



PROVINCIA
DI AREZZO

SETTORE VIABILITÀ E LAVORI PUBBLICI

Servizio Viabilità



**LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE
LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE
SAN SAVINO**

PERIZIA SUPPLETIVA E DI VARIANTE NUM. 1

Titolo Tav.

RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICA

GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

ing. Sandro D'Agostini - L&S ENGINEERING srl - Ordine degli Ingegneri di Belluno num. 547

ing. Lara Stefani - L&S ENGINEERING srl - Ordine degli Ingegneri di Belluno num. 683

ing. Elisa Fregona - L&S ENGINEERING srl - Ordine degli Ingegneri di Belluno sez. A num. 1369

arch. Paola Andreotti - L&S ENGINEERING srl - Ordine degli Architetti e PPC di Belluno num. 496

dott. geol. Cosimo Martinelli - L&S ENGINEERING srl - Ordine dei Geologi della Regione Toscana, num. 1866

ing. Antonio Tenani - Ordine degli Ingegneri di Belluno num. 519

DATA:
Giugno 2026

RUP:
ing. Luca Pigolotti

9.01

	Codice				Liv.	WBS			Disciplina			Ambito				Rev.
	2	5	0	5	V	G	0	0	S	T	R	R	E	0	1	A

Nome file: 9.01-2505VG00STRRE01_A-RelCalcVer

A	EMISSIONE	GIU 26			SDA
Rev.	Descrizione	Data	Redatto	Verificato	Approvato

Capogruppo:



Mandanti:

ing. Antonio Tenani
arch. Paola Andreotti

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 1/80
				REV. A	DATA Giugno 2026
				Perizia Suppletiva e di Variante num. 1	

SOMMARIO

1. PREMESSE	3
2. INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO	4
2.1 Dichiarazioni di cui § 10.2 DM 17/01/2018	7
2.2 Note sui programmi di calcolo automatico utilizzati.	9
3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	11
4. RISULTATI DELLE INDAGINI CONOSCITIVE	11
5. SIMBOLOGIA E MATERIALI.	42
5.1 Simbologia adottata.....	42
5.2 Caratteristiche meccaniche dei Materiali	43
6. PORZIONE AD ARCO	46
6.1 Analisi dei carichi e calcolo delle sollecitazioni.....	46
6.2 Verifica delle sezioni in c.a. rinforzate della volta ad arco ribassato.....	67
7. PORZIONE A SOLETTONE IN C.A.	75
7.1 Analisi dei carichi.....	75
7.2 Verifica delle sezioni in c.a. rinforzate del solettone.	77
7.3 Verifica a taglio.....	79
8. SOLETTA IN C.A. DI RIPARTIZIONE	80

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 2/80
				REV. A	DATA Giugno 2026
				Perizia Suppletiva e di Variante num. 1	

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 3/80
				REV. A	DATA Giugno 2026
				Perizia Suppletiva e di Variante num. 1	

1. PREMESSE

Con contratto in data 02/02/2024, REGISTRO num. 413/04/CONTR, la Provincia di Arezzo ha affidato al RTP “L&S Engineering S.r.l. / arch. Paola Andreotti / ing. Antonio Tenani” l’«ACCORDO QUADRO PER L’APPALTO DI SERVIZI DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA PER LA REALIZZAZIONE DI NUOVE OPERE E DI INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER LA SICUREZZA E L’INTEGRITÀ DELLA RETE VIARIA PROVINCIALE, RIGUARDANTE ANCHE MANUFATTI, VIADOTTI, PONTI, GALLERIE E BARRIERE, PER IL PERIODO DI 24 MESI».

Con Determinazione Dirigenziale num. 2201 del 24/12/2024 è stato affidato al RTP l’incarico relativo alla redazione del progetto definitivo-esecutivo, coordinamento della sicurezza in fase di progettazione e di esecuzione, direzione dei lavori dell’intervento denominato «Lavori di sistemazione e messa in sicurezza del ponte sul torrente Esse lungo la S.P. 25 della Misericordia al Km 15+750 in Comune di Monte San Savino».

Con Ordine di Prestazione num. 9 in data 30/10/2025 è stato dato avvio alla redazione del progetto definitivo-esecutivo.

Con Decreto del Presidente num. 107 del 04/12/2025 è stato approvato il progetto definitivo-esecutivo dell’intervento, per una spesa complessiva di € 255.785,00.*, di cui € 150.796,61.* in appalto, costituiti da € 107.506,58.* per lavori soggetti a ribasso e € 43.290,03.* per costi della sicurezza non soggetti a ribasso, oltre € 104.988,39.* per Somme a disposizione dell’Amministrazione.

Con Determina Dirigenziale num. 2345 del 10/12/2025 è stato disposto l’affidamento dei lavori, mediante contratto attuativo corrispondente all’emissione dell’Ordine di Lavoro 27 (OdL 27), all’operatore economico aggiudicatario dell’Accordo Quadro - Lotto 1: ATI “MATTEINI STRADE S.r.l. (mandataria) / SIES STRADE S.r.l. / ENDIASFALTI S.p.A.”, per l’importo di € 187.530,46.* per lavori al netto del ribasso del 28,780% oltre € 43.290,03.* per oneri della sicurezza, per un totale contrattuale di € 200.549,42.* oltre IVA 22%.

Preliminarmente all’inizio dei lavori, con comunicazione in data 31/03/2026, l’Appaltatore ha presentato una proposta migliorativa costituita da una soluzione alternativa per la realizzazione delle lavorazioni previste dall’OdL 27 a pari livello di sicurezza.

L’Appaltatore ha proposto di sostituire l’approntamento provvisorio previsto nel progetto per l’esecuzione dei lavori, costituito da un by-bridge, prevedendo in alternativa di montare un piano di lavoro realizzato con travi portanti e relativa platea in appoggio alle travi portanti, il tutto fissato in parte alla struttura ed in parte ai lati del ponte con relativi parapetti e scala di accesso, evitando anche in questa soluzione alternativa l’appoggio degli elementi sull’alveo. La soluzione complessivamente prevede, rispetto alle previsioni di progetto, un risparmio economico di € 579,15.*.

In data 06/04/2026 lo scrivente Direttore dei Lavori, a seguito degli approfondimenti condotti, ha espresso il proprio parere favorevole alla soluzione presentata.

E’ stata inoltre predisposta una specifica relazione di verifica idraulica che è stata allegata alla documentazione progettuale già approvata con il sopra richiamato Decreto del Presidente num. 107/2025 al fine dell’ottenimento dell’autorizzazione al competente Ufficio della Regione Toscana.

Con atto num. 11115 in data 21/05/2026 è stata rilasciata detta autorizzazione secondo prescrizioni che saranno elencate nel seguito.

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 4/80
				REV. A	DATA Giugno 2026
				Perizia Suppletiva e di Variante num. 1	

Il confronto con la Stazione Appaltante ha inoltre permesso di individuare lavorazioni integrative, non preventivabili progettualmente e derivanti da fatti avvenuti successivamente alla sopra richiamata data di affidamento dei lavori e che rendono necessaria la redazione della perizia suppletiva e di variante num. 1.

I lavori integrativi e/o modificativi previsti nella perizia suppletiva e di variante num. 1 risultano necessari per l'esecuzione degli interventi in progetto e sono dettagliatamente illustrati negli elaborati di perizia, mentre nella presente relazione si espongono gli elementi caratteristici dell'intervento da un punto di vista strutturale e le motivazioni che hanno portato alla loro scelta e definizione.

2. INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO

Il ponte sul torrente Esse, situato a meno di 2 km dall'abitato di Monte San Savino, lungo la Strada Provinciale della Misericordia n. 25 al km 15+750 attraversa sostanzialmente in retto il corso d'acqua, dopo una curva a sinistra percorrendo l'arteria in direzione del Santuario di Santa Maria delle Vertighe. Il ponte si compone di due tipologie di impalcato affiancate: una di larghezza costante pari a c. 5.70 m ad arco ribassato e l'altra a solettone in c.a. di larghezza variabile da 4.00 m, verso Monte San Savino, a 6.05 m sulla sponda opposta.

Giudicando dalla tipologia costruttiva e dallo stato di conservazione dei materiali strutturali il ponte ad arco, posto a monte, sembra di età precedente al solettone in c.a. che probabilmente è stato realizzato in affiancamento al primo, quale allargamento della sede viaria. Il corso d'acqua risulta confinato con sponde e fondo protetti da un rivestimento in calcestruzzo che conferisce alla sezione idraulica di deflusso una geometria trapezia; il rivestimento delle sponde è presente anche sotto l'impalcato nascondendo di fatto il paramento delle spalle, visibili solo nel tratto sommitale.

La porzione ad arco ribassato è costituita da una volta in c.a. delimitata lateralmente da due cornici in muratura di laterizio in mattoni pieni del medesimo profilo della volta; la luce misurata a livello delle imposte è di 10.86 m con una freccia in chiave di 1.45 m. L'intradosso della volta presenta un diffuso distacco di copriferro che si estende dalle imposte fino alla chiave della volta; l'armatura longitudinale, distribuita a passo regolare di c. 10 cm, risulta diffusamente ossidata con riduzione della sezione resistente in alcuni punti, specialmente in prossimità delle imposte dell'arco sulle spalle. Le spalle, per quanto possibile evincere dalla porzione non mascherata dal rivestimento protettivo in calcestruzzo delle sponde, sono in muratura di pietrame delimitate superiormente da una cornice di pietra di colorazione più chiara.

L'allargamento in affiancamento eseguito sul lato di valle è costituito da un solettone in c.a. ad intradosso piano orizzontale di luce netta fra le spalle di 10.66 m, su spalle in calcestruzzo, anche queste individuabili per la porzione emergente dalla protezione spondale del corso d'acqua.

Anche per questo manufatto, seppur in misura minore rispetto all'impalcato contiguo, si evidenziano fenomeni di distacco di copriferro dall'intradosso del solettone con ossidazione delle armature di acciaio.

Intervento di progetto

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 5/80
				REV. A	DATA Giugno 2026
				Perizia Suppletiva e di Variante num. 1	

A seguito dell'approfondimento di indagini eseguito sulla struttura è stata revisionata la seguente relazione di calcolo.

In particolare, sono state definite in modo puntuale per i singoli elementi strutturali le caratteristiche meccaniche del calcestruzzo e degli acciai di armatura; i rilievi eseguiti hanno anche consentito di definire con maggior precisione la geometria degli impalcati. Le verifiche eseguite hanno sostanzialmente confermato le analisi di progetto sia per quanto riguarda la geometria assunta nella modellazione di calcolo, sia per quanto si riferisce all'entità degli interventi di rinforzo previsti; con l'affinamento dell'analisi si sono ottenuti dei livelli di sicurezza leggermente superiori.

Si prevede un intervento sul manufatto con ripristino corticale dell'intradosso dei due impalcati e un loro rinforzo con compositi fibrorinforzati a matrice inorganica (FRCM), preliminare ad un successivo ciclo di completamento finalizzato al raggiungimento dell'adeguamento statico ai sensi delle norme tecniche vigenti (NTC2018).

Per la volta ad arco ribassato sarà preventivamente eseguita una pulizia del calcestruzzo ammalorato (mediante scalpellatura meccanica/manuale o idropulizia) con asportazione completa delle porzioni di conglomerato disgregate. Sarà successivamente eseguita la spazzolatura del ferro di armatura per rimuovere le porzioni corrose ed asportare l'ossido superficiale fino ad ottenere la superficie metallica lucida per poi procedere alla passivazione dell'acciaio con idoneo prodotto in soluzione alcalina.

Seguirà il ripristino della porzione corticale della superficie della volta con malta cementizia fibrorinforzata e successiva posa in opera di strato di regolarizzazione.

Sul supporto così realizzato, pulito ed asciutto, si procederà con l'applicazione di un sistema di rinforzo con tessuto unidirezionale in fibre di acciaio galvanizzato ad altissima resistenza (UHTSS) in due strati in matrice inorganica a base cementizia, con rasatura protettiva finale. L'intervento descritto consentirà di ottenere un incremento di resistenza a presso-flessione delle sezioni esistenti per avvicinarsi alle condizioni di adeguamento statico ai carichi mobili previsti da NTC2018; per la sezione di chiave il livello di sicurezza statico raggiunto è $\zeta_v = 0.66$, per la sezione ai quarti della luce è $\zeta_v = 1.51$, e all'imposta era già $\zeta_v > 1.0$.

Il raggiungimento della condizione di completo adeguamento statico potrà essere successivamente ottenuto con un ringrosso dell'arco di calcestruzzo operando dall'estradosso con interventi integrativi a quello del presente progetto.

All'intradosso del solettone in c.a. si prevede un ciclo di trattamento analogo a quello descritto per la porzione ad arco con rinforzo con tessuto unidirezionale in fibre di acciaio galvanizzato ad altissima resistenza in doppio strato.

Anche in questo caso il livello di sicurezza statico che si ottiene con l'intervento in progetto è inferiore all'unità e l'adeguamento al transito dei carichi previsti dalla norma vigente potrà essere ottenuto in fase successiva con un rinforzo dell'estradosso del solettone.

L'esecuzione delle lavorazioni è prevista con piattaforma fissa sottoponte, parzializzando il traffico sull'impalcato con senso alternato di percorrenza.

Modello di calcolo

Per la definizione dell'intervento descritto è stato predisposto un modello di calcolo agli elementi finiti della volta ad arco ribassato interpolando l'intradosso rilevato con un profilo ellittico di semiassi $a = 5.43$ m e $b = 1.45$ m; gli elementi impiegati sono beam di sezione

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 6/80
				REV. A	DATA Giugno 2026
				Perizia Suppletiva e di Variante num. 1	

rettangolare 4.70 x 0.50 m con materiale strutturale costituito da calcestruzzo di classe C20/25.

Lo schema statico adottato è di arco a due cerniere localizzate in corrispondenza delle imposte.

Si è tenuto conto della cedevolezza orizzontale del vincolo di imposta sulle spalle per mettere in conto la compressibilità dei terrapieni di approccio all'impalcato sotto l'azione della spinta dell'arco; tale cedevolezza è stata simulata con un vincolo elastico orizzontale derivante da un coefficiente di reazione orizzontale stimato pari a $k_w = 16000 \text{ kN/m}^3$.

Sulla struttura sono state considerate le azioni del peso proprio strutturale, dei carichi permanenti dovuti al riempimento di materiale sopra l'estradosso della volta e alla pavimentazione stradale, i sovraccarichi mobili previsti da NTC2018; in particolare il carico tandem a quattro impronte dello Schema n. 1 è stato posizionato di volta in volta sulle sezioni di cui si voleva esaltare la caratteristica flessionale, e pertanto sono state analizzate le tre configurazioni con carico tandem in mezzzeria (per la sezione di chiave), al quarto della luce della campata e all'imposta dell'arco. Sono state analizzate le combinazioni di carico allo SLU e SLE rara previste da NTC con i relativi coefficienti parziali, per ciascuna delle disposizioni dei carichi variabili descritte:

- Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):
 $\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \Psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \Psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$
- Combinazione caratteristica rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:
 $G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \Psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \Psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$

Con le sollecitazioni ricavate dal modello FEM è stato dimensionato l'intervento di rinforzo con FRCCM.

Per il solettone in c.a. è stato adottato uno schema statico di trave in semplice appoggio di larghezza variabile e di spessore ipotizzato di 65 cm.

Nelle verifiche eseguite si è assunto un livello di conoscenza LC1 con fattore di confidenza $FC = 1.35$.

Si rileva infine che - ai sensi del par. C8.8.7 della CIRCOLARE 21/01/2019 num. 7 C.S.LL.PP. di istruzioni per l'applicazione delle NTC 2018 - l'intervento descritto si inquadra come riparazione, o locale, in quanto finalizzato al rinforzo della struttura per consentire il transito dei carichi previsti dalla vigente normativa (Cap. 5 del D.M. 17/01/2018). In tal senso non sono previste modifiche dei sistemi di vincolo esistenti, non sono previsti allargamenti della sede carrabile, né sostituzione degli impalcati, in sostanza nel complesso non vengono modificati né lo schema strutturale né le dimensioni attuali del manufatto, non alterando pertanto la risposta dello stesso nei confronti dell'azione sismica. L'intervento si inquadra ai sensi dell'art. 94 bis, comma b), del D.P.R. 380/2001 come di minore rilevanza ai fini della pubblica incolumità ed è quindi soggetto a deposito nei termini previsti dall'art. 169 della L.R. Toscana 65/2014 e sue successive modificazioni ed integrazioni.

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 7/80
				REV. A	DATA Giugno 2026
				Perizia Suppletiva e di Variante num. 1	

2.1 Dichiarazioni di cui § 10.2 DM 17/01/2018

Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Il seguente paragrafo riporta il giudizio di accettabilità relativa all'utilizzo dei codici di calcolo automatico utilizzati per il progetto in esame.

In particolare, in osservanza al § 10.2 del D.M. 17/01/2018, si dichiara quanto di seguito:

Tipo di analisi svolta

Come riportato in relazione, lo studio delle strutture è stato condotto secondo i metodi della scienza delle costruzioni supponendo i materiali elastici, omogenei ed isotropi.

La ricerca dei parametri di sollecitazione è stata fatta secondo le disposizioni di carico più gravose avvalendosi di codici di calcolo automatico per l'analisi strutturale secondo quanto riportato nel D.M. 17.01.2018 "Norme Tecniche per le costruzioni".

Le verifiche di resistenza delle sezioni sono state eseguite secondo il metodo semiprobabilistico agli stati limite secondo quanto riportato nel D.M. 17.01.2018 "Norme Tecniche per le costruzioni".

I coefficienti di sicurezza adottati sui materiali risultano concordi con il D.M. 17/01/2018.

Affidabilità dei Codici di Calcolo

Tutti i codici di calcolo impiegati nel presente progetto sono stati utilizzati dopo un attento esame della documentazione a corredo del software, che ha consentito di valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico. La documentazione, fornita dal produttore e distributore del software, contiene inoltre una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, corredati dei file di input necessari a riprodurre l'elaborazione.

La società produttrice ha inoltre verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

Validazione dei Codici di Calcolo

Ad ulteriore verifica di validazione dei programmi utilizzati, gli svariati anni di utilizzo hanno permesso di verificare internamente la bontà dei vari codici di calcolo, confrontando fra loro i risultati ricavati in base a soluzioni teoriche, calcolo manuale diretto, utilizzo di diversi software, arrivando ad un giudizio positivo di affidabilità ed accuratezza.

Modalità di presentazione dei risultati

Le verifiche riportate nella presente relazione costituiscono un estratto dei calcoli principali condotti sulle strutture principali presenti nell'opera in oggetto. In particolare, solo per alcune tipologie strutturali si riporta una verifica completa, intendendo che le altre sono state condotte analogamente. Tutte le verifiche sono presenti nelle minute di studio, a disposizione per eventuali chiarimenti.

All'interno della relazione vengono per lo più omessi i tabulati prodotti con i programmi di calcolo automatico, riportando eventualmente solo alcune tabelle e schemi grafici riepilogativi. Per alcuni elementi, per completezza, essi sono riportati in allegato alla

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 8/80
				REV. A	DATA Giugno 2026
				Perizia Suppletiva e di Variante num. 1	

relazione di calcolo; in ogni caso essi risultano disponibili presso lo Studio per eventuale consultazione.

Informazioni generali sull'elaborazione

I programmi di calcolo utilizzati prevedono una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di eventuali errori di modellazione, del non rispetto delle limitazioni geometriche e di armatura nel caso di strutture in c.a., della presenza di elementi non verificati, dell'inosservanza di alcuni requisiti previsti dal DM18. Al termine di ciascuna analisi viene effettuato un controllo generale che identifica la correttezza degli spostamenti ottenuti, il rispetto dell'equilibrio fra azioni imposte e reazioni vincolari, ecc.

Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabulare, la quasi totalità dei dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale con le schematizzazioni assunte nella modellazione.

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati.

I risultati delle elaborazioni sono stati infine sottoposti a controlli che ne comprovano l'attendibilità e la correttezza. Tale valutazione ha compreso, fra l'altro:

- Verifiche di equilibrio tra reazioni vincolari e carichi applicati
- Comparazioni tra i risultati delle analisi e quelli di valutazioni semplificate, confronto con i risultati di modelli teorici, ecc. Il confronto con i risultati di semplici calcoli manuali diretti (es. trave in semplice appoggio, trave continua, mensola a sbalzo, ecc.)
- Il confronto dei risultati ottenuti in fase di primo proporzionamento della struttura
- Il confronto fra calcolazioni effettuate con programmi differenti

Inoltre, sulla base delle procedure interne dello Studio, i risultati sono stati controllati da un soggetto diverso che non ha preso direttamente parte alla progettazione, validandone così la correttezza.

In base a quanto detto, si può quindi asserire che la progettazione condotta è risultata corretta ed idonea al caso specifico, ritenendo validi ed accettabili i risultati di calcolo ottenuti.

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 9/80
				REV. A	DATA Giugno 2026
				Perizia Suppletiva e di Variante num. 1	

2.2 Note sui programmi di calcolo automatico utilizzati.

MIDAS/GEN

Per il calcolo delle sollecitazioni e delle tensioni nelle strutture e nei componenti strutturali è stato utilizzato il programma agli elementi finiti MIDAS/GEN 2026 (v. 1.2) licenza n. U001-03436 e n. U001- 20768 della MIDAS Information Technology Co. Ltd., distribuito dalla HARPACEAS S.r.l. di Milano.

La struttura del programma di calcolo può essere sintetizzata come descritto di seguito.

La definizione del modello da analizzare include nodi, elementi e condizioni di vincolo. Gli elementi finiti impiegati nei dati di input sono costituiti dalle membrature della struttura; le condizioni di vincolo rappresentano il tipo di connessione fra la struttura in esame e le strutture limitrofe. Un'analisi strutturale si riferisce a simulazioni matematiche di un modello numerico di una struttura. Gli elementi finiti da impiegare nella modellazione devono essere scelti in modo da simulare nel modo migliore possibile la struttura reale.

Sistema di coordinate

MIDAS/GEN fornisce tre sistemi di riferimento:

- sistema di riferimento globale (GCS)
- sistema di riferimento locale dell'elemento (ECS)
- sistema di riferimento modale (NCS)

Elementi finiti.

