	28	12	0,2	200	-
	F3-F4	CA8	28	12	0,2	200	-

La stima dei valori medi delle resistenze dei materiali esistenti della US2 è riportata in Tabella 3.

Tabella 3: Valori medi delle resistenze dei materiali esistenti della US2: resistenza a compressione (f_{cm}), resistenza a trazione (f_{ctm}), tensione di snervamento (f_{ym}), tensione a carico massimo (f_{tm}) dell'acciaio, tensione media a carico massimo (f_{ptm}) e tensione media allo 0,1% di tensione residua ($f_{p(0,1)m}$) dell'acciaio da precompressione

US2 (AMPLIAMENTO)								
Stato	Elemento strutturale	Materiale	CALCESTRUZZO		ACCIAIO		ACCIAIO PRECOMPRESSIONE	
			f_{cm}	f_{ctm}	f_{ym}	f_{tm}	f_{ptm}	$f_{p(0,1)m}$
(-)	(-)	(-)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Stato di fatto	A1...A4	CA5	56	4,0	450	540	1670	1420
	T3-T4	CA6	39	3,3	450	540	-	-
	P5...P8	CA7	22	2,1	450	540	-	-
	F3-F4	CA8	22	2,1	450	540	-	-

2.1.2 Azioni sui ponti stradali

2.1.2.1 Azioni permanenti

2.1.2.1.1 Unità Strutturale US2 (AMPLIAMENTO)

Sulla base delle fasi conoscitive effettuate, è stato possibile individuare il peso proprio degli elementi strutturali (G_1) e i carichi permanenti portati (G_2), quali la pavimentazione stradale e le barriere stradali di sicurezza. I pesi propri dei materiali esistenti della US2 sono elencati in Tabella 4. I carichi permanenti portati della US2 allo stato di fatto sono elencati in Tabella 5.

Tabella 4: Peso proprio dei materiali esistenti della US

US2 (AMPLIAMENTO)					
Stato	Materiale	Tipologia di materiale	Funzione	Tipologia di carico	Valore caratteristico
(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(kN/m ³)
Stato di fatto/ Stato di progetto	CA5	Calcestruzzo armato	Strutturale	G ₁	25,00
	CA6	Calcestruzzo armato	Strutturale	G ₁	25,00
	CA7	Calcestruzzo armato	Strutturale	G ₁	25,00
	CA8	Calcestruzzo armato	Strutturale	G ₁	25,00
	PS1	Pavimentazione stradale	Non strutturale	G ₂	25,00

Tabella 5: Carichi permanenti portati della US

US2 (AMPLIAMENTO)					
Stato	Materiale	Tipologia di materiale	Funzione	Tipologia di carico	Valore caratteristico
(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(kN/m)
Stato di fatto/ Stato di progetto	BS1	Barriera di sicurezza	Non strutturale	G ₂	0,10

2.1.3 Combinazione delle azioni

La valutazione del comportamento delle strutture verrà eseguita considerando i carichi permanenti propri della struttura e dei sovraccarichi posti in opera durante la prova di carico. Ai fini di tale valutazione verrà utilizzata le seguenti combinazioni delle azioni:

- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + Q_1$$

dove:

g_1 peso proprio degli elementi strutturali;

g_2 carichi permanenti portati (pavimentazione stradale, marciapiedi, barriere acustiche, barriere di sicurezza stradale, parapetti finiture, sistema di smaltimento delle acque, attrezzature stradali, rinfianchi e simili).

g_3 altre azioni permanenti (spinta delle terre, spinte idrauliche, ecc.);

Q_1 azione variabile di base;

Q_2, Q_3 azioni variabili di accompagnamento.

Nelle formule sopra riportate il simbolo “+” si intende “combinato con”.

2.1.3.1 Unità Strutturale US2 (AMPLIAMENTO)

La combinazione considerata per la prova di carico della US2 è illustrata in Tabella 6.

Tabella 6: Combinazione per prova di carico della US2

US2 - BASSANO BRESCIANO				
Stato	Elemento strutturale	Tipologia strutturale	Combinazione delle azioni	Azione variabile di base
Stato di progetto	A1...A4	Travi in CAP	A1	Prova di carico

2.1.4 Schemi statici

2.1.4.1 Unità Strutturale US2 (AMPLIAMENTO)

Figura 2 illustra lo schema statico delle travi A1...A4 della US2 considerato per la prova di carico.

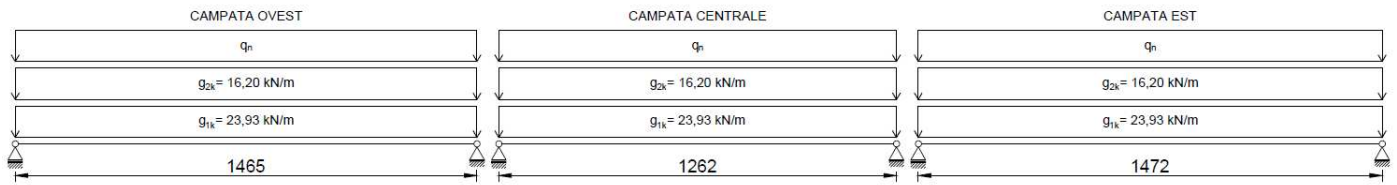


Figura 2: Schema statico travi A1...A4 della US2 allo stato di progetto in combinazione A1

2.1.5 Metodi di analisi

L'analisi strutturale, volta alla valutazione degli effetti delle azioni, può adottare i metodi seguenti:

- a) analisi elastica lineare;
- b) analisi plastica;
- c) analisi non lineare.

