



REGIONE TOSCANA



PROVINCIA DI AREZZO

Lavori di ripristino giunti sul viadotto di Poggilupi e viadotto Leonardo nell'ambito delle opere di completamento della variante STR 69 1° e 2° lotto (scheda AR - 1AB)

CIG 9880901972

CUP I97H25000110002



PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

Descrizione elaborato

Relazione di calcolo - Viadotto Leonardo

Data
Giugno 2026

Codice interno	Lotto/Tratto	Livello	Ambito	Tipo	Numero	Rev.
25148	LU	PE	STR	R	02	02

Responsabile unico del procedimento:
Ing. Luca Pigolotti

Responsabile della progettazione:
Ing. Matteo Pierami

Responsabile della sicurezza in fase di progettazione:
Ing. Matteo Pierami

Progettazione:



REV	DATA	MOTIVAZIONE	REDATTO	VERIFICATO	AUTORIZZATO	EMESSO
00	Marzo 2026	Prima emissione	Ing. I. Lacchini	Ing. B. Rodà	Ing. A. Dami	Ing. M. Pierami
01	Aprile 2026	Seconda emissione	Ing. I. E. Ianniello	Ing. N. Giusti	Ing. A. Dami	Ing. M. Pierami
02	Giugno 2026	Terza emissione	Ing. I. E. Ianniello	Ing. N. Giusti	Ing. A. Dami	Ing. M. Pierami



REGIONE TOSCANA



PROVINCIA DI AREZZO

LAVORI DI RIPRISTINO GIUNTI SUL VIADOTTO DI POGGILUPI E VIADOTTO LEONARDO NELL'AMBITO DELLE OPERE DI COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE
STR 69 1° E 2° LOTTO (SCHEDA AR-1AB)

Sommario

1	Premessa.....	2
2	Normativa di riferimento.....	2
3	Classificazione dell'intervento.....	2
4	Valutazione della sicurezza.....	2
4.1	Analisi storico critica.....	2
4.2	Rilievo.....	3
4.3	Caratterizzazione meccanica dei materiali.....	3
4.4	Livelli di conoscenza e fattori di confidenza.....	4
5	Analisi dei carichi.....	4
6	Viadotto Leonardo.....	5
6.1	Schema statico e ipotesi di calcolo.....	5
6.2	Spostamenti dovuti alla variazione termica uniforme.....	5
6.2.1	Rotazioni dovute alla variazione termica differenziale.....	5



1 Premessa

Il presente progetto ha come oggetto i lavori di sostituzione dei giunti di dilatazione per il Viadotto Leonardo in gestione alla Provincia di Arezzo, con lo scopo di garantire la sicurezza durante la regolare circolazione stradale.

2 Normativa di riferimento

La normativa di riferimento è la seguente:

- D.M. 17/01/2018- Norme Tecniche per le Costruzioni ("NTC2018");
- Circolare n.7 del 21/01/2019- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ("Circolare").

3 Classificazione dell'intervento

Le NTC 2018, per gli interventi sulle costruzioni esistenti, individuano le seguenti categorie di intervento:

- interventi di adeguamento atti a conseguire i livelli di sicurezza previsti dalle presenti norme;
- interventi di miglioramento atti ad aumentare la sicurezza strutturale esistente, pur senza necessariamente raggiungere i livelli richiesti dalle presenti norme;
- riparazioni o interventi locali che interessino elementi isolati, e che comunque comportino un miglioramento delle condizioni di sicurezza preesistenti.

Nel presente caso in esame, con riferimento al punto C8.8.7 della Circolare:

- non vi è incremento del numero delle corsie fisiche;
- gli interventi non sono finalizzati ad accrescere la capacità dell'opera nel suo insieme;
- gli interventi non sono finalizzati a mitigare gli effetti dell'azione sismica;
- gli interventi in progetto non sono classificabili come adeguamento sismico.

Infatti, i lavori sono localizzati e riguardano singoli parti e/o elementi delle strutture e interessano porzioni limitate della costruzione. L'intervento dunque ricade nella categoria di **intervento locale** ai sensi del punto 8.4. delle NTC2018.

Il progetto e la valutazione della sicurezza vengono perciò riferiti alle sole parti e/o elementi interessati dall'intervento (giunti di dilatazione).

4 Valutazione della sicurezza

Trattandosi di un intervento locale su una struttura esistente, la valutazione della sicurezza è riferita alle sole parti ed elementi interessati.

La procedura utilizzata è quella indicata al punto 8.5 delle NTC2018, che prevede le seguenti fasi:

- analisi storico-critica;
- rilievo;
- caratterizzazione meccanica dei materiali;
- valutazione dei livelli di conoscenza e fattori di confidenza.

4.1 Analisi storico critica

Trattasi di opera di recente costruzione; i lavori del viadotto Leonardo sono iniziati nel 2009 ed è stato inaugurato nel 2014.

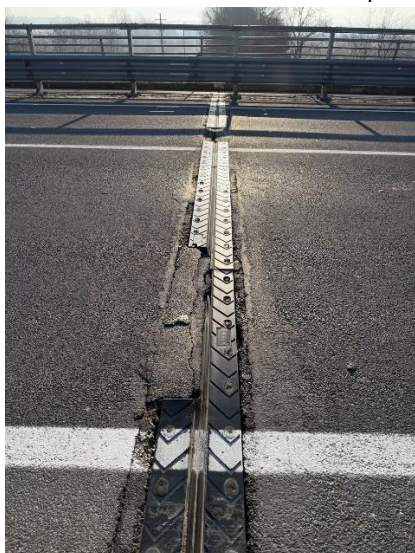


4.2 Rilievo

È stato eseguito un sopralluogo in data 16/10/2025, in cui sono state effettuate fotografie delle parti interessate.