La libreria di elementi disponibili è così costituita:

- **TRUSS:** elemento a due nodi reagente a trazione e compressione
- **TENSION-ONLY:** elemento a due nodi reagente solo a trazione
- **CABLE:** elemento a due nodi reagente solo a trazione con rigidità variabile in funzione della trazione interna.
- **COMPRESSION-ONLY:** elemento a due nodi reagente solo a compressione
- **BEAM:** elemento a due nodi che tiene conto degli effetti di trazione/compressione sulla rigidità e della deformabilità tagliante, flessionale e torcente.
- **TAPERED BEAM:** elemento a due nodi delle stesse caratteristiche del precedente con variazione lineare di area della sezione trasversale, dell'area di taglio e della rigidità torsionale. Sono considerate variazioni lineari, paraboliche o cubiche dei momenti di inerzia attorno agli assi principali.
- **PLANE STRESS:** elemento a tre o quattro nodi che simula il comportamento flessionale perpendicolare al piano delle piastre. La formulazione della rigidità fuori piano impiegata da MIDAS/GEN è di due tipi: DKT/DKQ (Discrete Kirchhoff element) e DKMT/DKMQ (Discrete Kirchhoff – Mindlin element).
- **PLANE STRAIN:** elemento 2D impiegato nella modellazione di strutture a simmetria radiale in relazione a geometria, proprietà meccaniche e condizioni di carico.
- **SOLID:** elemento a quattro, sei o otto nodi utilizzato per elementi strutturali tridimensionali o gusci spessi.

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 10/80
				REV. A	DATA Giugno 2026
				Perizia Suppletiva e di Variante num. 1	

- **WALL:** elemento a quattro nodi che simula il comportamento delle pareti a taglio. Possono essere del tipo a membrana (type 1) o del tipo a piastra (type 2).

Condizioni di vincolo

Le condizioni di vincolo sono di due tipi:

possono essere riferite ai nodi oppure agli elementi

- **CONSTRAINT:** bloccaggio rigido di specifici gradi di libertà dei nodi.
- **SPRING SUPPORT:** bloccaggio elastico di specifici gradi di libertà dei nodi.
- **ELASTIC LINK:** elemento elastico che collega due nodi della struttura.
- **GENERAL LINK:** elemento a due nodi impiegato per modellare smorzatori visco-elastici, isolatori, cerniere plastiche, smorzatori isteretici.
- **END RELEASE:** rilascio del collegamento di continuità, riferito ad uno specifico grado di libertà, di un elemento in un dato nodo.
- **RIGID END OFFSET:** è riferito agli elementi beam nelle strutture a telaio, tiene conto della rigidità delle zone di sovrapposizione dell'estensione delle sezioni trasversali nei nodi di collegamento degli elementi.
- **RIGID LINK:** collegamento rigido dei nodi di una struttura, o di una sua porzione ad un nodo (master).

Analisi eseguibili

Le analisi numeriche eseguibili con MIDAS/GEN sono le seguenti:

- Analisi statica lineare
- Analisi modale (ricerca delle frequenze proprie di una struttura e dei modi di vibrare)
- Analisi di risposta spettrale mediante sovrapposizione modale
- Time history analysis
- Analisi dinamica con condizioni di vincolo non lineari
- Push – Over
- Analisi con effetto $P - \delta$
- Analisi di stabilità
- Analisi con carichi mobili
- Analisi evolutiva dello schema statico (problemi nascita-morte) con variabilità temporale delle caratteristiche meccaniche dei materiali (viscosità, ritiro, variazione del modulo elastico)
- Analisi per grandi spostamenti (strutture a cavo)
- Analisi di strutture pre-compresse e post-tese.

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 11/80
				REV. A	DATA Giugno 2026
				Perizia Suppletiva e di Variante num. 1	

3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.

I calcoli statici sono stati condotti in ottemperanza alla normativa vigente; in particolare:

- L. 05.11.1971 n.1086 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica;
- L. 02.02.1974, n. 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
- D.M. Infrastrutture 17 Gennaio 2018 "Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni" (NTC2018);
- Circolare 21/01/2019 N. 7 C.S.LL.PP. – "Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018";
- D.M. 01/07/2022 "Linee Guida per la classificazione e gestione del rischio, la valutazione della sicurezza e il monitoraggio dei ponti esistenti" [LG 2022]

4. RISULTATI DELLE INDAGINI CONOSCITIVE

Si riepilogano in questo paragrafo gli esiti delle indagini conoscitive eseguite sulla struttura dei due impalcati, e l'elaborazione dei risultati delle prove meccaniche di laboratorio. Di seguito si riportano i rapporti del Laboratorio SICURING S.r.l. di Firenze in cui sono elencati i risultati delle indagini eseguite. Seguono i rapporti:

 PROVINCIA DI AREZZO 	LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO	PROG. 2505	PAG. 12/80
		REV. A	DATA Giugno 2026
Perizia Suppletiva e di Variante num. 1			

RIF. DOCUMENTO: Cert.0826.2026_Prelievo CLS Ponte Esse 21.01.26.docx



S I C U R I N G
laboratorio prove in situ

VERBALE DI PRELIEVO N.	0826.2026	del	09/02/2026
-------------------------------	------------------	------------	-------------------

Verbale di accettazione	AC.0102.2026 del 20/01/2026
Richiedente	Provincia di Arezzo
Ruolo del richiedente	Ente proprietario
Luogo di esecuzione della prova	Ponte torrente Esse, S.P. 25 della Misericordia, Km 15+750, Comune di Monte San Savino (AR)
Oggetto del servizio	Esecuzione di indagini strutturali
Data - ora inizio esecuzione prova	21/01/2026

PRELIEVO IN OPERA DI CLS

Riferimento Circ. 633/2019 (p.to 5) Settore A - e

Norme di riferimento	UNI EN 12504-1:2009, D.M. 14/01/2020
Attrezzatura utilizzata	Carotatrice Husqvarna DM 220 + telaio di ancoraggio DS 250

Identificazione della carota	Identificazione della zona di prelievo	Diametro	Lunghezza di prelievo	Lunghezza di schiacciamento richiesta
PRC1	Spalla 1 – Lato Valle	103 mm	135 mm	103 mm
PRC2	Spalla 2 – Lato Valle	103 mm	135 mm	103 mm
PRC3	Estradosso soletta – Lato Valle	84 mm	115 mm	84 mm

PRC1



pag. 1 di 3



SICURING s.r.l. - via Pietro Toselli n°131 - 50144 Firenze - c.f. e p. I.V.A. 05423200483
tel.: 055/367177 - 3247357 - fax: 055/3216821 mail: info@sicuring.it

Laboratorio per prove e controlli sui materiali da costruzione su strutture e costruzioni esistenti (di cui al D.P.R. n.380/2001, art. 59, c. 2, lett. C-bis)
Autorizzazione ai sensi della Circ.633/STC del 03/12/2019, settori: A (lett. a, b, c, d, e, f, g, h, i) ed A facoltativo (lett. b, f, g, h, i, j, k)



Relazione di calcolo strutturale
9.01-2505VG00STRRE01_A-RelCalcVer



ing. Antonio Tenani
arc. Paola Andreotti

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 13/80
				REV. A	DATA Giugno 2026
				Perizia Suppletiva e di Variante num. 1	

RIF. DOCUMENTO: Cert.0826.2026_Prelievo CLS Ponte Esse 21.01.26.docx



S I C U R I N G
laboratorio prove in situ

PRC2



Individuazione luogo prova



Misurazione lunghezza carota

PRC3



Individuazione luogo prova



Misurazione lunghezza carota

pag. 2 di 3



SICURING s.r.l. - via Pietro Toselli n°131 - 50144 Firenze - c.f. e p. I.V.A. 05423200483
tel.: 055/367177 - 3247357 - fax: 055/3216821 mail: info@sicuring.it

Laboratorio per prove e controlli sui materiali da costruzione su strutture e costruzioni esistenti (di cui al D.P.R. n.380/2001, art. 59, c. 2, lett. C-bis)
Autorizzazione ai sensi della Circ.633/STC del 03/12/2019, settori: A (lett. a, b, c, d, e, f, g, h, i) ed A facoltativo (lett. b, f, g, h, i, j, k)



Relazione di calcolo strutturale
9.01-2505VG00STRRE01_A-RelCalcVer



ing. Antonio Tenani

arc. Paola Andreotti

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 14/80
		REV. A	DATA Giugno 2026		
Perizia Suppletiva e di Variante num. 1					

RIF. DOCUMENTO: Cert.0826.2026_Prelievo CLS Ponte Esse 21.01.26.docx



S I C U R I N G
laboratorio prove in situ

NOTE	n.a.	riferimento
variazioni, aggiunte, esclusioni rispetto alla prova	X	
identificazione di tutti i metodi o le procedure non normalizzate utilizzate	X	
eventuali anomalie riscontrate	X	
eventuali indicazioni fornite dal richiedente o riscontrate dal Laboratorio in merito alla documentazione e modalità di identificazione e qualificazione dei materiali o prodotti ad uso strutturale sottoposti a controlli e prove	X	

n.a. = nota non attinente; riferimento = se la nota è presente, vedere il relativo riferimento.

Si dichiara che il prelievo è stata effettuato in conformità alle norme di riferimento.

Il presente certificato si compone di n.3 pagine

lo sperimentatore
Geom. Lorenzo Lanfranchi firmato digitalmente



Il direttore dei lavori
Ing. Giacomo Mecatti firmato digitalmente

Allegati:

- planimetria ubicazione punti di prova.




SICURING s.r.l. - via Pietro Toselli n°131 - 50144 Firenze - c.f. e p. I.V.A. 05423200483
tel.: 055/367177 - 3247357 - fax: 055/3216821 mail: info@sicuring.it

Laboratorio per prove e controlli sui materiali da costruzione su strutture e costruzioni esistenti (di cui al D.P.R. n.380/2001, art. 59, c. 2, lett. C-bis)
Autorizzazione ai sensi della Circ.633/STC del 03/12/2019, settori: A (lett. a, b, c, d, e, f, g, h, i) ed A facoltativo (lett. b, f, g, h, i, j, k)

pag. 3 di 3



Relazione di calcolo strutturale
9.01-2505VG00STRRE01_A-RelCalcVer



ing. Antonio Tenani
arc. Paola Andreotti

 PROVINCIA DI AREZZO 	LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 15/80
			REV. A	DATA Giugno 2026
Perizia Suppletiva e di Variante num. 1				

RIF. DOCUMENTO: Cert.0827.2026_Prelievo CLS Ponte Esse 22.01.26.docx



S I C U R I N G
laboratorio prove in situ

VERBALE DI PRELIEVO N.	0827.2026	del	09/02/2026
-------------------------------	------------------	------------	-------------------

Verbale di accettazione	AC.0102.2026 del 20/01/2026
Richiedente	Provincia di Arezzo
Ruolo del richiedente	Ente proprietario
Luogo di esecuzione della prova	Ponte torrente Esse, S.P. 25 della Misericordia, Km 15+750, Comune di Monte San Savino (AR)
Oggetto del servizio	Esecuzione di indagini strutturali
Data - ora inizio esecuzione prova	22/01/2026

PRELIEVO IN OPERA DI CLS

Riferimento Circ. 633/2019 (p.to 5) Settore A - e

Norme di riferimento	UNI EN 12504-1:2009, D.M. 14/01/2020
Attrezzatura utilizzata	Carotatrice Husqvarna DM 220 + telaio di ancoraggio DS 250

Identificazione della zona di prelievo	Diametro	Lunghezza di prelievo	Lunghezza di schiacciamento richiesta
PRC4	103 mm	110 mm	103 mm
PRC5	103 mm	130 mm	103 mm

PRC4



22 gennaio 2026 14:03:20
Indice numero: 736

Individuazione luogo prova



22 gen 2026 15:03:02
3 Via di Caggiolo
Ponte Esse-Sant'antonio
Provincia di Arezzo
Toscana
Numero indice: 6204

Misurazione lunghezza carota

pag. 1 di 2



SICURING s.r.l. - via Pietro Toselli n°131 - 50144 Firenze - c.f. e p. I.V.A. 05423200483
 tel.: 055/367177 - 3247357 - fax: 055/3216821 mail: info@sicuring.it
 Laboratorio per prove e controlli sui materiali da costruzione su strutture e costruzioni esistenti (di cui al D.P.R. n.380/2001, art. 59, c. 2, lett. C-bis)
 Autorizzazione ai sensi della Circ.633/STC del 03/12/2019, settori: A (lett. a, b, c, d, e, f, g, h, i) ed A facoltativo (lett. b, f, g, h, i, j, k)



Relazione di calcolo strutturale
9.01-2505VG00STRRE01_A-RelCalcVer



ing. Antonio Tenani

arc. Paola Andreotti

 PROVINCIA DI AREZZO 	LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO	PROG. 2505	PAG. 16/80
		REV. A	DATA Giugno 2026
Perizia Suppletiva e di Variante num. 1			

RIF. DOCUMENTO: Cert.0827.2026_Prelievo CLS Ponte Esse 22.01.26.docx



S I C U R I N G
laboratorio prove in situ

PRC5



Individuazione luogo prova



Misurazione lunghezza carota

NOTE	n.a.	riferimento
variazioni, aggiunte, esclusioni rispetto alla prova	X	
identificazione di tutti i metodi o le procedure non normalizzate utilizzate	X	
eventuali anomalie riscontrate	X	
eventuali indicazioni fornite dal richiedente o riscontrate dal Laboratorio in merito alla documentazione e modalità di identificazione e qualificazione dei materiali o prodotti ad uso strutturale sottoposti a controlli e prove	X	

n.a. = nota non attinente; riferimento = se la nota è presente, vedere il relativo riferimento.

Si dichiara che il prelievo è stato effettuato in conformità alle norme di riferimento.

Il presente certificato si compone di n.2 pagine

Io sperimentatore
Geom. Lorenzo Lanfranchi
firmato digitalmente



Il direttore dei lavori
Ing. Giacomo Mecatti
firmato digitalmente



Allegati:

- planimetria ubicazione punti di prova.

pag. 2 di 2



SICURING s.r.l. - via Pietro Toselli n°131 - 50144 Firenze - c.f. e p. I.V.A. 05423200483
tel.: 055/367177 - 3247357 - fax: 055/3216821 mail: info@sicuring.it

Laboratorio per prove e controlli sui materiali da costruzione su strutture e costruzioni esistenti (di cui al D.P.R. n.380/2001, art. 59, c. 2, lett. C-bis)
Autorizzazione ai sensi della Circ.633/STC del 03/12/2019, settori: A (lett. a, b, c, d, e, f, g, h, i) ed A facoltativo (lett. b, f, g, h, i, j, k)



Relazione di calcolo strutturale
9.01-2505VG00STRRE01_A-RelCalcVer



ing. Antonio Tenani
arc. Paola Andreotti

 PROVINCIA DI AREZZO 	LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO	PROG. 2505	PAG. 17/80
		REV. A	DATA Giugno 2026
Perizia Suppletiva e di Variante num. 1			

RIF. DOCUMENTO: Cert.0828.2025_Prelievo acciaio Ponte Esse 21.01.26.docx



S I C U R I N G
laboratorio prove in situ

VERBALE DI PRELIEVO N.	0828.2026	del	09/02/2026
-------------------------------	------------------	------------	-------------------

Verbale di accettazione	AC.0102.2026 del 20/01/2026
Richiedente	Provincia di Arezzo
Ruolo del richiedente	Ente proprietario
Luogo di esecuzione della prova	Ponte torrente Esse, S.P. 25 della Misericordia, Km 15+750, Comune di Monte San Savino (AR)
Oggetto del servizio	Esecuzione di indagini strutturali
Data - ora inizio esecuzione prova	21/01/2026

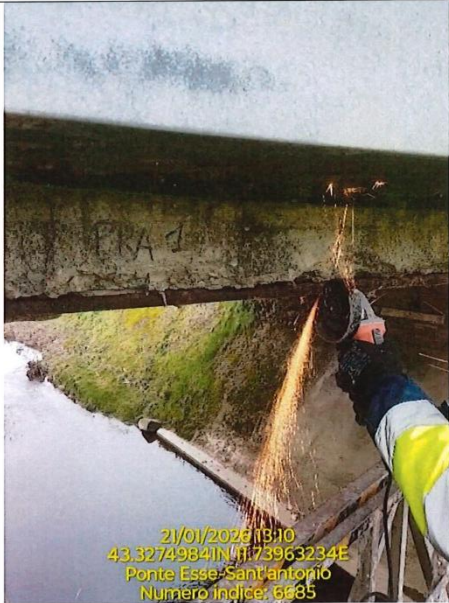
PRELIEVO IN OPERA DI PROVINI IN ACCIAIO

Riferimento Circ. 633/2019 (p.to 5) Settore A - f

Norme di riferimento	UNI EN ISO 6892-1:2016, UNI EN ISO 6892-2:2018, UNI EN ISO 6892-3:2015, D.M. 14/01/2020.
----------------------	--

identificazione della barra	Identificazione della zona/elemento di prelievo	Diametro (mm)	Lunghezza (mm)	Tipologia acciaio
PRA1	Armatura Longitudinale - Soletta Intradosso	24	503	Liscio
PRA2	Staffa - Soletta Intradosso	8	460	Liscio

PRA1

 21/01/2026 13:10 43.3274984 IN 11.73963234 E Ponte Esse-Sant'Antonio Numero indice: 6177 Individuazione luogo prova	 21 gen 2026 13:36:11 Numero indice: 6177 Misurazione lunghezza prelievo
---	--

pag. 1 di 2



SICURING s.r.l. - via Pietro Toselli n°131 - 50144 Firenze - c.f. e p. I.V.A. 05423200483
tel.: 055/367177 - 3247357 - fax: 055/3216821 mail: info@sicuring.it
Laboratorio per prove e controlli sui materiali da costruzione su strutture e costruzioni esistenti (di cui al D.P.R. n.380/2001, art. 59, c. 2, lett. C-bis)
Autorizzazione ai sensi della Circ.633/STC del 03/12/2019, settori: A (lett. a, b, c, d, e, f, g, h, i) ed A facoltativo (lett. b, f, g, h, i, j, k)



Relazione di calcolo strutturale
9.01-2505VG00STRRE01_A-RelCalcVer



ing. Antonio Tenani
arc. Paola Andreotti

 PROVINCIA DI AREZZO 	LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO	PROG. 2505	PAG. 18/80
		REV. A	DATA Giugno 2026
Perizia Suppletiva e di Variante num. 1			

RIF. DOCUMENTO: Cert.0828.2025_Prelievo acciaio Ponte Esse 21.01.26.docx



S I C U R I N G
laboratorio prove in situ

PRA2	
 21/01/2026 13:25 43.3275016N 11.7397251E Monte San Savino Numero indice: 6180 Individuazione luogo prova	 21 gen 2026 13:36:40 Numero indice: 6180 Misurazione lunghezza prelievo

NOTE	n.a.	riferimento
variazioni, aggiunte, esclusioni rispetto alla prova	X	
identificazione di tutti i metodi o le procedure non normalizzate utilizzate	X	
eventuali anomalie riscontrate	X	
eventuali indicazioni fornite dal richiedente o riscontrate dal Laboratorio in merito alla documentazione e modalità di identificazione e qualificazione dei materiali o prodotti ad uso strutturale sottoposti a controlli e prove	X	

n.a. = nota non attinente; riferimento = se la nota è presente, vedere il relativo riferimento.

Si dichiara che il prelievo è stata effettuato in conformità alle norme di riferimento.

Il presente certificato si compone di n. 2 pagine

lo sperimentatore Geom. Lorenzo Lanfranchi firmato digitalmente
--

Il direttore dei lavori Ing. Giacomo Mecatti firmato digitalmente
--

Allegati:

- planimetria ubicazione punti di prova

pag. 2 di 2



SICURING s.r.l. - via Pietro Toselli n°131 - 50144 Firenze - c.f. e p. I.V.A. 05423200483
tel.: 055/367177 - 3247357 - fax: 055/3216821 mail: info@sicuring.it

Laboratorio per prove e controlli sui materiali da costruzione su strutture e costruzioni esistenti (di cui al D.P.R. n.380/2001, art. 59, c. 2, lett. C-bis)
Autorizzazione ai sensi della Circ.633/STC del 03/12/2019, settori: A (lett. a, b, c, d, e, f, g, h, i) ed A facoltativo (lett. b, f, g, h, i, j, k)



Relazione di calcolo strutturale
9.01-2505VG00STRRE01_A-RelCalcVer



ing. Antonio Tenani

arc. Paola Andreotti

 PROVINCIA DI AREZZO 	LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO	PROG. 2505	PAG. 19/80
		REV. A	DATA Giugno 2026
Perizia Suppletiva e di Variante num. 1			

RIF. DOCUMENTO: Cert.0829.2025_Prelievo acciaio Ponte Esse 22.01.26.docx



S I C U R I N G
laboratorio prove in situ

VERBALE DI PRELIEVO N.	0829.2026	del	09/02/2026
-------------------------------	------------------	------------	-------------------

Verbale di accettazione	AC.0102.2026 del 20/01/2026
Richiedente	Provincia di Arezzo
Ruolo del richiedente	Ente proprietario
Luogo di esecuzione della prova	Ponte torrente Esse, S.P. 25 della Misericordia, Km 15+750, Comune di Monte San Savino (AR)
Oggetto del servizio	Esecuzione di indagini strutturali
Data - ora inizio esecuzione prova	22/01/2026

PRELIEVO IN OPERA DI PROVINI IN ACCIAIO

Riferimento Circ. 633/2019 (p.to 5) Settore A - f

Norme di riferimento	UNI EN ISO 6892-1:2016, UNI EN ISO 6892-2:2018, UNI EN ISO 6892-3:2015, D.M. 14/01/2020.
-----------------------------	--

identificazione della barra	Identificazione della zona/elemento di prelievo	Diametro (mm)	Lunghezza (mm)	Tipologia acciaio
PRA3	Spalla 1 – Arcata lato monte	20	511	Liscio
PRA4	Spalla 1 – Arcata lato monte	20	421	Liscio

PRA3



Individuazione luogo prova

Misurazione lunghezza prelievo

pag. 1 di 2



SICURING s.r.l. - via Pietro Toselli n°131 - 50144 Firenze - c.f. e p. I.V.A. 05423200483
tel.: 055/367177 - 3247357 - fax: 055/3216821 mail: info@sicuring.it

Laboratorio per prove e controlli sui materiali da costruzione su strutture e costruzioni esistenti (di cui al D.P.R. n.380/2001, art. 59, c. 2, lett. C-bis)
Autorizzazione ai sensi della Circ.633/STC del 03/12/2019, settori: A (lett. a, b, c, d, e, f, g, h, i) ed A facoltativo (lett. b, f, g, h, i, j, k)



Relazione di calcolo strutturale
9.01-2505VG00STRRE01_A-RelCalcVer



ing. Antonio Tenani
arc. Paola Andreotti

 PROVINCIA DI AREZZO 	LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 20/80
			REV. A	DATA Giugno 2026
Perizia Suppletiva e di Variante num. 1				

RIF. DOCUMENTO: Cert.0829.2025_Prelievo acciaio Ponte Esse 22.01.26.docx



S I C U R I N G
laboratorio prove in situ

PRA4



Individuazione luogo prova



Misurazione lunghezza prelievo

NOTE	n.a.	riferimento
variazioni, aggiunte, esclusioni rispetto alla prova	X	
identificazione di tutti i metodi o le procedure non normalizzate utilizzate	X	
eventuali anomalie riscontrate	X	
eventuali indicazioni fornite dal richiedente o riscontrate dal Laboratorio in merito alla documentazione e modalità di identificazione e qualificazione dei materiali o prodotti ad uso strutturale sottoposti a controlli e prove	X	

n.a. = nota non attinente; riferimento = se la nota è presente, vedere il relativo riferimento.