Quando rilevante, nei metodi di analisi vanno considerati gli effetti del secondo ordine. Gli effetti del secondo ordine possono essere trascurati se sono inferiori al 10% dei corrispondenti effetti del primo ordine, oppure se sono soddisfatte le verifiche di stabilità per gli elementi snelli.

2.1.5.1 Unità Strutturale US2 (AMPLIAMENTO)

Il metodo di analisi adottato per la valutazione della risposta strutturale delle travi A1...A4 della US2 sono illustrati in Tabella 7.

Tabella 7: Metodo di analisi adottato per la US2

US2 (AMPLIAMENTO)					
Stato	Elemento strutturale	Livello di conoscenza	Tipologia strutturale	Combinazione delle azioni	Metodo di analisi
Stato di progetto	A1...A4	LC2	Implacato	A1	Analisi non lineare

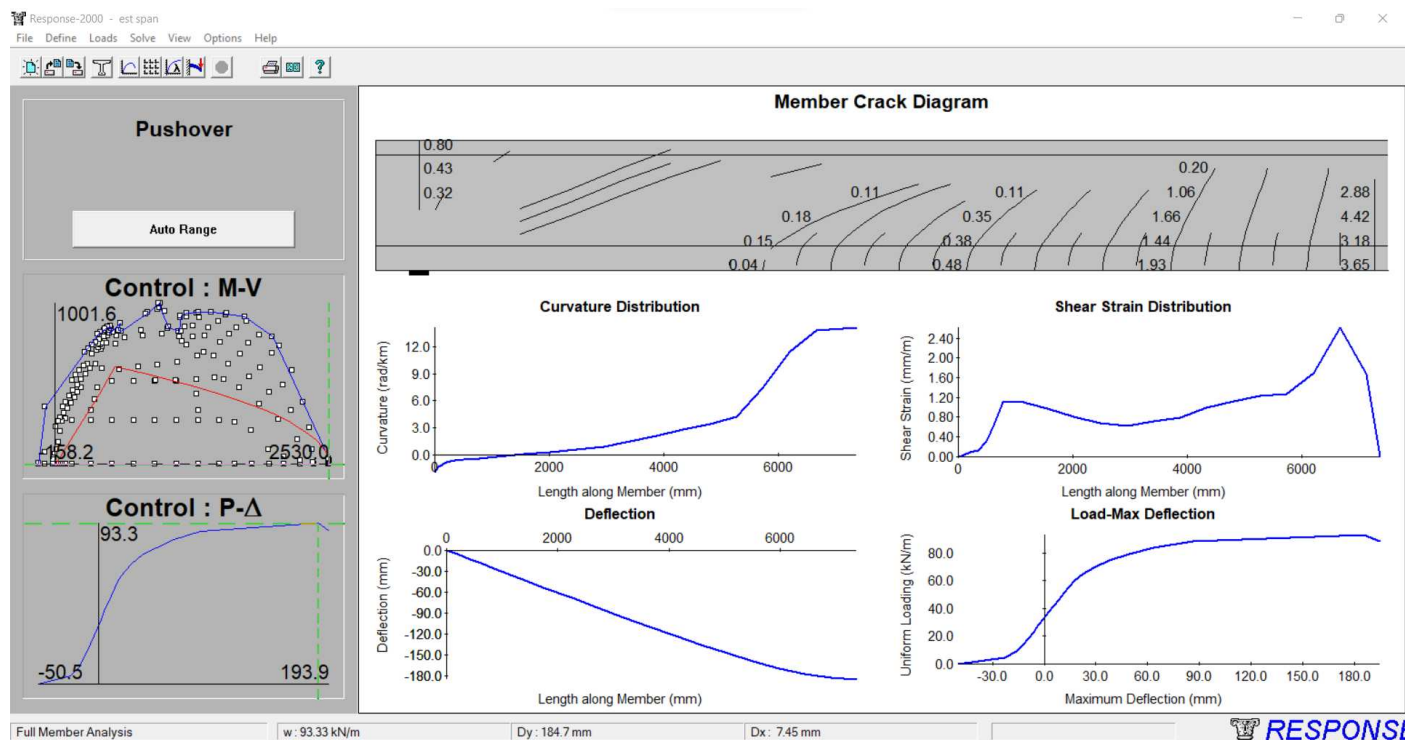


Figura 5: Risposta strutturale delle travi A1...A4 (CAMPATA EST) della US2 allo stato di progetto in combinazione A1

3 CONCLUSIONI

La presente relazione di preparazione della prova di carico riguarda la progettazione esecutiva dell'intervento di manutenzione straordinaria del ponte al km 27+470 della SP 11 "ORZINUOVI-ACQUAFREDDA" nel Comune di Pavone Mella (BS). La relazione di preparazione della prova di carico ha illustrato la risposta strutturale delle travi dell'impalcato del ponte.

Brescia, 2022-07-10

Il Progettista
Dott. Ing. Adriano Reggia