In data 02/02/2026 è stato effettuato un ulteriore sopralluogo in cui sono state accertate le condizioni e le dimensioni dei giunti presenti.

In corrispondenza della Pila 3 – Viadotto Leonardo



In corrispondenza della Pila 7 – Viadotto Leonardo

4.3 Caratterizzazione meccanica dei materiali

L'intervento strutturale, prevedendo la sola sostituzione integrale del giunto di dilatazione senza ulteriori interventi sulle strutture, non ha comportato la necessità di approfondimenti in merito alle proprietà meccaniche dei materiali in opera.



4.4 Livelli di conoscenza e fattori di confidenza

Non essendo necessaria una valutazione della sicurezza in termini assoluti tramite il confronto di una capacità resistente con un'azione sollecitante, il fattore di confidenza FC non viene esplicitato. Infatti, consistendo la verifica della sicurezza in un confronto tra capacità resistenti, prima e dopo l'intervento, il fattore FC comparirebbe ai due membri della disuguaglianza di verifica.

Le indagini svolte sono comunque atte a garantire un livello di conoscenza LC1.

Da una prima analisi come causa di danneggiamento del giunto era stata fatta l'ipotesi della rotazione relativa delle travi a seguito della variazione termica differenziale. Tuttavia, dai calcoli, di seguito riportati, si ricavano spostamenti ridotti e pertanto si ipotizza che il danneggiamento sia conseguenza della non corretta posa del giunto in fase di posa.

5 Analisi dei carichi

Di seguito, si riportano i calcoli di seguito effettuati per la verifica degli spostamenti dovuti a variazioni termiche.

In riferimento alle Norme Tecniche delle Costruzioni (capitolo 3.5.2), la temperatura dell'aria esterna dell'area di intervento è possibile valutarla in base alle seguenti formule:

Zona II

Liguria, Toscana, Umbria, Lazio, Sardegna, Campania, Basilicata:

$$T_{\min} = -8 - 6 \cdot a_s / 1000 \quad [3.5.3]$$

$$T_{\max} = 42 - 2 \cdot a_s / 1000 \quad [3.5.4]$$

Si assume a_s pari a 150 m slm:

$$T_{\min} = -8 - 6 \cdot 150 / 1000 = -8,9^\circ\text{C}$$

$$T_{\max} = 42 - 2 \cdot 150 / 1000 = 41,7^\circ\text{C}$$

Si ottiene una variazione termica uniforme pari a $\Delta T = T_{\max} - T_{\min} = \pm 50,6^\circ\text{C}$.

Si assume cautelativamente una variazione termica differenziale pari a $\pm 20,5^\circ\text{C}$.



6 Viadotto Leonardo

6.1 *Schema statico e ipotesi di calcolo*

Per determinare le escursioni a cui saranno sottoposti i giunti di si assume cautelativamente come schema statico dell'impalcato quello di trave semplicemente appoggiata.

Si ipotizza che l'impalcato abbia già scontato gli allungamenti/ritiri dovuti a ritiro, viscosità e rotazioni dovuti ai carichi permanenti.

6.2 *Spostamenti dovuti alla variazione termica uniforme*

Si assume, a seguito della tipologia di vincolamento imposta, che gli spostamenti dovuti alla variazione termica uniforme siano interamente assorbiti dal giunto di dilatazione in corrispondenza della pila 7.

Dati di input:

$\Delta T = \pm 50,6$ °C Variazione termica uniforme

$\alpha_t = 12 \cdot 10^{-6}$ [1/°C] Coefficiente di dilatazione termica

L = 265 m Luce totale tra pila 3 e pila 7

L'allungamento tra pila 3 e pila 7 risulta essere pari a:

$$\Delta L = \pm \Delta T \cdot \alpha_t \cdot L_1 = 50,6 \cdot 12 \cdot 10^{-6} \cdot 265 \cdot 1.000 = \pm 161 \text{ mm}$$

6.2.1 Rotazioni dovute alla variazione termica differenziale

Dati di input:

$\Delta T = \pm 20,5$ °C Variazione termica differenziale

$\alpha_t = 12 \cdot 10^{-6}$ [1/°C] Coefficiente di dilatazione termica

L₁ = 30 m Luce tra pila 2 e pila 3

L₂ = 30 m Luce tra pila 3 e pila 4

z₁ = 140,0 cm Altezza trave pila 2 e pila 3

z₂ = 122,5 cm Altezza trave tra pila 3 e pila 4

La variazione termica differenziale fa sì che la parte dell'estradosso della trave, essendo più calda, si dilati maggiormente, creando una curvatura che tende a far inflettere la trave.

La rotazione sull'appoggio può essere calcolata nel modo seguente:

$$\varphi = \frac{\alpha_t \cdot \Delta T \cdot L}{h}$$

Pertanto si ottengono le seguenti rotazioni relative:

$$\varphi_1 = 12 \cdot 10^{-6} \cdot 20,5 \cdot 30 / 1,40 = 0,005 \text{ rad}$$

$$\varphi_2 = 12 \cdot 10^{-6} \cdot 20,5 \cdot 30 / 1,225 = 0,006 \text{ rad}$$

Gli spostamenti associati risultano essere pari a:

$$s_1 = \varphi_1 \cdot z_1 = 0,005 \cdot 140,0 = 0,70 \text{ cm}$$

$$s_2 = \varphi_2 \cdot z_2 = 0,006 \cdot 122,5 = 0,74 \text{ cm}$$