Si dichiara che il prelievo è stata effettuato in conformità alle norme di riferimento.

Il presente certificato si compone di n. 2 pagine

lo sperimentatore
Geom. Lorenzo Lanfranchi
firmato digitalmente



Il direttore dei lavori
Ing. Giacomo Mecatti
firmato digitalmente



Allegati:

- planimetria ubicazione punti di prova

pag. 2 di 2



SICURING s.r.l. - via Pietro Toselli n°131 - 50144 Firenze - c.f. e p. I.V.A. 05423200483
tel.: 055/367177 - 3247357 - fax: 055/3216821 mail: info@sicuring.it

Laboratorio per prove e controlli sui materiali da costruzione su strutture e costruzioni esistenti (di cui al D.P.R. n.380/2001, art. 59, c. 2, lett. C-bis)
Autorizzazione ai sensi della Circ.633/STC del 03/12/2019, settori: A (lett. a, b, c, d, e, f, g, h, i) ed A facoltativo (lett. b, f, g, h, i, j, k)



Relazione di calcolo strutturale
9.01-2505VG00STRRE01_A-RelCalcVer



ing. Antonio Tenani
arc. Paola Andreotti

 PROVINCIA DI AREZZO 	LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO	PROG. 2505	PAG. 21/80
		REV. A	DATA Giugno 2026
Perizia Suppletiva e di Variante num. 1			

RIF. DOCUMENTO: Cert.0830.2026_Analisi chimica Ponte Esse.docx



S I C U R I N G
laboratorio prove in situ

CERTIFICATO N.	0830.2026	del	09/02/2026
-----------------------	------------------	------------	-------------------

Verbale di accettazione	AC.0102.2026 del 20/01/2026
Richiedente	Provincia di Arezzo
Ruolo del richiedente	Ente proprietario
Luogo di esecuzione della prova	Ponte torrente Esse, S.P. 25 della Misericordia, Km 15+750, Comune di Monte San Savino (AR)
Oggetto del servizio	Esecuzione di indagini strutturali
Data - ora inizio esecuzione prova	21/01/2026 - 22/01/2026

ANALISI CHIMICA

Riferimento Circ. 633/2019 (p.to 5) Settore A - g

Norme di riferimento	UNI EN 14630:2007
Composizione soluzione indicatore	fenoltaleina disciolta in alcool etilico (70ml) e diluita con acqua distillata (100ml);
Condizioni climatiche	/
Esito verifiche preliminari (cfr. procedura PO.A.g)	Positivo

PROVA DI CARBONATAZIONE:

Id	Tipologia	Posizione	Esposizione	Fronte di Carbonatazione	Profondità di Carbonatazione (cm)		Valido ai fini di calcolo media
					media	max	
CHC1	Carota	Spalla 1 – Lato Valle	Esterno	Irregolare	7,0	8,0	No
CHC2	Carota	Spalla 2 – Lato Valle	Esterno	Irregolare	7,5	8,5	No
CHC3	Carota	Estradosso soletta – Lato Valle	Interno	Regolare	0,0	0,0	Si
CHC4	Carota	Spalla 1 – Lato Monte	Esterno	Irregolare	10,0	12,0	No
CHC5	Carota	Spalla 1 – Lato Monte	Esterno	Irregolare	10,0	13,0	No

NOTA 1: per il provino CHC4 la profondità di carbonatazione indicata comprende anche la porzione di calcestruzzo esterno precedentemente rimosso con saggio per prelievo barra armatura PRA3
Per il provino CHC5, la profondità di carbonatazione indicata comprende anche la porzione superficiale delle carote fratturate durante la fase di carotaggio e prelievo

pag. 1 di 3



SICURING s.r.l. - via Pietro Toselli n°131 - 50144 Firenze - c.f. e p. I.V.A. 05423200483
tel.: 055/367177 - 3247357 - fax: 055/3216821 mail: info@sicuring.it

Laboratorio per prove e controlli sui materiali da costruzione su strutture e costruzioni esistenti (di cui al D.P.R. n.380/2001, art. 59, c. 2, lett. C-bis)
Autorizzazione ai sensi della Circ.633/STC del 03/12/2019, settori: A (lett. a, b, c, d, e, f, g, h, i) ed A facoltativo (lett. b, f, g, h, i, j, k)



Relazione di calcolo strutturale
9.01-2505VG00STRRE01_A-RelCalcVer



ing. Antonio Tenani

arc. Paola Andreotti

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 22/80
				REV. A	DATA Giugno 2026

Perizia Suppletiva e di Variante num. 1

RIF. DOCUMENTO: Cert.0830.2026_Analisi chimica Ponte Esse.docx



S I C U R I N G
laboratorio prove in situ

CHC1  21 gen 2026 16:10:13 17 Viale Santa Maria delle Vertighe Ponte Esse-Sant'antonio Provincia di Arezzo Toscana Numero indice: 6189	CHC2  21 gen 2026 12:24:05 21 Viale Santa Maria delle Vertighe Ponte Esse-Sant'antonio Provincia di Arezzo Toscana Numero indice: 6161
CHC3  21 gen 2026 13:11:58 21 Viale Santa Maria delle Vertighe Ponte Esse-Sant'antonio Provincia di Arezzo Toscana Numero indice: 6178	CHC4  22 gen 2026 15:03:47 16 Viale Santa Maria delle Vertighe Ponte Esse-Sant'antonio Provincia di Arezzo Toscana Numero indice: 6209

pag. 2 di 3



SICURING s.r.l. - via Pietro Toselli n°131 - 50144 Firenze - c.f. e p. I.V.A. 05423200483
tel.: 055/367177 - 3247357 - fax: 055/3216821 mail: info@sicuring.it

Laboratorio per prove e controlli sui materiali da costruzione su strutture e costruzioni esistenti (di cui al D.P.R. n.380/2001, art. 59, c. 2, lett. C-bis)
Autorizzazione ai sensi della Circ.633/STC del 03/12/2019, settori: A (lett. a, b, c, d, e, f, g, h, i) ed A facoltativo (lett. b, f, g, h, i, j, k)



Relazione di calcolo strutturale
9.01-2505VG00STRRE01_A-RelCalcVer



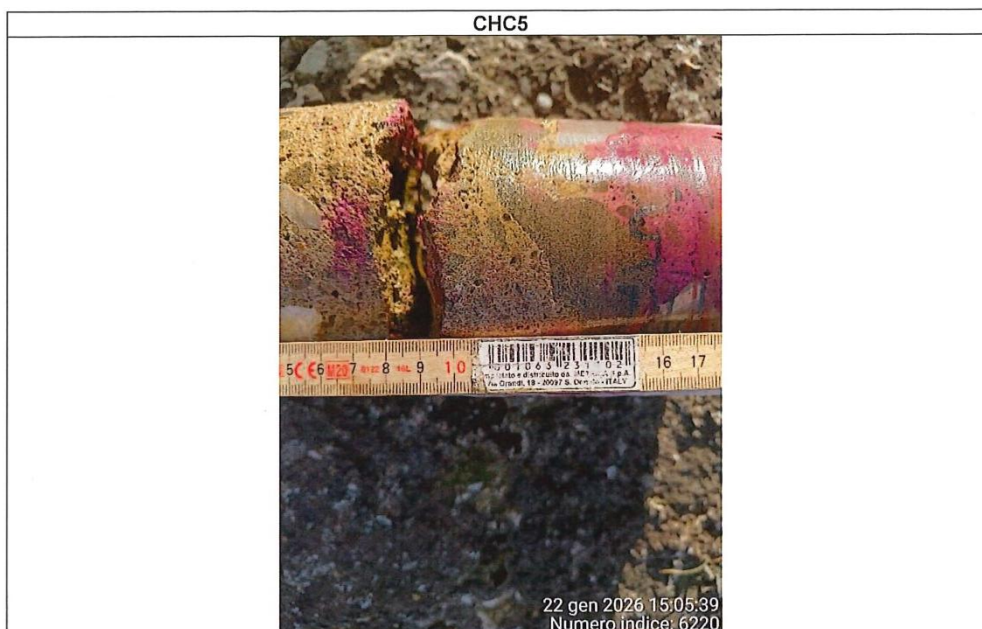
ing. Antonio Tenani
arc. Paola Andreotti

 PROVINCIA DI AREZZO 	LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO	PROG. 2505	PAG. 23/80
		REV. A	DATA Giugno 2026
Perizia Suppletiva e di Variante num. 1			

RIF. DOCUMENTO: Cert.0830.2026_Analisi chimica Ponte Esse.docx



S I C U R I N G
laboratorio prove in situ



NOTE	n.a.	riferimento
variazioni, aggiunte, esclusioni rispetto alla prova	X	
identificazione di tutti i metodi o le procedure non normalizzate utilizzate	X	
eventuali anomalie riscontrate		NOTA 1
eventuali indicazioni fornite dal richiedente o riscontrate del Laboratorio in merito alla documentazione e modalità di identificazione e qualificazione dei materiali o prodotti ad uso strutturale sottoposti a controlli e prove	X	
nel caso di calcestruzzi a indurimento lento o molto lento deve essere riportato il rapporto di cui al p.to 7.2 della UNI EN 206:2016 (solo per prova relativa alla determinazione della profondità di penetrazione degli ioni cloruro)	X	
Immagine con registrazione profilo di carbonatazione o fronte ioni cloruro (carta millimetrica trasparente)		

n.a. = nota non attinente; riferimento = se la nota è presente, vedere il relativo riferimento.

Si dichiara che la prova è stata effettuata in conformità alle norme di riferimento.

Il presente certificato si compone di n.3 pagine

lo sperimentatore
Geom. Lorenzo Lanfranchi
firmato digitalmente

Il direttore di laboratorio
Ing. Giacomo Mecatti
firmato digitalmente

Allegati:

- planimetria ubicazione punti di prova;

pag. 3 di 3



SICURING s.r.l. - via Pietro Toselli n°131 - 50144 Firenze - c.f. e p. I.V.A. 05423200483
tel.: 055/367177 - 3247357 - fax: 055/3216821 mail: info@sicuring.it



Laboratorio per prove e controlli sui materiali da costruzione su strutture e costruzioni esistenti (di cui al D.P.R. n.380/2001, art. 59, c. 2, lett. C-bis)
Autorizzazione ai sensi della Circ.633/STC del 03/12/2019, settori: A (lett. a, b, c, d, e, f, g, h, i) ed A facoltativo (lett. b, f, g, h, i, j, k)

Relazione di calcolo strutturale
9.01-2505VG00STRRE01_A-RelCalcVer



ing. Antonio Tenani
arc. Paola Andreotti

 PROVINCIA DI AREZZO 	LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO	PROG. 2505	PAG. 24/80
		REV. A	DATA Giugno 2026
Perizia Suppletiva e di Variante num. 1			

RIF. DOCUMENTO: Cert.0831.2026_Sclerometrie Ponte Esse.docx



S I C U R I N G
laboratorio prove in situ

CERTIFICATO N.	0831.2026	del	09/02/2026
-----------------------	------------------	------------	-------------------

Verbale di accettazione	AC.0102.2025 del 20/01/2026
Richiedente	Provincia di Arezzo
Ruolo del richiedente	Ente proprietario
Luogo di esecuzione della prova	Ponte torrente Esse, S.P. 25 della Misericordia, Km 15+750, Comune di Monte San Savino (AR)
Oggetto del servizio	Esecuzione di indagini strutturali
Data - ora inizio esecuzione prova	21/01/2026

PROVA SCLEROMETRICA

Riferimento Circ. 633/2019 (p.to 5) Settore A - b

Norme di riferimento	UNI EN 12504-2:2012
Attrezzatura utilizzata	Sclerometro meccanico tipo ☐ S ☒ N
Esito verifiche preliminari (cfr. procedura PO.A.b)	Positivo

Rif.	Identificativo elemento	Identificativo area	Preparazione Area	Condizione CLS	Anomalie (se presenti)
SC1	Setto	Spalla 2	Non necessaria	Gettato in opera	Nessuna
SC2	Setto	Spalla 2	Non necessaria	Gettato in opera	Nessuna
SC3	Setto	Spalla 2	Non necessaria	Gettato in opera	Nessuna
SC4	Setto	Spalla 2	Non necessaria	Gettato in opera	Nessuna
SC5	Setto	Spalla 1	Non necessaria	Gettato in opera	Nessuna
SC6	Setto	Spalla 1	Non necessaria	Gettato in opera	Nessuna
SC7	Soletta	Intradosso	Non necessaria	Gettato in opera	Nessuna
SC8	Soletta	Intradosso	Non necessaria	Gettato in opera	Nessuna
SC9	Soletta	Intradosso	Non necessaria	Gettato in opera	Nessuna

Rif.	Valori battute sclerometriche					Media Indice di rimbalzo	Angolo di prova rispetto all'orizzontale	Indice corretto	Indice sclerometrico di prova
SC1	30	30	28	32	30	31	0°	-	31
	32	34	28	32	34				
SC2	34	32	34	38	34	34	0°	-	34
	30	34	34	36	32				
SC3	28	34	30	36	28	32	0°	-	32
	32	30	30	34	36				
SC4	32	34	32	28	32	31	0°	-	31
	28	30	30	30	34				
SC5	28	34	34	34	28	31	0°	-	31
	30	34	28	32	30				
SC6	30	34	30	32	32	32	0°	-	32
	34	34	30	32	34				

Pag. 1 di 5



SICURING s.r.l. - via Pietro Toselli n°131 - 50144 Firenze - c.f. e p. I.V.A. 05423200483
tel.: 055/367177 - 3247357 - fax: 055/3216821 mail: info@sicuring.it



Laboratorio per prove e controlli sui materiali da costruzione su strutture e costruzioni esistenti (di cui al D.P.R. n.380/2001, art. 59, c. 2, lett. C-bis)
Autorizzazione ai sensi della Circ.633/STC del 03/12/2019, settori: A (lett. a, b, c, d, e, f, g, h, i) ed A facoltativo (lett. b, f, g, h, i, j, k)

Relazione di calcolo strutturale
9.01-2505VG00STRRE01_A-RelCalcVer



ing. Antonio Tenani

arc. Paola Andreotti

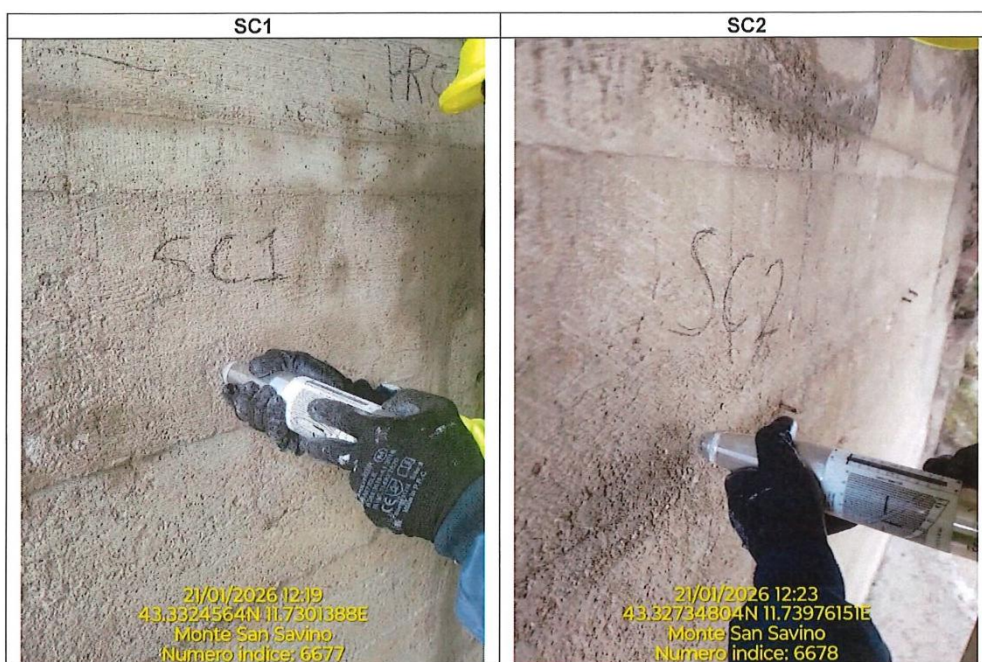
 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 25/80
		REV. A	DATA Giugno 2026		
Perizia Suppletiva e di Variante num. 1					

RIF. DOCUMENTO: Cert.0831.2026_Sclerometrie Ponte Esse.docx



S I C U R I N G
laboratorio prove in situ

SC7	38	36	34	42	36	37	+90°	32	32
	36	36	40	38	38				
SC8	42	42	38	36	40	39	+90°	34	34
	42	38	38	38	40				
SC9	42	40	38	38	38	39	+90°	34	34
	42	40	38	36	36				



Pag. 2 di 5



SICURING s.r.l. - via Pietro Toselli n°131 - 50144 Firenze - c.f. e p. I.V.A. 05423200483
tel.: 055/367177 - 3247357 - fax: 055/3216821 mail: Info@sicuring.it

Laboratorio per prove e controlli sui materiali da costruzione su strutture e costruzioni esistenti (di cui al D.P.R. n.380/2001, art. 59, c. 2, lett. C-bis)
Autorizzazione ai sensi della Circ.633/STC del 03/12/2019, settori: A (lett. a, b, c, d, e, f, g, h, i) ed A facoltativo (lett. b, f, g, h, i, j, k)



Relazione di calcolo strutturale
9.01-2505VG00STRRE01_A-RelCalcVer



ing. Antonio Tenani
arc. Paola Andreotti

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 26/80
				REV. A	DATA Giugno 2026

Perizia Suppletiva e di Variante num. 1

RIF. DOCUMENTO: Cert.0831.2026_Sclerometrie Ponte Esse.docx



S I C U R I N G
laboratorio prove in situ



Pag. 3 di 5



SICURING s.r.l. - via Pietro Toselli n°131 - 50144 Firenze - c.f. e p. I.V.A. 05423200483
tel.: 055/367177 - 3247357 - fax: 055/3216821 mail: info@sicuring.it
Laboratorio per prove e controlli sui materiali da costruzione su strutture e costruzioni esistenti (di cui al D.P.R. n.380/2001, art. 59, c. 2, lett. C-bis)
Autorizzazione ai sensi della Circ.633/STC del 03/12/2019, settori: A (lett. a, b, c, d, e, f, g, h, i) ed A facoltativo (lett. b, f, g, h, i, j, k)



Relazione di calcolo strutturale
9.01-2505VG00STRRE01_A-RelCalcVer



ing. Antonio Tenani
arc. Paola Andreotti

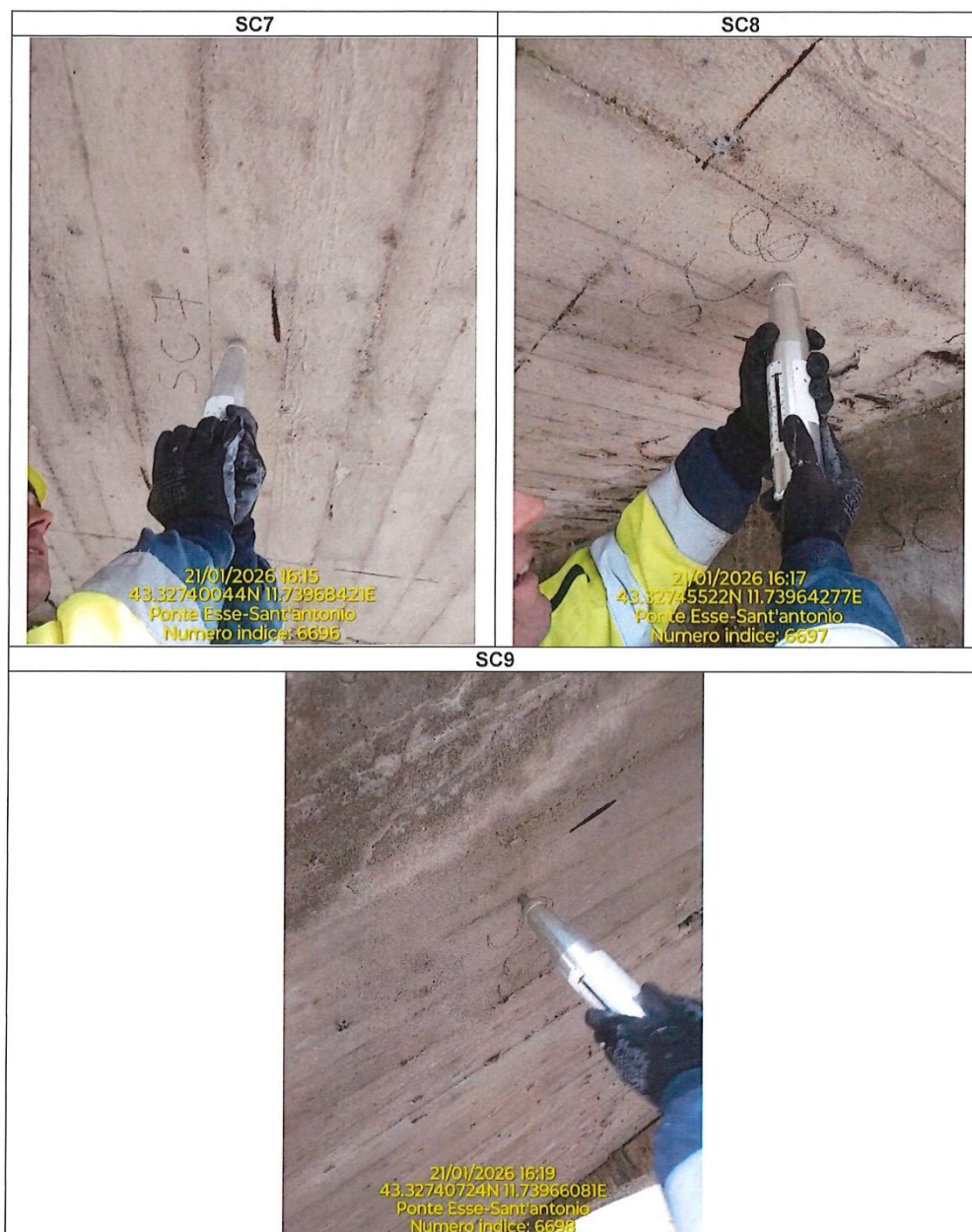
 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 27/80
				REV. A	DATA Giugno 2026

Perizia Suppletiva e di Variante num. 1

RIF. DOCUMENTO: Cert.0831.2026_Sclerometrie Ponte Esse.docx



S I C U R I N G
laboratorio prove in situ



Pag. 4 di 5



SICURING s.r.l. - via Pietro Toselli n°131 - 50144 Firenze - c.f. e p. I.V.A. 05423200483
tel.: 055/367177 - 3247357 - fax: 055/3216821 mail: info@sicuring.it
Laboratorio per prove e controlli sui materiali da costruzione su strutture e costruzioni esistenti (di cui al D.P.R. n.380/2001, art. 59, c. 2, lett. C-bis)
Autorizzazione ai sensi della Circ.633/STC del 03/12/2019, settori: A (lett. a, b, c, d, e, f, g, h, i) ed A facoltativo (lett. b, f, g, h, i, j, k)



Relazione di calcolo strutturale
9.01-2505VG00STRRE01_A-RelCalcVer



ing. Antonio Tenani
arc. Paola Andreotti

 PROVINCIA DI AREZZO 	LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO	PROG. 2505	PAG. 28/80
		REV. A	DATA Giugno 2026
Perizia Suppletiva e di Variante num. 1			

RIF. DOCUMENTO: Cert.0831.2026_Sclerometrie Ponte Esse.docx



S I C U R I N G
laboratorio prove in situ

NOTE	n.a.	riferimento
variazioni, aggiunte, esclusioni rispetto alla prova	X	
identificazione di tutti i metodi o le procedure non normalizzate utilizzate	X	
eventuali anomalie riscontrate	X	
eventuali indicazioni fornite dal richiedente o riscontrate dal Laboratorio in merito alla documentazione e modalità di identificazione e qualificazione dei materiali o prodotti ad uso strutturale sottoposti a controlli e prove	X	
eventuale valutazione della carbonatazione superficiale (se richiesta)	X	

n.a. = nota non attinente; riferimento = se la nota è presente, vedere il relativo riferimento.

Si dichiara che la prova è stata effettuata in conformità alle norme di riferimento.
Il presente certificato si compone di n. 5 pagine

lo sperimentatore
Geom. Lorenzo Lanfranchi
firmato digitalmente

Il direttore di laboratorio
Ing. Giacomo Mecatti
firmato digitalmente

Allegati:

- planimetria ubicazione punti di prova;

Pag. 5 di 5



SICURING s.r.l. - via Pietro Toselli n°131 - 50144 Firenze - c.f. e p. I.V.A. 05423200483
tel.: 055/367177 - 3247357 - fax: 055/3216821 mail: info@sicuring.it

Laboratorio per prove e controlli sui materiali da costruzione su strutture e costruzioni esistenti (di cui al D.P.R. n.380/2001, art. 59, c. 2, lett. C-bis)
Autorizzazione ai sensi della Circ.633/STC del 03/12/2019, settori: A (lett. a, b, c, d, e, f, g, h, i) ed A facoltativo (lett. b, f, g, h, i, j, k)



Relazione di calcolo strutturale
9.01-2505VG00STRRE01_A-RelCalcVer



ing. Antonio Tenani
arc. Paola Andreotti

 PROVINCIA DI AREZZO 	LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO	PROG. 2505	PAG. 29/80
		REV. A	DATA Giugno 2026
Perizia Suppletiva e di Variante num. 1			



S I C U R I N G
s i c u r e z z a & i n g e g n e r i a

CERTIFICATO N.	0832.2026	del	09/02/2026
-----------------------	------------------	------------	-------------------

Verbale di accettazione	AC.0102.2026 del 20/01/2026
Richiedente	Provincia di Arezzo
Ruolo del richiedente	Ente proprietario
Luogo di esecuzione della prova	Ponte torrente Esse, S.P. 25 della Misericordia, Km 15+750, Comune di Monte San Savino (AR)
Oggetto del servizio	Esecuzione di indagini strutturali
Data - ora inizio esecuzione prova	22/01/2026

CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DELLA MALTA PER MURATURE

Norme di riferimento	RILEM TC 177-MDT o equivalente e RILEM 127 D.6
Tipologia di prova	penetrometria ☒ sclerometria ☐ shove test ☐
Attrezzatura utilizzata	Penetrometro per malta PRD800 - Novatest
Sistema di acquisizione dati	Misuratore di profondità digitale Novatest

RISULTATI PROVA PM1:

Prova di penetrazione malta		Localizzazione prova:	
ID Prova:	PM1	corsa dello strumento	Pietra Spalla 1
d1' (mm) misure	normalizzato	10 valori (esclusi gli estremi)	20mm
6,62	13,38		
9,71	10,29		
10,80	9,20		
13,00	7,00	7,00	
13,20	6,80	6,80	
13,51	6,49	6,49	
13,78	6,22	6,22	
14,07	5,93	5,93	
14,26	5,74	5,74	
14,36	5,64	5,64	
14,40	5,60	5,60	
14,80	5,20	5,20	
14,88	5,12	5,12	
15,39	4,61		
15,69	4,31		
17,86	2,14		
MEDIA	6,479	5,974	
fm correlata (malta mix)		3,20 Mpa	
fm correlata (malta cementizia)		3,80 Mpa	



SICURING s.r.l. - via Pietro Toselli n°131 - 50144 Firenze - c.f. e p. I.V.A. 05423200483
tel.: 055/367177 - 3247357 - fax: 055/3216821 mail: info@sicuring.it
capitale sociale interamente versato 10.000,00 €

pag. 1 di 3



Relazione di calcolo strutturale
9.01-2505VG00STRRE01_A-RelCalcVer



ing. Antonio Tenani
arc. Paola Andreotti



PROVINCIA
DI AREZZO



**LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA
DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA
MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE
SAN SAVINO**

PROG.
2505

PAG.
30/80

REV.
A

DATA
Giugno
2026

Perizia Suppletiva e di Variante num. 1



S I C U R I N G
sicurezza & ingegneria

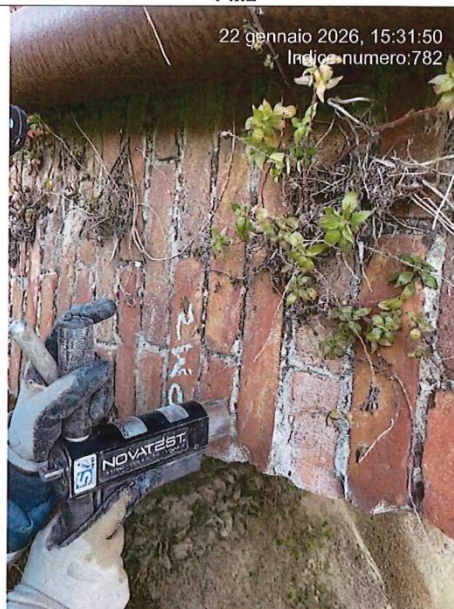
RISULTATI PROVA PM2:

Prova di penetrazione malta		Localizzazione prova:	
ID Prova:	PM2	corsa dello strumento	
d1' (mm) misure	normalizzato	10 valori (esclusi gli estremi)	
10,80	9,20		
10,82	9,18		
11,55	8,45		
11,87	8,13	8,13	
13,24	6,76	6,76	
13,28	6,72	6,72	
13,46	6,54	6,54	
13,64	6,36	6,36	
14,04	5,96	5,96	
14,75	5,25	5,25	
15,19	4,81	4,81	
15,44	4,56	4,56	
15,54	4,46	4,46	
16,11	3,89		
16,18	3,82		
16,56	3,44		
MEDIA	6,096	5,955	
fm correlata (malta mix)		3,20 Mpa	
fm correlata (malta cementizia)		3,80 Mpa	

PM1



PM2



SICURING s.r.l. - via Pietro Toselli n°131 - 50144 Firenze - c.f. e p. I.V.A. 05423200483
tel.: 055/367177 - 3247357 - fax: 055/3216821 mail: info@sicuring.it
capitale sociale interamente versato 10.000,00 €



pag. 2 di 3

Relazione di calcolo strutturale
9.01-2505VG00STRRE01_A-RelCalcVer



ing. Antonio Tenani

arc. Paola Andreotti

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 31/80
		REV. A	DATA Giugno 2026		
Perizia Suppletiva e di Variante num. 1					



S I C U R I N G
s i c u r e z z a & i n g e g n e r i a

NOTE	n.a.	riferimento
variazioni, aggiunte, esclusioni rispetto alla prova	X	
identificazione di tutti i metodi o le procedure non normalizzate utilizzate	X	
eventuali anomalie riscontrate	X	
eventuali indicazioni fornite dal richiedente o riscontrate dal Laboratorio in merito alla documentazione e modalità di identificazione e qualificazione dei materiali o prodotti ad uso strutturale sottoposti a controlli e prove	X	

n.a. = nota non attinente; riferimento = se la nota è presente, vedere il relativo riferimento.

Si dichiara che la prova è stata effettuata in conformità alle norme di riferimento.

Il presente certificato si compone di n. 3 pagine

lo sperimentatore
Geom. Lorenzo Lanfranchi
firmato digitalmente

Il direttore di laboratorio
Ing. Giacomo Mecatti
firmato digitalmente

Allegati:

- planimetria ubicazione prova.



SICURING s.r.l. - via Pietro Toselli n°131 - 50144 Firenze - c.f. e p. I.V.A. 05423200483
tel.: 055/367177 - 3247357 - fax: 055/3216821 mail: info@sicuring.it
capitale sociale interamente versato 10.000,00 €



pag. 3 di 3

Relazione di calcolo strutturale
9.01-2505VG00STRRE01_A-RelCalcVer



ing. Antonio Tenani
arc. Paola Andreotti

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 32/80
		REV. A	DATA Giugno 2026		
Perizia Suppletiva e di Variante num. 1					

RIF. DOCUMENTO: Cert.0833.2026_indagine endoscopica Ponte Esse.docx



S I C U R I N G
laboratorio prove in situ

CERTIFICATO N.	0833.2026	del	09/02/2026
-----------------------	------------------	------------	-------------------

Verbale di accettazione	AC.0102.2025 del 20/01/2026
Richiedente	Provincia di Arezzo
Ruolo del richiedente	Proprietario
Luogo di esecuzione della prova	Ponte torrente Esse, S.P. 25 della Misericordia, Km 15+750, Comune di Monte San Savino (AR)
Oggetto del servizio	Esecuzione di indagini strutturali
Data - ora inizio esecuzione prova	21/01/2026 – 22/01/2026

INDAGINE ENDOSCOPICA

Riferimento Circ. 633/2019 (p.to 5) Settore A2 - g

Norme di riferimento	UNI EN 13018:2016, NORMAL 42/93.
Attrezzatura utilizzata	Bluefire Endoscopio 90°

Metodo di prova utilizzato	☐ diretto ☒ remoto
Modalità	☐ passante ☒ non passante
Descrizione dell'oggetto sottoposto a prova	Spalla 2
ID prova	END1
Localizzazione prova	Lato valle
Spessore totale rilevato	105,0 cm
Schema elemento indagato	
Unico strato di materiale compatto	

pag. 1 di 8



SICURING s.r.l. - via Pietro Toselli n°131 - 50144 Firenze - c.f. e p. I.V.A. 05423200483
tel.: 055/367177 - 3247357 - fax: 055/3216821 mail: info@sicuring.it

Laboratorio per prove e controlli sui materiali da costruzione su strutture e costruzioni esistenti (di cui al D.P.R. n.380/2001, art. 59, c. 2, lett. C-bis)
Autorizzazione ai sensi della Circ.633/STC del 03/12/2019, settori: A (lett. a, b, c, d, e, f, g, h, i) ed A facoltativo (lett. b, f, g, h, i, j, k)



Relazione di calcolo strutturale
9.01-2505VG00STRRE01_A-RelCalcVer



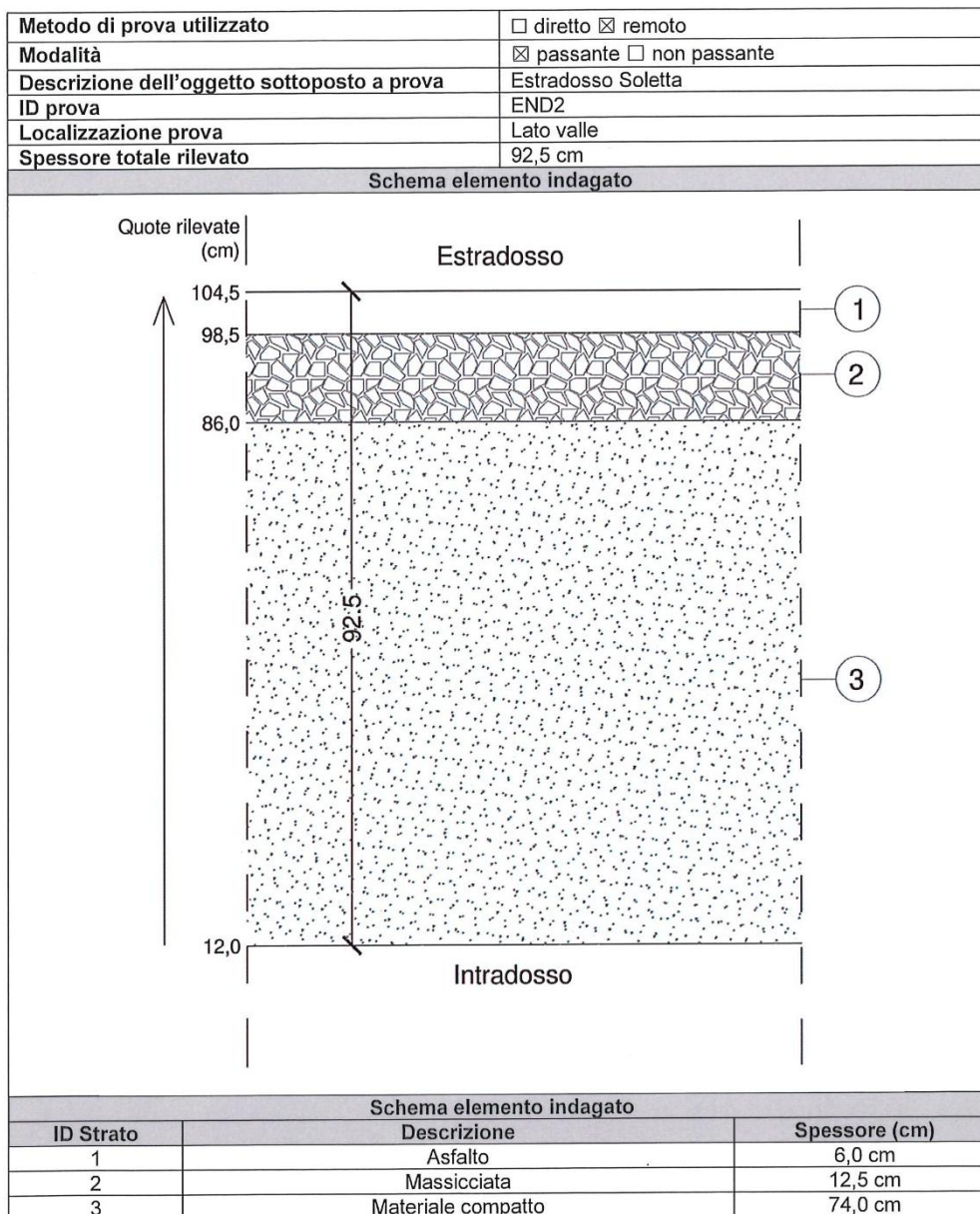
ing. Antonio Tenani
arc. Paola Andreotti

 PROVINCIA DI AREZZO 	LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 33/80
			REV. A	DATA Giugno 2026
Perizia Suppletiva e di Variante num. 1				

RIF. DOCUMENTO: Cert.0833.2026_indagine endoscopica Ponte Esse.docx



S I C U R I N G
laboratorio prove in situ



pag. 2 di 8



SICURING s.r.l. - via Pietro Toselli n°131 - 50144 Firenze - c.f. e p. I.V.A. 05423200483
tel.: 055/367177 - 3247357 - fax: 055/3216821 mail: info@sicuring.it



Laboratorio per prove e controlli sui materiali da costruzione su strutture e costruzioni esistenti (di cui al D.P.R. n.380/2001, art. 59, c. 2, lett. C-bis)
Autorizzazione ai sensi della Circ.633/STC del 03/12/2019, settori: A (lett. a, b, c, d, e, f, g, h, i) ed A facoltativo (lett. b, f, g, h, i, j, k)

Relazione di calcolo strutturale
9.01-2505VG00STRRE01_A-RelCalcVer



ing. Antonio Tenani
arc. Paola Andreotti

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 34/80
		REV. A	DATA Giugno 2026		
Perizia Suppletiva e di Variante num. 1					

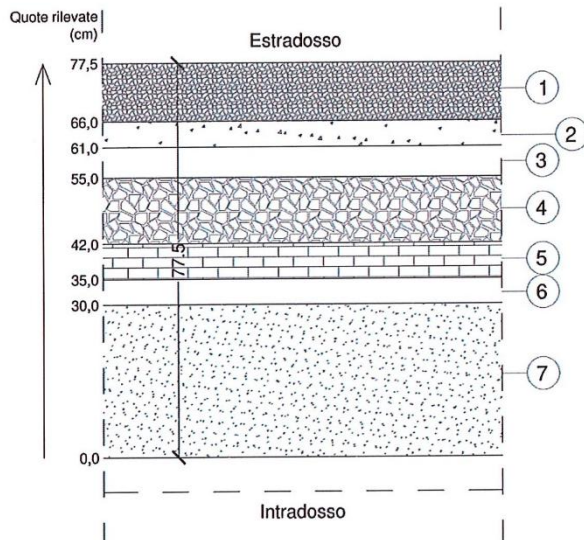
RIF. DOCUMENTO: Cert.0833.2026_indagine endoscopica Ponte Esse.docx



S I C U R I N G
laboratorio prove in situ

Metodo di prova utilizzato	☐ diretto ☒ remoto
Modalità	☐ passante ☒ non passante
Descrizione dell'oggetto sottoposto a prova	Spalla 1
ID prova	END3
Localizzazione prova	Lato valle
Spessore totale rilevato	110,0 cm
Schema elemento indagato	
Unico strato di materiale compatto	

Metodo di prova utilizzato	☐ diretto ☒ remoto
Modalità	☐ passante ☒ non passante
Descrizione dell'oggetto sottoposto a prova	Reni arcata
ID prova	END4
Localizzazione prova	Lato monte
Spessore totale rilevato	77,5 cm

Schema elemento indagato	
	

Schema elemento indagato		
ID Strato	Descrizione	Spessore (cm)
1	Materiale terroso	11,5 cm
2	Materiale compatto	6,0 cm
3	Vuoto/intercapedine	5,0 cm
4	Riempimento sciolto	13,0 cm
5	Laterizio	7,0 cm
6	Vuoto/Riempimento sciolto	5,0 cm
7	Materiale compatto	30,0 cm
8	n.d.	n.d.

pag. 3 di 8



SICURING s.r.l. - via Pietro Toselli n°131 - 50144 Firenze - c.f. e p. I.V.A. 05423200483
tel.: 055/367177 - 3247357 - fax: 055/3216821 mail: info@sicuring.it
Laboratorio per prove e controlli sui materiali da costruzione su strutture e costruzioni esistenti (di cui al D.P.R. n.380/2001, art. 59, c. 2, lett. C-bis)
Autorizzazione ai sensi della Circ.633/STC del 03/12/2019, settori: A (lett. a, b, c, d, e, f, g, h, i) ed A facoltativo (lett. b, f, g, h, i, j, k)



Relazione di calcolo strutturale
9.01-2505VG00STRRE01_A-RelCalcVer



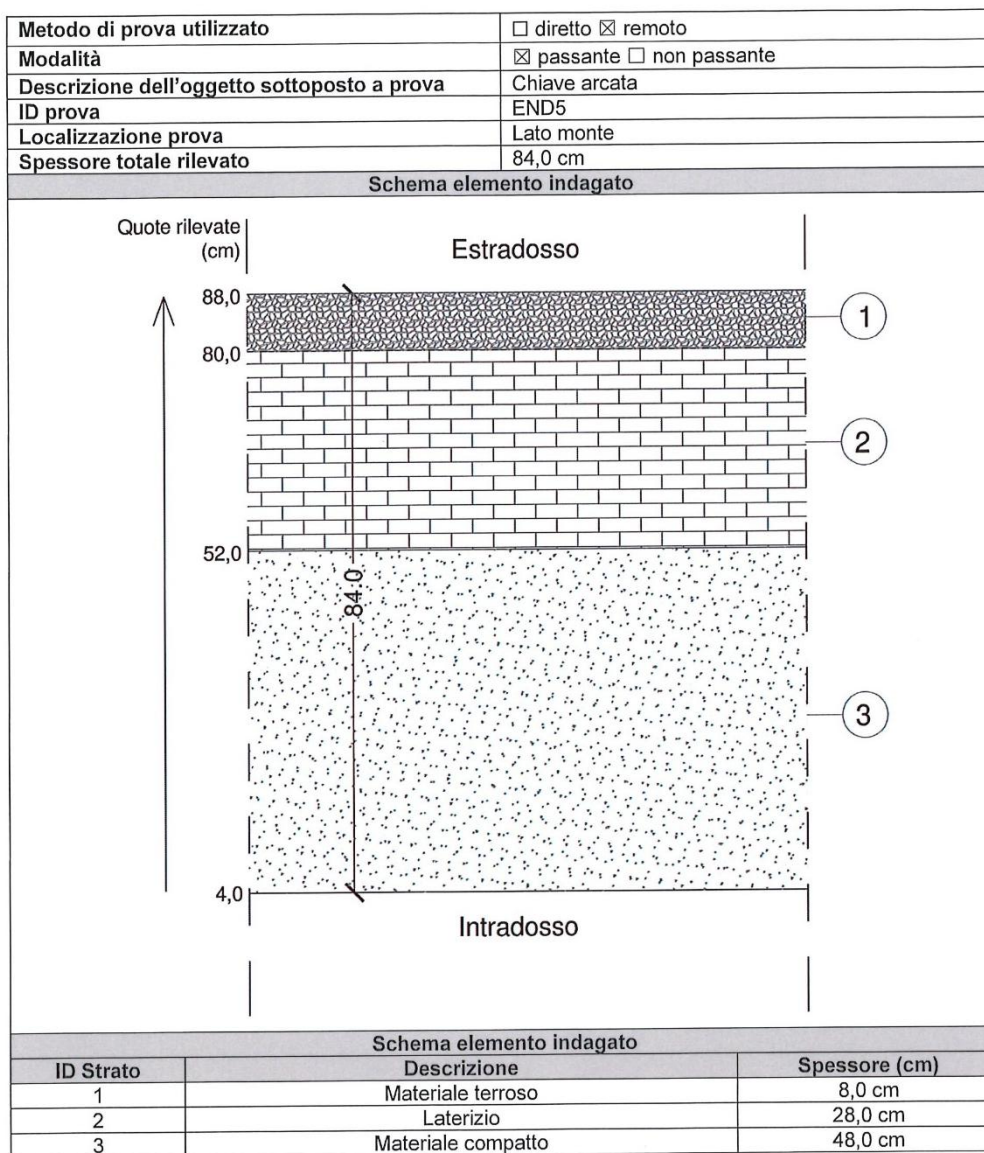
ing. Antonio Tenani
arc. Paola Andreotti

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 35/80
		REV. A	DATA Giugno 2026		
Perizia Suppletiva e di Variante num. 1					

RIF. DOCUMENTO: Cert.0833.2026_indagine endoscopica Ponte Esse.docx



S I C U R I N G
laboratorio prove in situ



pag. 4 di 8



SICURING s.r.l. - via Pietro Toselli n°131 - 50144 Firenze - c.f. e p. I.V.A. 05423200483
tel.: 055/367177 - 3247357 - fax: 055/3216821 mail: info@sicuring.it

Laboratorio per prove e controlli sui materiali da costruzione su strutture e costruzioni esistenti (di cui al D.P.R. n.380/2001, art. 59, c. 2, lett. C-bis)
Autorizzazione ai sensi della Circ.633/STC del 03/12/2019, settori: A (lett. a, b, c, d, e, f, g, h, i) ed A facoltativo (lett. b, f, g, h, i, j, k)



Relazione di calcolo strutturale
9.01-2505VG00STRRE01_A-RelCalcVer



ing. Antonio Tenani
arc. Paola Andreotti

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 36/80
		REV. A	DATA Giugno 2026		
Perizia Suppletiva e di Variante num. 1					

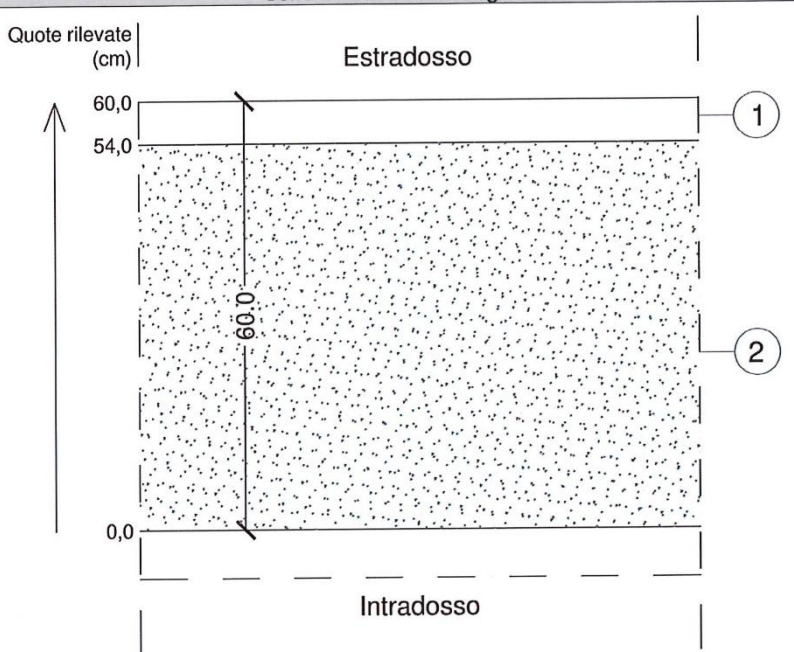
RIF. DOCUMENTO: Cert.0833.2026_indagine endoscopica Ponte Esse.docx



S I C U R I N G
laboratorio prove in situ

Metodo di prova utilizzato	☐ diretto ☒ remoto
Modalità	☐ passante ☒ non passante
Descrizione dell'oggetto sottoposto a prova	Estradosso soletta
ID prova	END6
Localizzazione prova	Lato monte
Spessore totale rilevato	60,0 cm

Schema elemento indagato



Schema elemento indagato		
ID Strato	Descrizione	Spessore (cm)
1	Asfalto	6,0 cm
2	Materiale compatto	54,0 cm

pag. 5 di 8



SICURING s.r.l. - via Pietro Toselli n°131 - 50144 Firenze - c.f. e p. I.V.A. 05423200483
tel.: 055/367177 - 3247357 - fax: 055/3216821 mail: info@sicuring.it
Laboratorio per prove e controlli sui materiali da costruzione su strutture e costruzioni esistenti (di cui al D.P.R. n.380/2001, art. 59, c. 2, lett. C-bis)
Autorizzazione ai sensi della Circ.633/STC del 03/12/2019, settori: A (lett. a, b, c, d, e, f, g, h, i) ed A facoltativo (lett. b, f, g, h, i, j, k)



Relazione di calcolo strutturale
9.01-2505VG00STRRE01_A-RelCalcVer



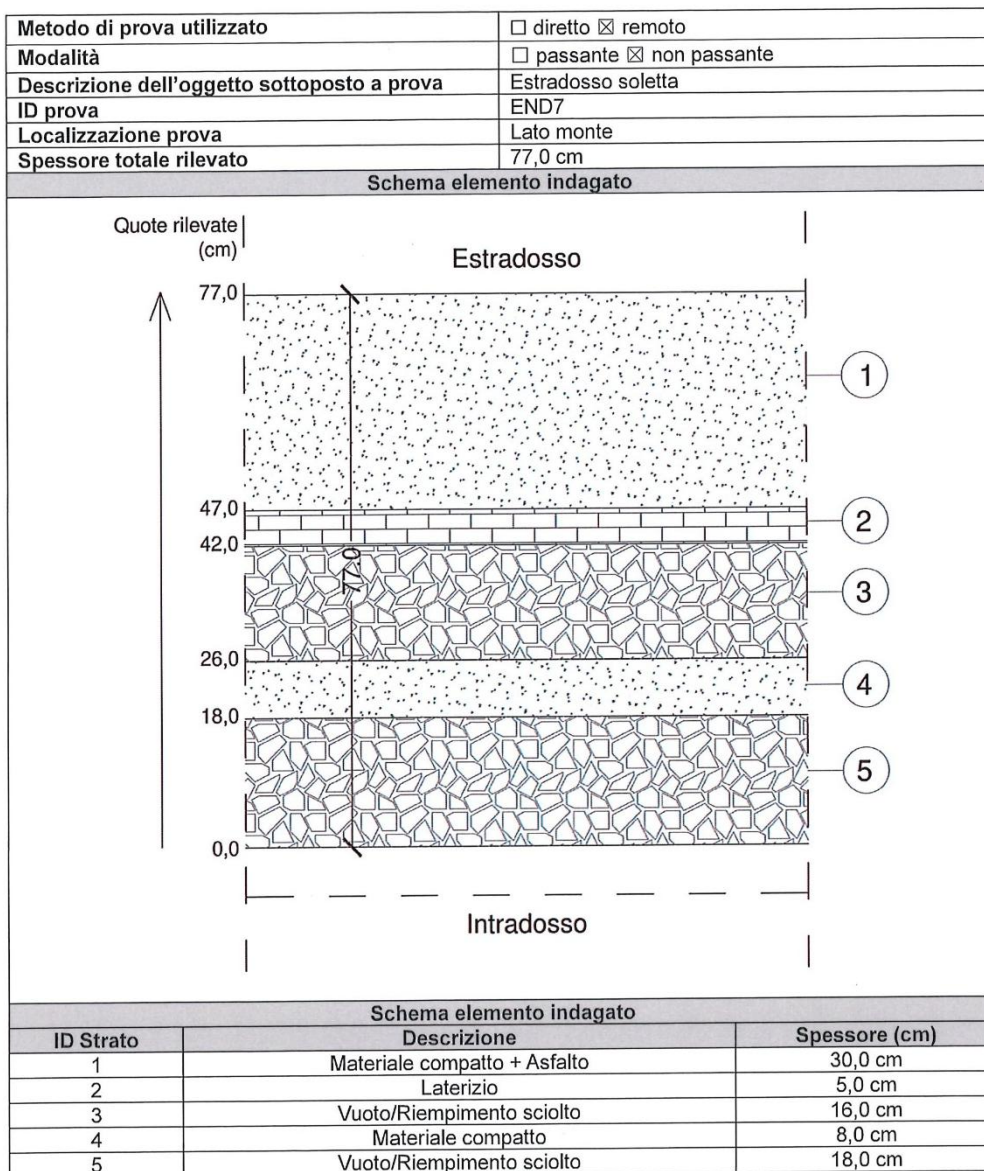
ing. Antonio Tenani
arc. Paola Andreotti

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 37/80
		REV. A	DATA Giugno 2026		
Perizia Suppletiva e di Variante num. 1					

RIF. DOCUMENTO: Cert.0833.2026_indagine endoscopica Ponte Esse.docx



S I C U R I N G
laboratorio prove in situ



pag. 6 di 8



SICURING s.r.l. - via Pietro Toselli n°131 - 50144 Firenze - c.f. e p. I.V.A. 05423200483
tel.: 055/367177 - 3247357 - fax: 055/3216821 mail: info@sicuring.it

Laboratorio per prove e controlli sui materiali da costruzione su strutture e costruzioni esistenti (di cui al D.P.R. n.380/2001, art. 59, c. 2, lett. C-bis)
Autorizzazione ai sensi della Circ.633/STC del 03/12/2019, settori: A (lett. a, b, c, d, e, f, g, h, i) ed A facoltativo (lett. b, f, g, h, i, j, k)



Relazione di calcolo strutturale
9.01-2505VG00STRRE01_A-RelCalcVer



ing. Antonio Tenani
arc. Paola Andreotti

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 38/80
		REV. A	DATA Giugno 2026		
Perizia Suppletiva e di Variante num. 1					

RIF. DOCUMENTO: Cert.0833.2026_indagine endoscopica Ponte Esse.docx



S I C U R I N G
laboratorio prove in situ

Metodo di prova utilizzato	☐ diretto ☒ remoto
Modalità	☐ passante ☒ non passante
Descrizione dell'oggetto sottoposto a prova	Spalla 1
ID prova	END8
Localizzazione prova	Lato monte
Spessore totale rilevato	100,0 cm
Schema elemento indagato	
Unico strato di materiale compatto	
NOTA 1: a 40 cm di profondità, è stata individuata la presenza di una barra d'armatura	

Metodo di prova utilizzato	☐ diretto ☒ remoto
Modalità	☐ passante ☒ non passante
Descrizione dell'oggetto sottoposto a prova	Spalla 1
ID prova	END9
Localizzazione prova	Lato monte
Spessore totale rilevato	81,0 cm
Schema elemento indagato	
Unico strato di materiale compatto in pietra	

pag. 7 di 8



SICURING s.r.l. - via Pietro Toselli n°131 - 50144 Firenze - c.f. e p. I.V.A. 05423200483
tel.: 055/367177 - 3247357 - fax: 055/3216821 mail: info@sicuring.it

Laboratorio per prove e controlli sui materiali da costruzione su strutture e costruzioni esistenti (di cui al D.P.R. n.380/2001, art. 59, c. 2, lett. C-bis)
Autorizzazione ai sensi della Circ.633/STC del 03/12/2019, settori: A (lett. a, b, c, d, e, f, g, h, i) ed A facoltativo (lett. b, f, g, h, i, j, k)



Relazione di calcolo strutturale
9.01-2505VG00STRRE01_A-RelCalcVer



ing. Antonio Tenani

arc. Paola Andreotti

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 39/80
		REV. A	DATA Giugno 2026		
Perizia Suppletiva e di Variante num. 1					

RIF. DOCUMENTO: Cert.0833.2026_indagine endoscopica Ponte Esse.docx



S I C U R I N G
laboratorio prove in situ

NOTE	n.a.	riferimento
variazioni, aggiunte, esclusioni rispetto alla prova	X	
identificazione di tutti i metodi o le procedure non normalizzate utilizzate	X	
eventuali anomalie riscontrate		NOTA 1

n.a. = nota non attinente; riferimento = se la nota è presente, vedere il relativo riferimento.

Note:

1. precisione nell'indicazione: l'accuratezza delle dimensioni indicate può essere influenzata da una serie di parametri dipendenti dalle condizioni al contorno, come ad esempio: l'inclinazione del foro eseguito rispetto allo sviluppo del supporto indagato; anomalie varie legate alla tipologia di materiale o alla forma e dimensione del foro; presenza di materiali non distinguibili visivamente (per colore, consistenza, forma ecc...).

2. validità della prova: la prova si intende descrittiva delle sole porzioni di materiali visibili nel foro ispezionato.

3. Le misure indicate nella descrizione delle varie elaborazioni non sono da intendersi sostitutive di un rilievo diretto.

4. Negli schemi rappresentativi delle sezioni, sopra riportati, la freccia indica la direzione di misurazione dei vari strati.

Si dichiara che la prova è stata effettuata in conformità alle norme di riferimento.

Il presente certificato si compone di n. 8 pagine

lo sperimentatore
Geom. Lorenzo Lanfranchi
firmato digitalmente



Il direttore di laboratorio
Ing. Giacomo Mecatti
firmato digitalmente

Allegati:

- planimetria ubicazione prova.



pag. 8 di 8



SICURING s.r.l. - via Pietro Toselli n°131 - 50144 Firenze - c.f. e p. I.V.A. 05423200483
tel.: 055/367177 - 3247357 - fax: 055/3216821 mail: info@sicuring.it

Laboratorio per prove e controlli sui materiali da costruzione su strutture e costruzioni esistenti (di cui al D.P.R. n.380/2001, art. 59, c. 2, lett. C-bis)
Autorizzazione ai sensi della Circ.633/STC del 03/12/2019, settori: A (lett. a, b, c, d, e, f, g, h, i) ed A facoltativo (lett. b, f, g, h, i, j, k)



Relazione di calcolo strutturale
9.01-2505VG00STRRE01_A-RelCalcVer



ing. Antonio Tenani
arc. Paola Andreotti

 PROVINCIA DI AREZZO 	LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 40/80
			REV. A	DATA Giugno 2026
Perizia Suppletiva e di Variante num. 1				



IGETECMA s.n.c. - Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
 Laboratorio autorizzato con D.M. n. 162 del 19/04/2011 e successivi rinnovi, ai sensi dell'art. 20 della L. n. 1086/71
 D.M. 17.01.2018 Prove e controlli su strutture e materiali da costruzione

CERTIFICATO N. 126/ 26 **del** 05/02/2026

Verbale di accettazione n. 034/26 del 28/01/2026
 Verbale di prelievo n. 01.2026 del 21/01/2026
 Verbale di prelievo n. 01.2026 del 22/01/2026

Direttore del Laboratorio: Ing. Giacomo Mecatti **sottoscritta dal Direttore del Laboratorio**
Richiesta di prove in data 28/01/2026 **Natura dei campioni:** carote di calcestruzzo
Ha consegnato i materiali: Renzetti Pagnotta Diego – Incaricato del Laboratorio SICURING s.r.l.
Dati dichiarati nella Richiesta di prove:
Committente dell'opera: Provincia di Arezzo
Intestazione certificati: Provincia di Arezzo
Oggetto: Indagini strutturali per il ponte sul torrente Esse
 sito sulla strada provinciale SP25 al km 15+750 – Monte San Savino (AR)

PROVE DI ROTTURA A COMPRESSIONE SU PROVINI CILINDRICI DI CALCESTRUZZO

(UNI EN 12390-1, UNI EN 12390-3, UNI EN 12390-7, DM 17.01.2018)

Attrezzatura utilizzata: Pressa CERMAC M003000C

Classe 1.

DATI DICHIARATI				RISULTATI DI PROVA								
	Data prelievo	Posizione di prelievo	Sigla o V.P.	Diametro mm	Altezza mm	Massa (Kg)	Massa Volumica kN/m³	Rettifica *	F (kN)	fc (MPa)	Rottura **	Data prova
1	21/01/2026	Spalla 1 – Lato Valle	PRC1	103,0	106,0	2,047	22,7	SI	186	22,3	S	05/02/2026
2	21/01/2026	Spalla 2 – Lato Valle	PRC2	103,0	104,0	1,950	22,1	SI	211	25,4	S	05/02/2026
3	21/01/2026	Estradosso Soletta – Lato Valle Piano Impalcato	PRC3	84,0	85,0	1,116	23,2	SI	259	46,7	S	05/02/2026
4	22/01/2026	Spalla 1 – Lato Monte	PRC4	103,0	103,0	1,933	22,1	SI	176	21,1	S	05/02/2026
5	22/01/2026	Spalla 1 – Lato Monte	PRC5	103,0	106,0	1,991	22,1	SI	199	23,9	S	05/02/2026

NOTE:

* Rettifica: SI = rettificato mediante molatura (cappatura, etc...)
 NO = non rettificato perché conforme alla norma, come da verifica effettuata.

** Rottura: S = Soddisfacente F = Esplosivo 1,2,3,4, etc. = non soddisfacente come da UNI EN 12390-3

Attenzione: Il numero minimo dei campioni necessario per il controllo di Tipo A previsto dalle norme tecniche vigenti è pari a 6.

Il presente Certificato si compone di n. 1 pagina

Il Sperimentatore
 Ing. Fabio Luis



Il direttore del Laboratorio
 Ing. Francesco Pagnotta

Relazione di calcolo strutturale
 9.01-2505VG00STRRE01_A-RelCalcVer



ing. Antonio Tenani
 arc. Paola Andreotti

 PROVINCIA DI AREZZO 	LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 41/80
			REV. A	DATA Giugno 2026
Perizia Suppletiva e di Variante num. 1				



IGTECMA s.n.c. - Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
 Laboratorio autorizzato con D.M. n. 162 del 19/04/2011 e successivi rinnovi, ai sensi dell'art. 20 della L. n. 1086/71
 D.M. 17.01.2018 Prove e controlli su strutture e materiali da costruzione

CERTIFICATO N. 127/26 C.A. del 05/02/2026

Verbale di accettazione n. 034/26 del 28/01/2026
 Verbale di prelievo n. 01.2026 del 21/01/2026
 Verbale di prelievo n. 01.2026 del 22/01/2026

Direttore del Laboratorio: Ing. Giacomo Mecatti
Richiesta di prove in data 28/01/2026
Ha consegnato i materiali: sottoscritta dal Direttore del Laboratorio
Dati dichiarati nella Richiesta di prove: **Natura dei campioni:** Barre di Acciaio Lisce
Committente dell'opera: Renzetti Pagnotta Diego – Incaricato del Laboratorio SICURING s.r.l.
Intestazione certificati: Provincia di Arezzo
Oggetto: Indagini strutturali per il ponte sul torrente Esse
 sito sulla strada provinciale SP25 al km 15+750 – Monte San Savino (AR)

PROVE A TRAZIONE SU ACCIAIO C.A. (UNI EN 15630-1, DM 17.01.2018)

Attrezzatura utilizzata: Macchina Universale : Tecnotest - Cermac F 060 U ; Tecnotest F 013 Classe I.

VERIFICHE							
Sigla	Data prelievo	Posizione in opera/ verbale n.	Diametro nominale (mm)	L (mm)	P (g)	Diametro effettivo (mm)	Produttore
PRA1	21/01/2026	Armatura Longitudinale – Soletta Intradosso P. Impalcato	24	503	1726,0	23,60	*** Marchio
PRA2	21/01/2026	Staffa – Soletta Intradosso P. Impalcato	8	460	188,0	8,14	*** Marchio
PRA3	22/01/2026	Spalla I – Lato Monte	20	511	1251,0	19,93	*** Marchio
PRA4	22/01/2026	Spalla I – Lato Monte	20	421	1062,0	20,23	*** Marchio

RISULTATI DELLA PROVA						
TRAZIONE						Data prova
Sigla	f _y (N/mm ²)	f _t (N/mm ²)	A %	f _t /f _y	f _y /f _y nom.	
PRA1	381,5	609,4	16,6	1,60	0,85	05/02/2026
PRA2	413,9	579,8	13,4	1,40	0,92	05/02/2026
PRA3	298,7	406,7	15,3	1,36	0,66	05/02/2026
PRA4	267,8	372,5	20,7	1,39	0,60	05/02/2026

NOTE:

*** Marchio non Presente

Il presente Certificato si compone di n. 1 pagine

Lo Sperimentatore
 Geom. Niccolò Guerri



Il Direttore del Laboratorio
 Ing. Francesco Pagnotta

Relazione di calcolo strutturale
 9.01-2505VG00STRRE01_A-RelCalcVer



ing. Antonio Tenani
 arc. Paola Andreotti

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 42/80
				REV. A	DATA Giugno 2026
				Perizia Suppletiva e di Variante num. 1	

5. SIMBOLOGIA E MATERIALI.

Di seguito si riporta un breve elenco della simbologia principale adottata nella relazione e l'elenco dei materiali impiegati nell'opera e le relative caratteristiche meccaniche.

5.1 Simbologia adottata

- Sollecitazioni di calcolo per le travi:

Il sistema di riferimento principale x,y,z di una trave è generalmente orientato:

- asse x coincidente con l'asse della trave
- assi y e z coincidenti con gli assi principali d'inerzia della sezione trasversale
- sistema di riferimento centrato nel baricentro della sezione.

N_{Ed} = sforzo normale

M_{Ed} = momento flettente

V_{Ed} = taglio

T_{Ed} = momento torcente

- Sollecitazioni di calcolo per membrane e piastre:

$n_{x,yEd}$ = sforzo normale unitario in direzione x,y

$m_{x,yEd}$ = momento flettente unitario con piano di flessione in direzione x,y

m_{xyEd} = momento torcente unitario

t_{xEd}, t_{yEd} = taglio unitario agente su superficie di normale x, y

- Tensioni di calcolo:

$\sigma_{x,yEd}$ = tensione normale derivante da $n_{x,y}$ e/o $m_{x,y}$

τ_{xyEd} = tensione tangenziale derivante da m_{xy}

$\tau_{zx,yEd}$ = tensione tangenziale derivante da t_{xy}

- Caratteristiche geometriche delle sezioni di c.a.

b = larghezza della sezione rettangolare

h = altezza della sezione rettangolare

d = altezza utile della sezione

A_s = area dell'armatura tesa

A'_s = area dell'armatura compressa

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 43/80
				REV. A	DATA Giugno 2026
				Perizia Suppletiva e di Variante num. 1	

5.2 Caratteristiche meccaniche dei Materiali

- Calcestruzzo della volta ad arco ribassato

Classe del calcestruzzo:	C15/20
Peso specifico del conglomerato:	$\gamma_c = 22.5 \text{ kN/m}^3$
Resistenza cilindrica caratteristica:	$f_{ck} = 14.7 \text{ N/mm}^2$
Resistenza cilindrica media:	$f_{cm} = 22.7 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico istantaneo:	$E_{cm} = 28134 \text{ N/mm}^2$
Coefficiente di Poisson:	$\nu = 0.20$
Coefficiente per azioni di lunga durata:	$\alpha_{cc} = 1.0$
Livello di conoscenza:	LC1
Fattore di confidenza:	FC = 1.35
Resistenza di calcolo a compressione:	$f_{cd} = 14.7/1.5 = 9.8 \text{ N/mm}^2$

- Acciaio di armatura della volta ad arco ribassato

Resistenza media di snervamento:	$f_{ym} = 283.3 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico:	$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$
Livello di conoscenza:	LC1
Fattore di confidenza:	FC = 1.35
Resistenza di calcolo a trazione:	$f_{yd} = 283.3/1.15 = 246.3 \text{ N/mm}^2$

- Calcestruzzo del solettone in c.a.

Classe del calcestruzzo:	C30/37
Peso specifico del conglomerato:	$\gamma_c = 23 \text{ kN/m}^3$
Resistenza cilindrica caratteristica:	$f_{ck} = 30.4 \text{ N/mm}^2$
Resistenza cilindrica media:	$f_{cm} = 38.4 \text{ N/mm}^2$

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 44/80
				REV. A	DATA Giugno 2026
				Perizia Suppletiva e di Variante num. 1	

Modulo elastico istantaneo: $E_{cm} = 32940 \text{ N/mm}^2$

Coefficiente di Poisson: $\nu = 0.20$

Coefficiente per azioni di lunga durata: $\alpha_{cc} = 1.00$

Livello di conoscenza: LC1

Fattore di confidenza: FC1 = 1.35

Resistenza di calcolo a compressione: $f_{cd} = 30.4/1.5 = 20.3 \text{ N/mm}^2$

- Acciaio di armatura del solettone in c.a.

Resistenza media di snervamento: $f_{ym} = 397.7 \text{ N/mm}^2$

Modulo elastico: $E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$

Livello di conoscenza: LC1

Fattore di confidenza: FC1 = 1.35

Resistenza di calcolo a trazione: $f_{yd} = 397.7/1.15 = 345.8 \text{ N/mm}^2$

- Materiale di rinforzo della volta in c.a.: tessuto unidirezionale in fibra di acciaio galvanizzato ad altissima resistenza (UHTSS) in matrice inorganica cementizia bicomponente (FRCM).

Spessore equivalente: 0.381 mm

Spessore matrice singolo strato: $t_{mat} = 10 \text{ mm}$

Modulo elastico: $E = 190000 \text{ N/mm}^2$

Tensione caratteristica di rottura a trazione: $\sigma_{uf} = 3000 \text{ N/mm}^2$

Resistenza a compressione della matrice: $f_{c,mat} = 45 \text{ N/mm}^2$

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 45/80
				REV. A	DATA Giugno 2026
				Perizia Suppletiva e di Variante num. 1	

- Muratura portante

Valori di riferimento dei parametri meccanici della muratura, da usarsi nei criteri di resistenza di seguito specificati (comportamento a tempi brevi), e peso specifico medio per diverse tipologie di muratura. I valori si riferiscono a: **f** = resistenza media a compressione, **τ_0** = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), **f_{t0}** = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), **E** = valore medio del modulo di elasticità normale, **G** = valore medio del modulo di elasticità tangenziale, **w** = peso specifico medio.

Tipologia di muratura	f (N/mm ²)	τ_0 (N/mm ²)	F_{t0} (N/mm ²)	E (N/mm ²)	G (N/mm ²)	w (kN/m ³)
	min-max	min-max		min-max	min-max	
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,0-2,0	0,018-0,032	- -	690-1050	230-350	19
Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo (*)	2,0	0,035-0,051	- -	1020-1440	340-480	20
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	2,6-3,8	0,056-0,074	-	1500-1980	500-660	21
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,4-2,2	0,028-0,042	- -	900-1260	300-420	13÷16(**)
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.) (**)	2,0-3,2	0,04-0,08	0,10-0,19	1200-1620	400-500	
Muratura a blocchi lapidei squadriati	5,8-8,2	0,09-0,12	0,18-0,28	2400-3300	800-1100	22
Muratura in mattoni pieni e malta di calce (***)	2,6-4,3	0,05-0,13	0,13-0,27	1200-1800	400-600	18
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	5,0-8,0	0,08-0,17	0,20-0,36	3500-5600	875-1400	15

(*) Nella muratura a conci sbozzati i valori di resistenza tabellati si possono incrementare se si riscontra la sistematica presenza di zeppe profonde in pietra che migliorano i contatti e aumentano l'ammorsamento tra gli elementi lapidei; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente pari a 1,2.

(**) Data la varietà litologica della pietra tenera, il peso specifico è molto variabile ma può essere facilmente stimato con prove dirette. Nel caso di muratura a conci regolari di pietra tenera, in presenza di una caratterizzazione diretta della resistenza a compressione degli elementi costituenti, la resistenza a compressione **f** può essere valutata attraverso le indicazioni del § 11.10 delle NTC

(***) Nella muratura a mattoni pieni è opportuno ridurre i valori tabellati nel caso di giunti con spessore superiore a 13 mm; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente riduttivo pari a 0,7 per le resistenze e 0,8 per i moduli elastici.

Relazione di calcolo strutturale
9.01-2505VG00STRRE01_A-RelCalcVer

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 46/80
				REV. A	DATA Giugno 2026
				Perizia Suppletiva e di Variante num. 1	

6. PORZIONE AD ARCO

6.1 Analisi dei carichi e calcolo delle sollecitazioni.

- Peso arco in c.a.: $25 \cdot 0.5 \cdot 4.70 = 58.75 \text{ kN/m}$
- Peso archi laterali in muratura: $18 \cdot 0.5 \cdot 0.50 \cdot 2 = \underline{9.00 \text{ kN/m}}$
Peso strutturale: $g_1 = 67.75 \text{ kN/m}$
- Peso riempimento: in chiave $18 \cdot 0.23 \cdot 5.70 = 23.6 \text{ kN/m}$
alle imposte $18 \cdot 1.70 \cdot 5.70 = 174.4 \text{ kN/m}$
- Pavimentazione stradale: $22 \cdot 0.15 \cdot 5.70 = 18.81 \text{ kN/m}$

- Sovraccarico mobile

La parte ad arco ha un ingombro utile di c. 5.20 m per cui essa è interessata integralmente dalla prima colonna di carico e parzialmente anche dalla seconda.

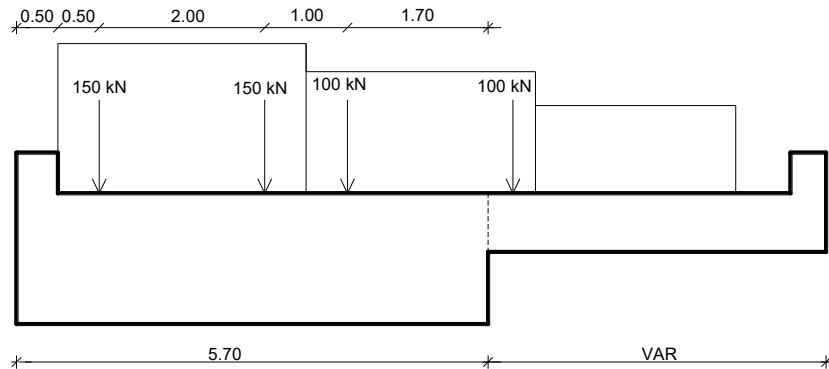
Schema di carico 1

Carico tandem: $P = 150 \cdot 2 + 100 = 400 \text{ kN}$

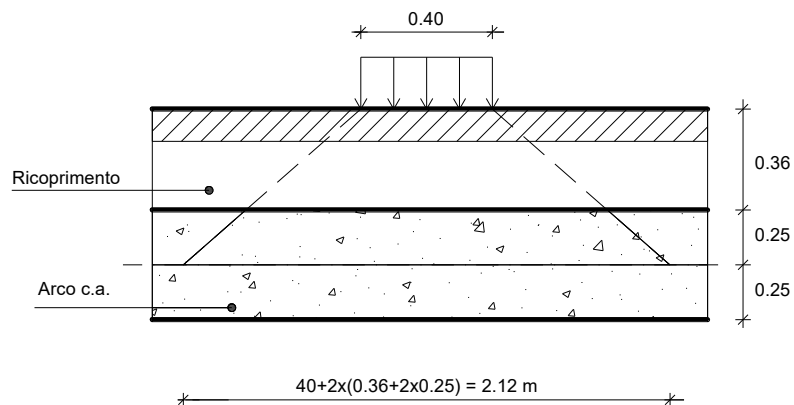
Carico distribuito: $q = 9 \cdot 3 + 2.50 \cdot (5.20 - 3.00) = 32.5 \text{ kN/m}$

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 47/80
				REV. A	DATA Giugno 2026
				Perizia Suppletiva e di Variante num. 1	

Schema di distribuzione trasversale dello Schema di carico 1



Schema di diffusione dell'impronta di carico del tandem



 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO	PROG. 2505	PAG. 48/80
			REV. A	DATA Giugno 2026
			Perizia Suppletiva e di Variante num. 1	

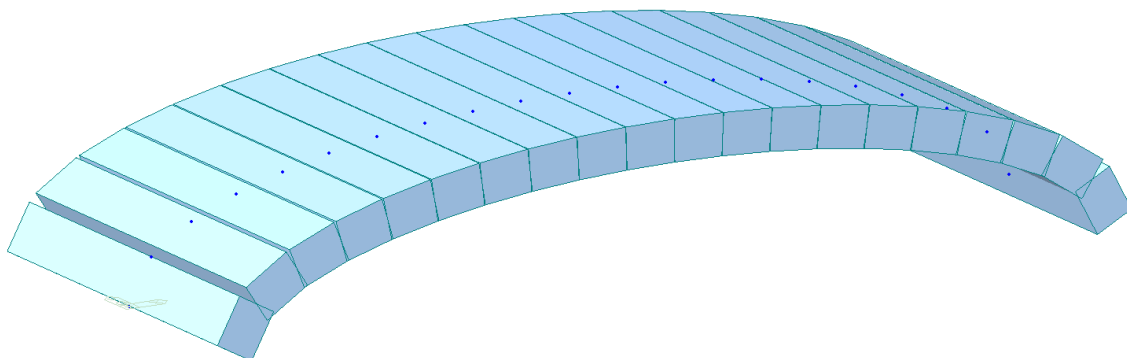


Figura 1 Modello solido dell'arco in c.a.

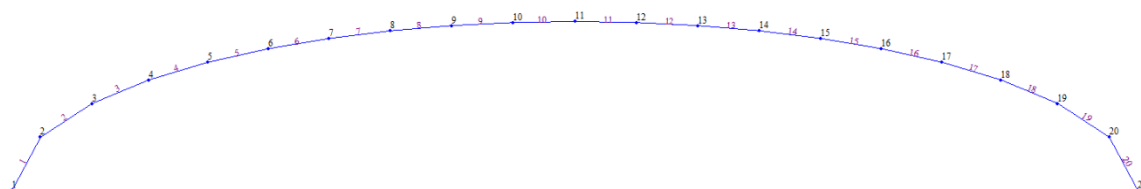


Figura 2 Modello unifilare dell'arco in c.a.

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 50/80
				REV. A	DATA Giugno 2026
				Perizia Suppletiva e di Variante num. 1	

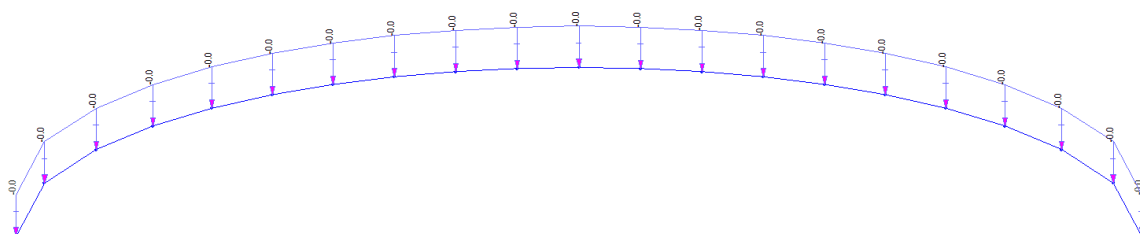


Figura 5 Carico mobile distribuito qk

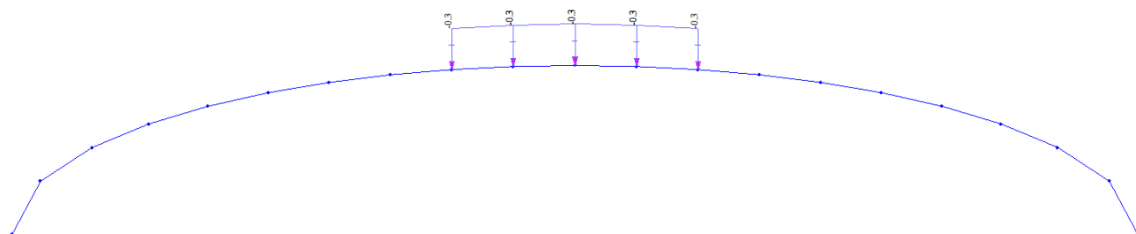


Figura 6 Tandem in campata

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 51/80
				REV. A	DATA Giugno 2026
				Perizia Suppletiva e di Variante num. 1	

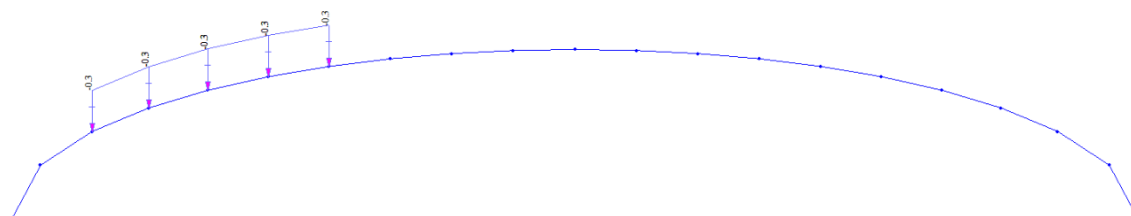


Figura 7 Tandem ai quarti della campata

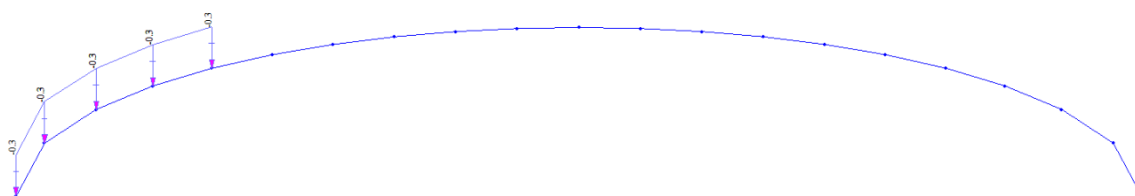


Figura 8 Tandem all'imposta

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 52/80
				REV. A	DATA Giugno 2026
		Perizia Suppletiva e di Variante num. 1			

Diagrammi dei risultati dell'analisi

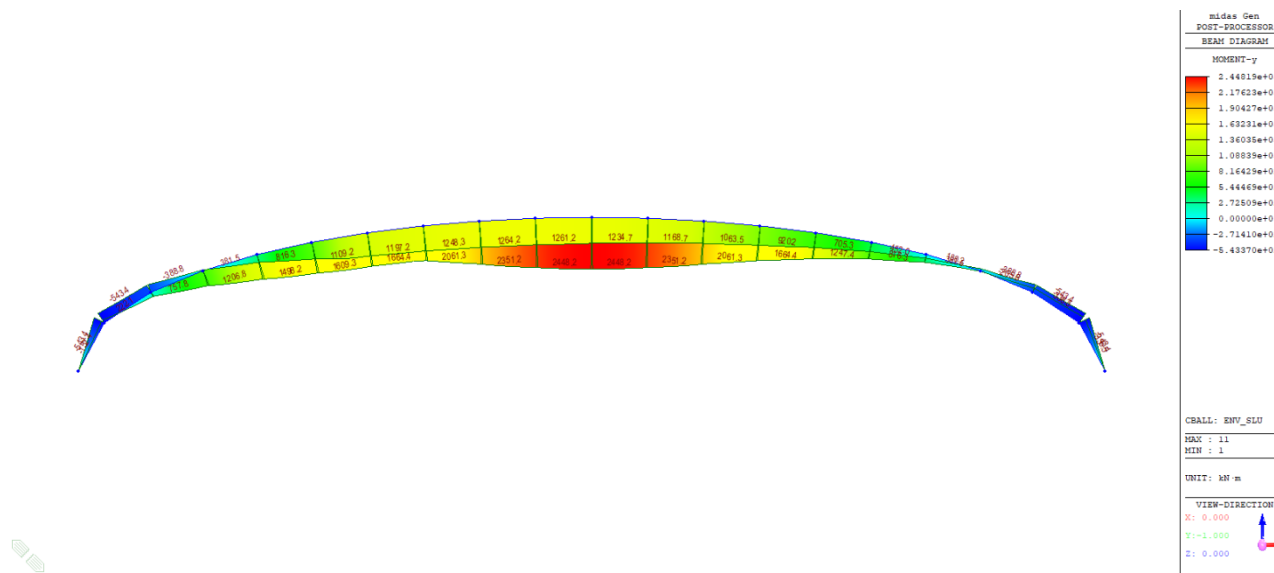


Figura 9 Involuppo momento flettente

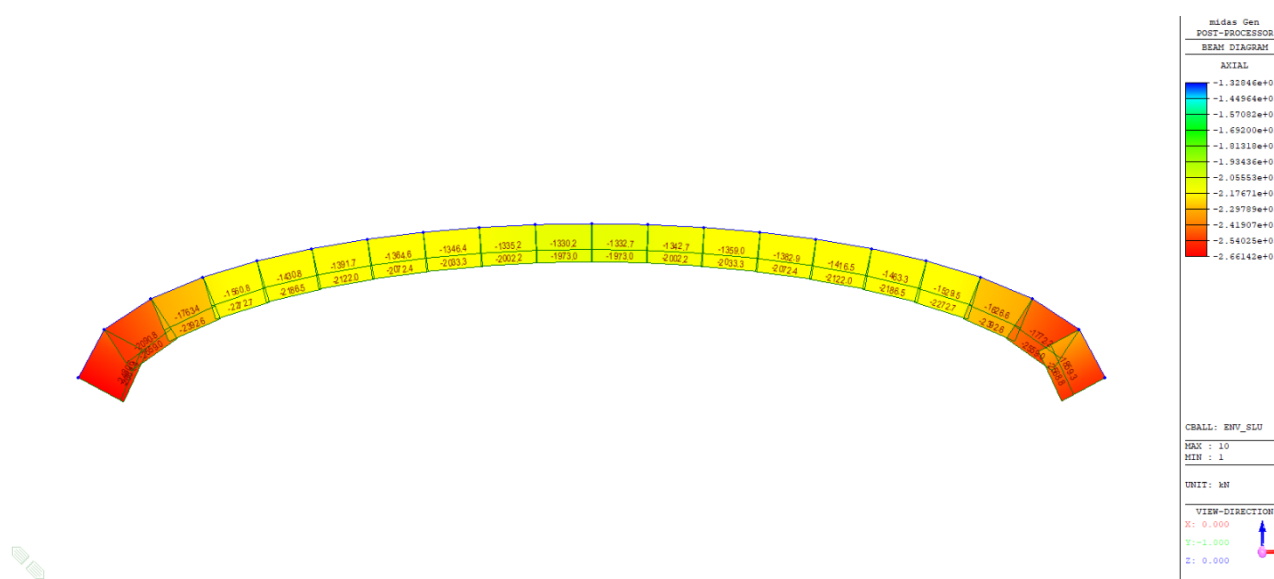


Figura 10 Involuppo sforzo normale

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 53/80
				REV. A	DATA Giugno 2026
		Perizia Suppletiva e di Variante num. 1			

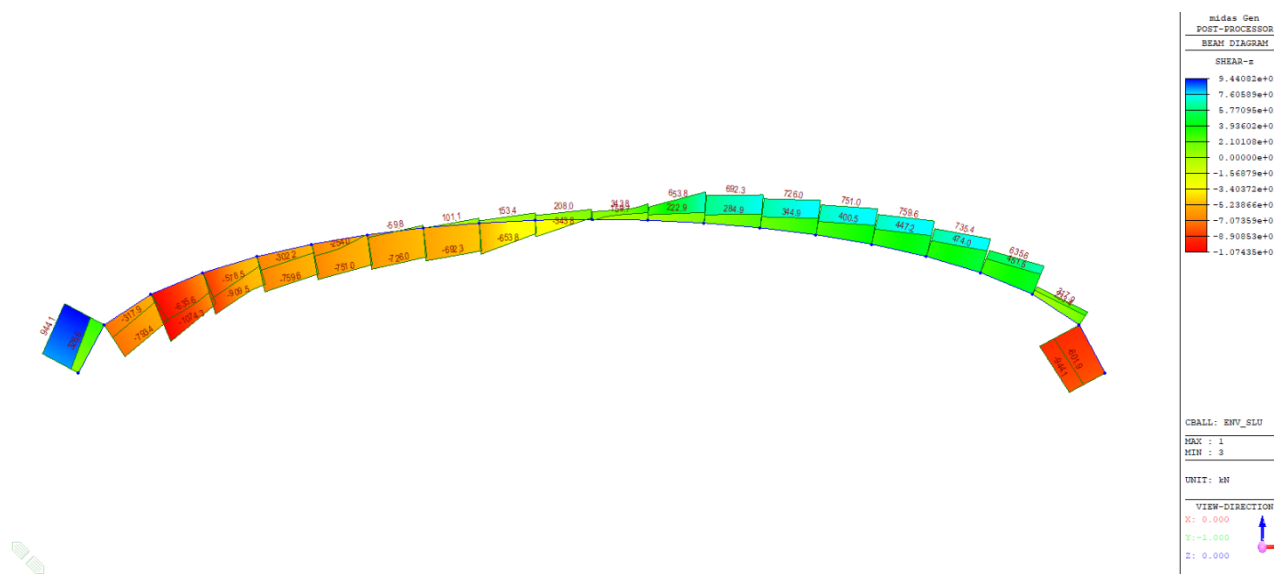


Figura 11 Involuppo Sforzo di taglio

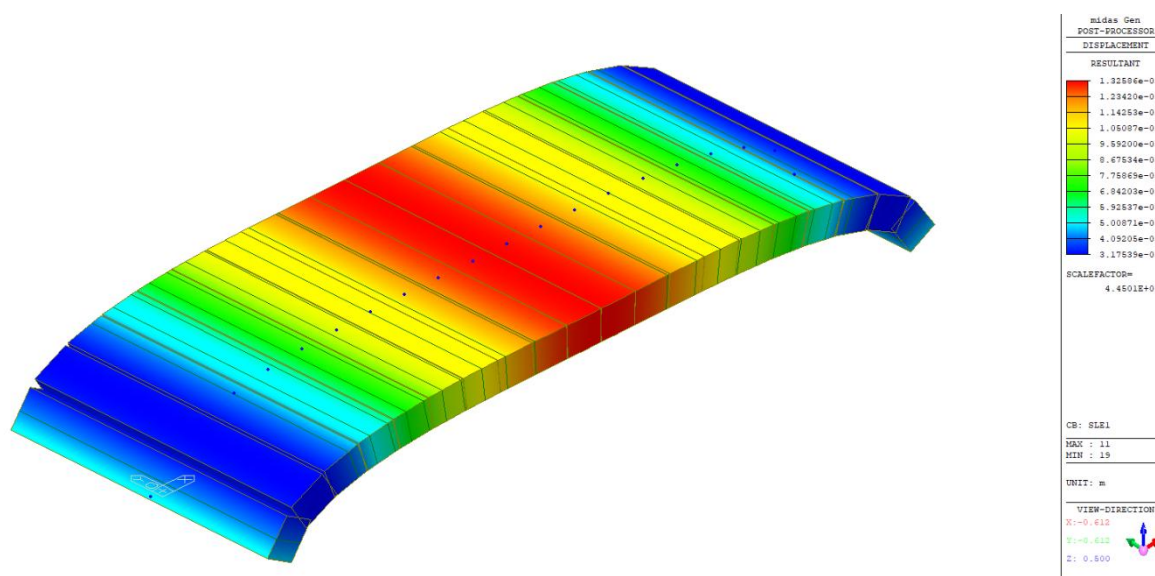


Figura 12 Deformata SLE1 (tandem in campata)

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 54/80
				REV. A	DATA Giugno 2026
		Perizia Suppletiva e di Variante num. 1			

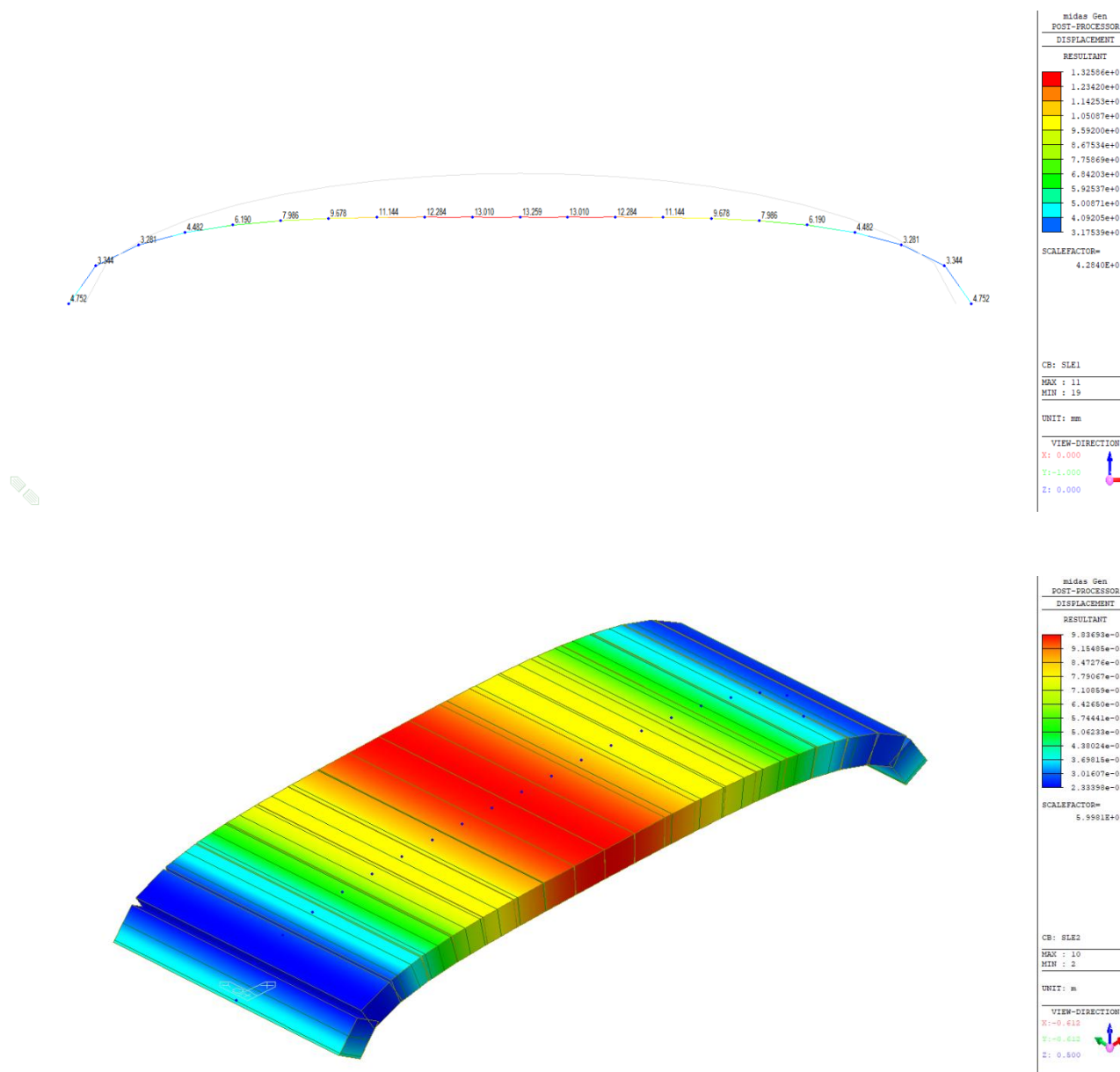


Figura 13 Deformata SLE2 (tandem ai quarti della campata)

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 55/80
				REV. A	DATA Giugno 2026
		Perizia Suppletiva e di Variante num. 1			

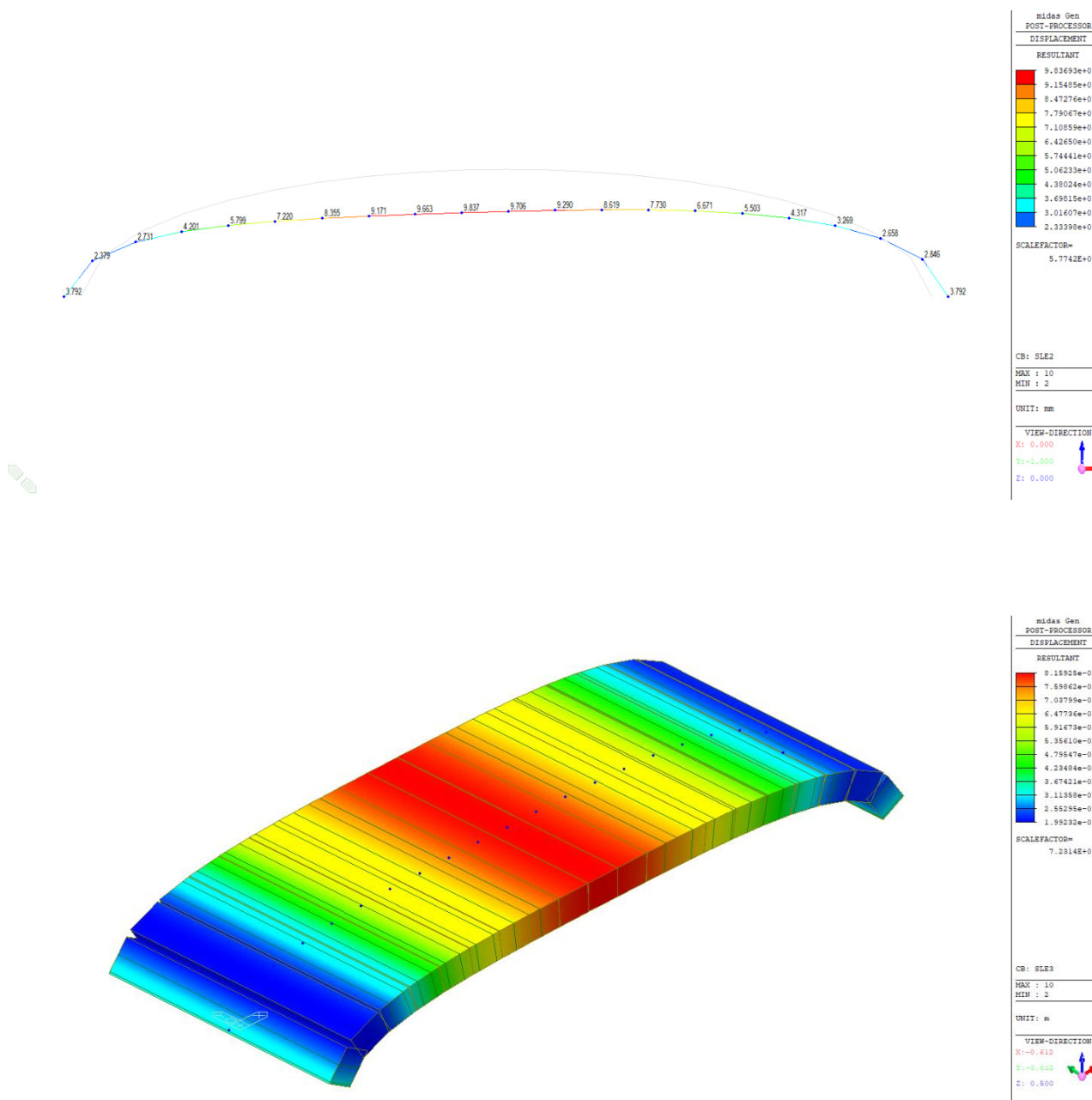
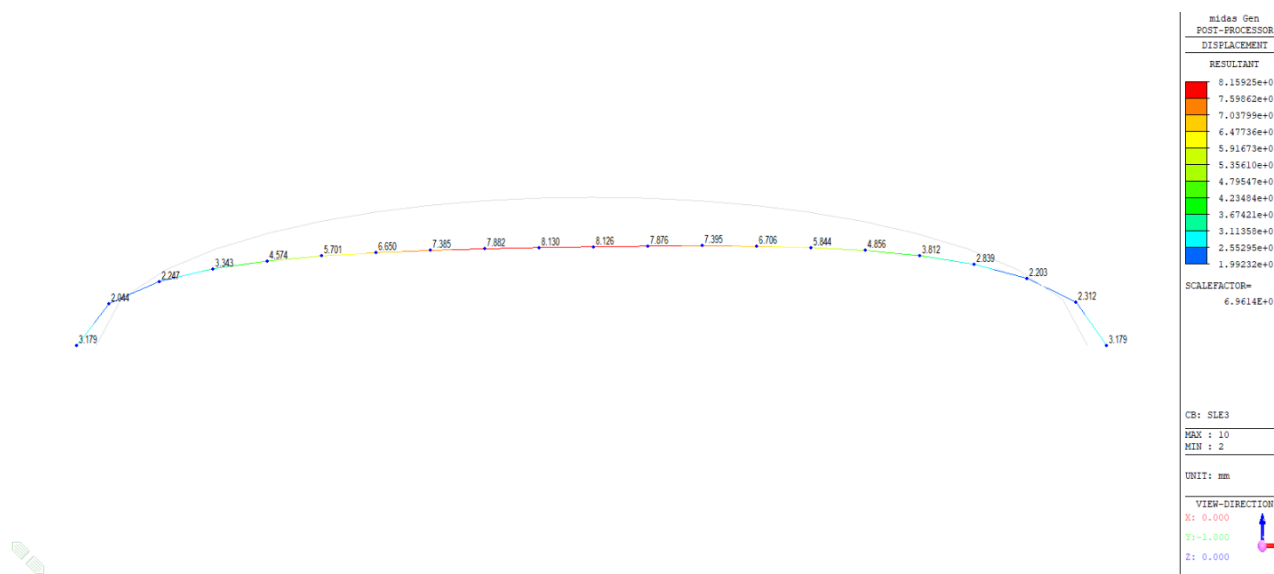


Figura 14 Deformata SLE3 (tandem all'impоста)

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 56/80
				REV. A	DATA Giugno 2026
				Perizia Suppletiva e di Variante num. 1	



Di seguito sono riportati i tabulati numerici di input e i risultati dell'analisi numerica eseguita sul modello FEM.

< Control Data >

*** CONTROL DATA

Panel Zone Effect : Do not Calculate

Unit System : KN, M

Definition of Frame

- X Direction of Frame : Braced I Non-sway
- Y Direction of Frame : Braced I Non-sway
- Design Type : 3-D

Design Code

- Steel : Eurocode3:05
- Concrete : Eurocode2:04

Relazione di calcolo strutturale
9.01-2505VG00STRRE01_A-RelCalcVer

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 57/80
				REV. A	DATA Giugno 2026
				Perizia Suppletiva e di Variante num. 1	

- SRC : SSRC79

< Static Loadcase >

*** LOAD CASE DATA

NO	NAME	TYPE	SELF	WEIGHT	FACTOR	DESCRIPTION
			X	Y	Z	

1	Peso strutturale	USER	0.000	0.000	-1.000	Peso proprio strutturale
2	Peso riempimento	USER	0.000	0.000	0.000	Peso materiale di riempimento
3	Peso pavimentazione	USER	0.000	0.000	0.000	Peso pavimentazione stradale sp. 15 cm
4	Carico mobile distr~	USER	0.000	0.000	0.000	Distribuito
5	Carico mobile tande~	USER	0.000	0.000	0.000	Carico tandem in mezzzeria
6	Carico mobile tande~	USER	0.000	0.000	0.000	Carico tandem a L/4
7	Carico mobile tande~	USER	0.000	0.000	0.000	Carico tandem all'impsta

< Node >

*** NODE DATA

NO	X	Y	Z	TEMPERATURE

1	0	0	0	0
2	0.2861	0	0.5327	0
3	0.8054	0	0.8726	0
4	1.38	0	1.111	0
5	1.977	0	1.289	0
6	2.584	0	1.425	0
7	3.198	0	1.529	0
8	3.815	0	1.606	0

Relazione di calcolo strutturale
9.01-2505VG00STRRE01_A-RelCalcVer

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 58/80
				REV. A	DATA Giugno 2026
				Perizia Suppletiva e di Variante num. 1	

9	4.436	0	1.659	0
10	5.058	0	1.69	0
11	5.68	0	1.7	0
12	6.302	0	1.69	0
13	6.924	0	1.659	0
14	7.545	0	1.606	0
15	8.162	0	1.529	0
16	8.776	0	1.425	0
17	9.383	0	1.289	0
18	9.98	0	1.111	0
19	10.55	0	0.8726	0
20	11.07	0	0.5327	0
21	11.36	0	0	0

< Boundary >

** POINT SPRING SUPPORT

NODE	TRANSLATIONAL DIRECTION			ROTATIONAL DIRECTION		
	SDx	SDy	SDz	SRx	SRy	SRz

1	300000.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
21	300000.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

< Beam >

*** BEAM MEMBER DATA

NO NODAL CONNECTIVITY					BEAM END RELEASE	MATERIAL	SECTION	LENGTH
I	J	I	J					

1	1	2	-	-	C16/20	Arco	0.6046	

Relazione di calcolo strutturale
9.01-2505VG00STRRE01_A-RelCalcVer

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 59/80
				REV. A	DATA Giugno 2026
				Perizia Suppletiva e di Variante num. 1	

2	2	3	-	-	C16/20	Arco	0.6207
3	3	4	-	-	C16/20	Arco	0.6221
4	4	5	-	-	C16/20	Arco	0.6224
5	5	6	-	-	C16/20	Arco	0.6225
6	6	7	-	-	C16/20	Arco	0.6225
7	7	8	-	-	C16/20	Arco	0.6225
8	8	9	-	-	C16/20	Arco	0.6225
9	9	10	-	-	C16/20	Arco	0.6225
10	10	11	-	-	C16/20	Arco	0.6225
11	11	12	-	-	C16/20	Arco	0.6225
12	12	13	-	-	C16/20	Arco	0.6225
13	13	14	-	-	C16/20	Arco	0.6225
14	14	15	-	-	C16/20	Arco	0.6225
15	15	16	-	-	C16/20	Arco	0.6225
16	16	17	-	-	C16/20	Arco	0.6225
17	17	18	-	-	C16/20	Arco	0.6224
18	18	19	-	-	C16/20	Arco	0.6221
19	19	20	-	-	C16/20	Arco	0.6207
20	20	21	-	-	C16/20	Arco	0.6046

< Load Combination >

** GENERAL

NO	NAME	TYPE	ACTIVE	DESCRIPTION

1	SLU1	Add	ACTIVE	
2	SLE1	Add	ACTIVE	
3	SLU2	Add	ACTIVE	
4	SLE2	Add	ACTIVE	
5	SLU3	Add	ACTIVE	
6	SLE3	Add	ACTIVE	
7	ENV_SLU	Envelope	ACTIVE	

Relazione di calcolo strutturale
9.01-2505VG00STRRE01_A-RelCalcVer

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 60/80
				REV. A	DATA Giugno 2026
				Perizia Suppletiva e di Variante num. 1	

< Self Weight >

[LOAD CASE : Peso strutturale]

; X=0, Y=0, Z=-1

Tabella 1 Reazioni vincolari

Node	Load	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kN·m)
1	SLU1	1967.071053	1859.462735	0.000000
21	SLU1	-1967.071053	1859.462735	0.000000
1	SLU2	1578.294927	2173.331979	0.000000
21	SLU2	-1578.294927	1504.044617	0.000000
1	SLU3	1329.866213	2101.531818	0.000000
21	SLU3	-1329.866213	1396.236049	0.000000
SUMMATION OF REACTION FORCES PRINTOUT				
	Load	FX (kN)	FZ (kN)	
	SLU1	0.000000	3718.925470	
	SLU2	0.000000	3677.376597	
	SLU3	0.000000	3497.767867	

Tabella 2 Sollecitazioni negli elementi

Elem	Load	Part	Axial (kN)	Shear-z (kN)	Moment-y (kN·m)
1	SLU1	I[1]	-2568.84	853.24	0.00
1	SLU1	J[2]	-2399.68	944.08	-543.37
2	SLU1	I[2]	-2559.05	-317.87	-543.37
2	SLU1	J[3]	-2468.99	-180.29	-388.77
3	SLU1	I[3]	-2392.59	-635.56	-388.77

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 61/80
				REV. A	DATA Giugno 2026
				Perizia Suppletiva e di Variante num. 1	

3	SLU1	J[4]	-2336.00	-498.98	-35.84
4	SLU1	I[4]	-2272.68	-735.39	-35.84
4	SLU1	J[5]	-2233.97	-605.83	381.55
5	SLU1	I[5]	-2186.46	-759.64	381.55
5	SLU1	J[6]	-2158.96	-637.06	816.26
6	SLU1	I[6]	-2122.03	-750.96	816.26
6	SLU1	J[7]	-2102.28	-634.19	1247.39
7	SLU1	I[7]	-2072.36	-726.01	1247.39
7	SLU1	J[8]	-2058.40	-613.61	1664.37
8	SLU1	I[8]	-2033.28	-692.34	1664.37
8	SLU1	J[9]	-2023.94	-582.89	2061.31
9	SLU1	I[9]	-2002.17	-653.77	2061.31
9	SLU1	J[10]	-1983.39	-277.65	2351.24
10	SLU1	I[10]	-1972.99	-343.82	2351.24
10	SLU1	J[11]	-1966.80	32.35	2448.19
11	SLU1	I[11]	-1966.80	-32.35	2448.19
11	SLU1	J[12]	-1972.99	343.82	2351.24
12	SLU1	I[12]	-1983.39	277.65	2351.24
12	SLU1	J[13]	-2002.17	653.77	2061.31
13	SLU1	I[13]	-2023.94	582.89	2061.31
13	SLU1	J[14]	-2033.28	692.34	1664.37
14	SLU1	I[14]	-2058.40	613.61	1664.37
14	SLU1	J[15]	-2072.36	726.01	1247.39
15	SLU1	I[15]	-2102.28	634.19	1247.39
15	SLU1	J[16]	-2122.03	750.96	816.26
16	SLU1	I[16]	-2158.96	637.06	816.26
16	SLU1	J[17]	-2186.46	759.64	381.55
17	SLU1	I[17]	-2233.97	605.83	381.55
17	SLU1	J[18]	-2272.68	735.39	-35.84

Relazione di calcolo strutturale
9.01-2505VG00STRRE01_A-RelCalcVer

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 62/80
				REV. A	DATA Giugno 2026
				Perizia Suppletiva e di Variante num. 1	

18	SLU1	I[18]	-2336.00	498.98	-35.84
18	SLU1	J[19]	-2392.59	635.56	-388.77
19	SLU1	I[19]	-2468.99	180.29	-388.77
19	SLU1	J[20]	-2559.05	317.87	-543.37
20	SLU1	I[20]	-2399.68	-944.08	-543.37
20	SLU1	J[21]	-2568.84	-853.24	0.00
1	SLU2	I[1]	-2661.42	362.23	0.00
1	SLU2	J[2]	-2492.26	453.07	-246.48
2	SLU2	I[2]	-2405.65	-793.40	-246.48
2	SLU2	J[3]	-2315.60	-655.82	203.28
3	SLU2	I[3]	-2153.57	-1074.35	203.28
3	SLU2	J[4]	-2001.94	-708.39	757.84
4	SLU2	I[4]	-1918.95	-909.51	757.84
4	SLU2	J[5]	-1806.49	-533.11	1206.78
5	SLU2	I[5]	-1765.07	-657.38	1206.78
5	SLU2	J[6]	-1680.11	-278.78	1498.15
6	SLU2	I[6]	-1662.91	-367.72	1498.15
6	SLU2	J[7]	-1598.94	10.50	1609.34
7	SLU2	I[7]	-1597.85	-59.82	1609.34
7	SLU2	J[8]	-1583.89	52.58	1611.60
8	SLU2	I[8]	-1584.74	-8.39	1611.60
8	SLU2	J[9]	-1575.41	101.06	1582.75
9	SLU2	I[9]	-1577.99	45.54	1582.75
9	SLU2	J[10]	-1572.60	153.39	1520.83
10	SLU2	I[10]	-1576.85	100.71	1520.83
10	SLU2	J[11]	-1575.09	208.03	1424.73
11	SLU2	I[11]	-1581.08	156.11	1424.73
11	SLU2	J[12]	-1582.84	263.42	1294.14
12	SLU2	I[12]	-1590.77	210.34	1294.14

Relazione di calcolo strutturale
9.01-2505VG00STRRE01_A-RelCalcVer

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 63/80
				REV. A	DATA Giugno 2026
				Perizia Suppletiva e di Variante num. 1	

12	SLU2	J[13]	-1596.15	318.18	1129.63
13	SLU2	I[13]	-1606.36	261.81	1129.63
13	SLU2	J[14]	-1615.70	371.25	932.58
14	SLU2	I[14]	-1628.78	308.82	932.58
14	SLU2	J[15]	-1642.74	421.22	705.34
15	SLU2	I[15]	-1659.67	348.58	705.34
15	SLU2	J[16]	-1679.42	465.35	451.99
16	SLU2	I[16]	-1701.79	375.40	451.99
16	SLU2	J[17]	-1729.30	497.97	180.16
17	SLU2	I[17]	-1759.73	376.58	180.16
17	SLU2	J[18]	-1798.43	506.14	-94.54
18	SLU2	I[18]	-1840.78	319.46	-94.54
18	SLU2	J[19]	-1897.38	456.04	-335.77
19	SLU2	I[19]	-1949.06	95.83	-335.77
19	SLU2	J[20]	-2039.11	233.40	-437.95
20	SLU2	I[20]	-1902.62	-769.73	-437.95
20	SLU2	J[21]	-2071.78	-678.88	0.00
1	SLU3	I[1]	-2480.63	177.33	0.00
1	SLU3	J[2]	-2202.59	326.65	-152.36
2	SLU3	I[2]	-2090.79	-765.98	-152.36
2	SLU3	J[3]	-1877.86	-440.68	222.12
3	SLU3	I[3]	-1763.39	-781.67	222.12
3	SLU3	J[4]	-1611.76	-415.71	594.59
4	SLU3	I[4]	-1560.76	-578.45	594.59
4	SLU3	J[5]	-1448.31	-202.05	837.49
5	SLU3	I[5]	-1430.76	-302.22	837.49
5	SLU3	J[6]	-1403.26	-179.65	987.46
6	SLU3	I[6]	-1391.72	-254.00	987.46
6	SLU3	J[7]	-1371.97	-137.24	1109.24

Relazione di calcolo strutturale
9.01-2505VG00STRRE01_A-RelCalcVer

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 64/80
				REV. A	DATA Giugno 2026
				Perizia Suppletiva e di Variante num. 1	

7	SLU3	I[7]	-1364.61	-197.42	1109.24
7	SLU3	J[8]	-1350.65	-85.03	1197.16
8	SLU3	I[8]	-1346.38	-136.92	1197.16
8	SLU3	J[9]	-1337.04	-27.48	1248.33
9	SLU3	I[9]	-1335.24	-74.52	1248.33
9	SLU3	J[10]	-1329.86	33.32	1261.15
10	SLU3	I[10]	-1330.23	-11.17	1261.15
10	SLU3	J[11]	-1328.46	96.14	1234.70
11	SLU3	I[11]	-1330.91	52.40	1234.70
11	SLU3	J[12]	-1332.67	159.71	1168.68
12	SLU3	I[12]	-1337.27	115.05	1168.68
12	SLU3	J[13]	-1342.65	222.90	1063.48
13	SLU3	I[13]	-1349.67	175.50	1063.48
13	SLU3	J[14]	-1359.00	284.95	920.16
14	SLU3	I[14]	-1368.96	232.46	920.16
14	SLU3	J[15]	-1382.92	344.85	740.46
15	SLU3	I[15]	-1396.74	283.72	740.46
15	SLU3	J[16]	-1416.50	400.49	527.50
16	SLU3	I[16]	-1435.79	324.60	527.50
16	SLU3	J[17]	-1463.29	447.18	287.29
17	SLU3	I[17]	-1490.83	344.39	287.29
17	SLU3	J[18]	-1529.54	473.95	32.62
18	SLU3	I[18]	-1570.01	314.96	32.62
18	SLU3	J[19]	-1626.60	451.53	-205.81
19	SLU3	I[19]	-1682.15	141.68	-205.81
19	SLU3	J[20]	-1772.21	279.26	-336.45
20	SLU3	I[20]	-1690.10	-601.87	-336.45
20	SLU3	J[21]	-1859.27	-511.02	0.00

Relazione di calcolo strutturale
9.01-2505VG00STRRE01_A-RelCalcVer

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 65/80
				REV. A	DATA Giugno 2026
				Perizia Suppletiva e di Variante num. 1	

Tabella 3 Spostamenti dei nodi

Node	Load	DX (m)	DZ (m)	RY ([rad])
1	SLE1	-0.004752	0.000000	0.002854
2	SLE1	-0.003239	-0.000831	0.002939
3	SLE1	-0.002225	-0.002411	0.003088
4	SLE1	-0.001489	-0.004227	0.003158
5	SLE1	-0.000940	-0.006118	0.003103
6	SLE1	-0.000540	-0.007967	0.002911
7	SLE1	-0.000266	-0.009675	0.002578
8	SLE1	-0.000097	-0.011144	0.002107
9	SLE1	-0.000014	-0.012284	0.001504
10	SLE1	0.000009	-0.013010	0.000784
11	SLE1	0.000000	-0.013259	0.000000
12	SLE1	-0.000009	-0.013010	-0.000784
13	SLE1	0.000014	-0.012284	-0.001504
14	SLE1	0.000097	-0.011144	-0.002107
15	SLE1	0.000266	-0.009675	-0.002578
16	SLE1	0.000540	-0.007967	-0.002911
17	SLE1	0.000940	-0.006118	-0.003103
18	SLE1	0.001489	-0.004227	-0.003158
19	SLE1	0.002225	-0.002411	-0.003088
20	SLE1	0.003239	-0.000831	-0.002939
21	SLE1	0.004752	0.000000	-0.002854
1	SLE2	-0.003792	0.000000	0.002973
2	SLE2	-0.002216	-0.000865	0.003010
3	SLE2	-0.001194	-0.002456	0.003014
4	SLE2	-0.000498	-0.004172	0.002851
5	SLE2	-0.000025	-0.005799	0.002526
6	SLE2	0.000281	-0.007214	0.002081
7	SLE2	0.000461	-0.008343	0.001572

Relazione di calcolo strutturale
9.01-2505VG00STRRE01_A-RelCalcVer

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO	PROG. 2505	PAG. 66/80
			REV. A	DATA Giugno 2026
			Perizia Suppletiva e di Variante num. 1	

8	SLE2	0.000551	-0.009154	0.001051
9	SLE2	0.000582	-0.009645	0.000535
10	SLE2	0.000581	-0.009819	0.000035
11	SLE2	0.000568	-0.009689	-0.000439
12	SLE2	0.000564	-0.009273	-0.000876
13	SLE2	0.000587	-0.008599	-0.001264
14	SLE2	0.000653	-0.007703	-0.001594
15	SLE2	0.000776	-0.006626	-0.001855
16	SLE2	0.000969	-0.005417	-0.002038
17	SLE2	0.001245	-0.004134	-0.002137
18	SLE2	0.001619	-0.002840	-0.002149
19	SLE2	0.002115	-0.001610	-0.002079
20	SLE2	0.002793	-0.000551	-0.001955
21	SLE2	0.003792	0.000000	-0.001888
1	SLE3	-0.003179	0.000000	0.002370
2	SLE3	-0.001924	-0.000691	0.002391
3	SLE3	-0.001116	-0.001950	0.002372
4	SLE3	-0.000571	-0.003294	0.002233
5	SLE3	-0.000200	-0.004569	0.001996
6	SLE3	0.000044	-0.005700	0.001700
7	SLE3	0.000195	-0.006647	0.001362
8	SLE3	0.000277	-0.007380	0.000991
9	SLE3	0.000310	-0.007876	0.000599
10	SLE3	0.000314	-0.008124	0.000196
11	SLE3	0.000305	-0.008120	-0.000204
12	SLE3	0.000300	-0.007870	-0.000588
13	SLE3	0.000315	-0.007388	-0.000945
14	SLE3	0.000365	-0.006696	-0.001262
15	SLE3	0.000464	-0.005826	-0.001526

Relazione di calcolo strutturale
9.01-2505VG00STRRE01_A-RelCalcVer

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 67/80
		REV. A	DATA Giugno 2026		
		Perizia Suppletiva e di Variante num. 1			

16	SLE3	0.000625	-0.004815	-0.001728
17	SLE3	0.000863	-0.003714	-0.001857
18	SLE3	0.001192	-0.002577	-0.001908
19	SLE3	0.001638	-0.001474	-0.001880
20	SLE3	0.002256	-0.000509	-0.001794
21	SLE3	0.003179	0.000000	-0.001743

6.2 Verifica delle sezioni in c.a. rinforzate della volta ad arco ribassato.

Si riporta una stima dell'armatura esistente efficace, ricavate dalle indagini eseguite a vista sul manufatto.

Armatura esistente $\phi 20/0.10$ (rilevata); l'armatura presenta in alcuni tratti un marcato stato di corrosione, si stima una sezione efficace media residua del 50% cioè

$$A_{seff} \cong 157 \text{ mm}^2/0.10 \text{ m.}$$

Dalle indagini eseguite le caratteristiche meccaniche dell'acciaio di armatura in termini di snervamento vale $f_{ym} = 283.3 \text{ N/mm}^2$

Assumendo un livello di conoscenza LC1 con FC = 1.35 la tensione di calcolo dell'acciaio esistente vale $f_{yd} = 283.3/(1.35 \cdot 1.15) = 182.5 \text{ N/mm}^2$.

Dalle prove di rottura a compressione sui campioni di calcestruzzo prelevati la resistenza cilindrica media vale $f_{cm} = 19.8 \text{ N/mm}^2$, per cui con livello di conoscenza LC1 si ha $f_{cd} = 19.8/(1.35 \cdot 1.5) = 9.8 \text{ N/mm}^2$.

Sezione di chiave

$$N_d = 418.5 \text{ kN/m}$$

$$M_d = 520.9 \text{ kN/m/m}$$

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 68/80
				REV. A	DATA Giugno 2026
				Perizia Suppletiva e di Variante num. 1	

Introduzione

Carichi

Verifiche elementi

Calcolo rinforzi pressoflessione

La presente relazione illustra la procedura utilizzata per la valutazione della resistenza a pressoflessione di un elemento in calcestruzzo armato rinforzato mediante l'utilizzo di compositi fibrorinforzati.

Normativa di riferimento

- Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018 (NTC18)
- Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019
- CNR-DT 200 R1/2013

Sezione di chiave rinforzata

Materiali

Calcestruzzo

Resistenza media	f _{cm}	19.800,00	[kN/m ²]
Deformazione a tensione massima	ε _{c1}	0,20	[‰]
Deformazione ultima	ε _{cU}	0,35	[‰]
Coeff. rid. carichi a lunga durata	α _{cc}	1,00	[-]
Coeff. parziale calcestruzzo	γ _c	1,50	[-]

Acciaio

Resistenza a trazione media	f _{ym}	283.300,00	[kN/m ²]
Deformazione ultima	ε _{yU}	2,25	[‰]
Modulo Elastico	E _s	210.000.000,00	[kN/m ²]
Coeff. parziale acciaio	γ _s	1,15	[-]

FRCM

Tipo fibra-resina		UHTSS	
Spessore equivalente	t _f	0,381	[mm]
Spessore matrice singolo strato	t _{mat}	10,000	[mm]
Modulo Elastico	E	190.000.000,00	[kN/m ²]
Tensione lim. conv. caratteristica	σ _{lim,conv}	614.000,00	[kN/m ²]
Tensione ultima a rottura caratt. per trazione del tessuto secco	σ _{uf}	3.000.000,00	[kN/m ²]
Res. compr. di progetto matrice	f _{c,mat}	45.000,00	[kN/m ²]

Relazione di calcolo strutturale
9.01-2505VG00STRRE01_A-RelCalcVer

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 69/80
				REV. A	DATA Giugno 2026
				Perizia Suppletiva e di Variante num. 1	

Coefficiente di sicurezza parziale FRM	γ_M	1,50	[-]
--	------------	------	-----

Rinforzo acciaio

Norma			
Qualità			
Resistenza di calcolo	f_{yd}	235.000,00	[kN/m ²]
Coefficiente di sicurezza	γ	1,05	[-]

Il fattore di confidenza FC da applicare sui materiali è: 1,35

Geometria dell'elemento



Sezione

Base	b	1,000	[m]
Altezza	h	0,500	[m]

Armatura

Strato	n [-]	Φ [mm]	As [mm ²]	Profondità [mm]
1	10	14	1539,38	450

Rinforzo longitudinale Mz

Larghezza delle fasce: 1.000 mm

Numero di strati: 2

Spessore equivalente totale: 0,762

Cerchiatura acciaio

Applicazione: camicia continua

Raggio di arrotondamento: 0 mm

Spessore equivalente totale: 0,000

Risultati

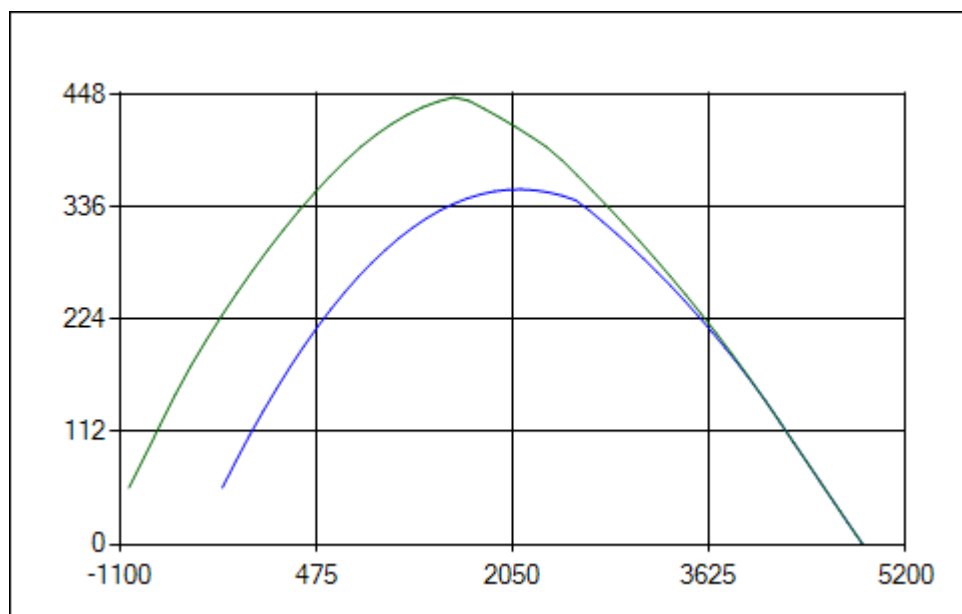
Tenuto conto degli effetti dei rinforzi applicati, risulta

Combinazione	Ned [kN]	Md [daNcm]	Nr [kN]	Mry [kNm]	Coefficiente	Verificato
SLU1	419,80	5.208.511	5.170	345	0,66	NO

Relazione di calcolo strutturale
9.01-2505VG00STRRE01_A-RelCalcVer

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 70/80
				REV. A	DATA Giugno 2026
				Perizia Suppletiva e di Variante num. 1	

Diagramma



Verifica del distacco del rinforzo allo sforzo di trazione massimo.

Resistenza caratteristica a trazione dell'elemento di rinforzo:

$$N_0 = 3000 \cdot 0.381 / 1.8 = 635 \text{ kN/m}$$

Raggio di curvatura intradosso in chiave: $r_c \cong 20.33 \text{ m}$

$$\text{Tensione radiale di distacco: } \sigma_{r0} = \frac{635}{1 \cdot 20.33} = 31.2 \text{ kN/m}^2 = 0.031 \text{ N/mm}^2 < \frac{2.7}{1.5} = 1.8 \text{ N/mm}^2$$

Distacco sotto l'azione dei carichi applicati

$$\text{Trazione nel rinforzo: } N_f = \frac{520.9}{0.9 \cdot 0.47} - \frac{418.5}{2} = 1022.2 \text{ kN}$$

$$\text{Tensione radiale: } \sigma_r = \frac{1022.2}{1 \cdot 20.33} = 50.3 \text{ kN/m}^2 = 0.050 \text{ N/mm}^2 < 1.8 \text{ N/mm}^2$$

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 71/80
				REV. A	DATA Giugno 2026
				Perizia Suppletiva e di Variante num. 1	

Sezione a L/4

$N_d = 353.8 \text{ kN/m}$

$M_d = 318.8 \text{ kNm/m}$

$V_d = 78.3 \text{ kN/m}$

Introduzione

Carichi

Verifiche elementi

Calcolo rinforzi pressoflessione

La presente relazione illustra la procedura utilizzata per la valutazione della resistenza a pressoflessione di un elemento in calcestruzzo armato rinforzato mediante l'utilizzo di compositi fibrorinforzati.

Normativa di riferimento

- Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018 (NTC18)
- Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019
- CNR-DT 200 R1/2013

Sezione a L/4

Materiali

Calcestruzzo

Resistenza media	f_{cm}	19.800,00	[kN/m ²]
Deformazione a tensione massima	ϵ_{c1}	0,20	[%]
Deformazione ultima	ϵ_{cU}	0,35	[%]
Coeff. rid. carichi a lunga durata	α_{cc}	1,00	[-]
Coeff. parziale calcestruzzo	γ_c	1,50	[-]

Acciaio

Relazione di calcolo strutturale
9.01-2505VG00STRRE01_A-RelCalcVer

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 72/80
				REV. A	DATA Giugno 2026
				Perizia Suppletiva e di Variante num. 1	

Resistenza a trazione media	fym	283.300,00	[kN/m ²]
Deformazione ultima	εyU	2,25	[%]
Modulo Elastico	Es	210.000.000,00	[kN/m ²]
Coeff. parziale acciaio	γs	1,15	[-]

FRCM

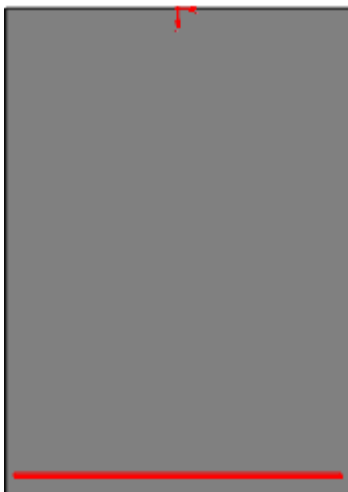
Tipo fibra-resina		UHTSS	
Spessore equivalente	tf	0,381	[mm]
Spessore matrice singolo strato	t mat	10,000	[mm]
Modulo Elastico	E	190.000.000,00	[kN/m ²]
Tensione lim. conv. caratteristica	σlim,conv	614.000,00	[kN/m ²]
Tensione ultima a rottura caratt. per trazione del tessuto secco	σuf	3.000.000,00	[kN/m ²]
Res. compr. di progetto matrice	fc,mat	45.000,00	[kN/m ²]
Coefficiente di sicurezza parziale FRCM	γM	1,50	[-]

Rinforzo acciaio

Norma			
Qualità			
Resistenza di calcolo	fyd	235.000,00	[kN/m ²]
Coefficiente di sicurezza	γ	1,05	[-]

Il fattore di confidenza FC da applicare sui materiali è: 1,35

Geometria dell'elemento



Sezione

Base	b	1,000	[m]
Altezza	h	1,400	[m]

Relazione di calcolo strutturale
9.01-2505VG00STRRE01_A-RelCalcVer

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 73/80
				REV. A	DATA Giugno 2026
				Perizia Suppletiva e di Variante num. 1	

Armatura

Strato	n [-]	Φ [mm]	As [mm ²]	Profondità [mm]
1	10	14	1539.38	1350

Rinforzo longitudinale Mz

Larghezza delle fasce: 1.000 mm

Numero di strati: 1

Spessore equivalente totale: 0,381

Cerchiatura acciaio

Applicazione: camicia continua

Raggio di arrotondamento: 0 mm

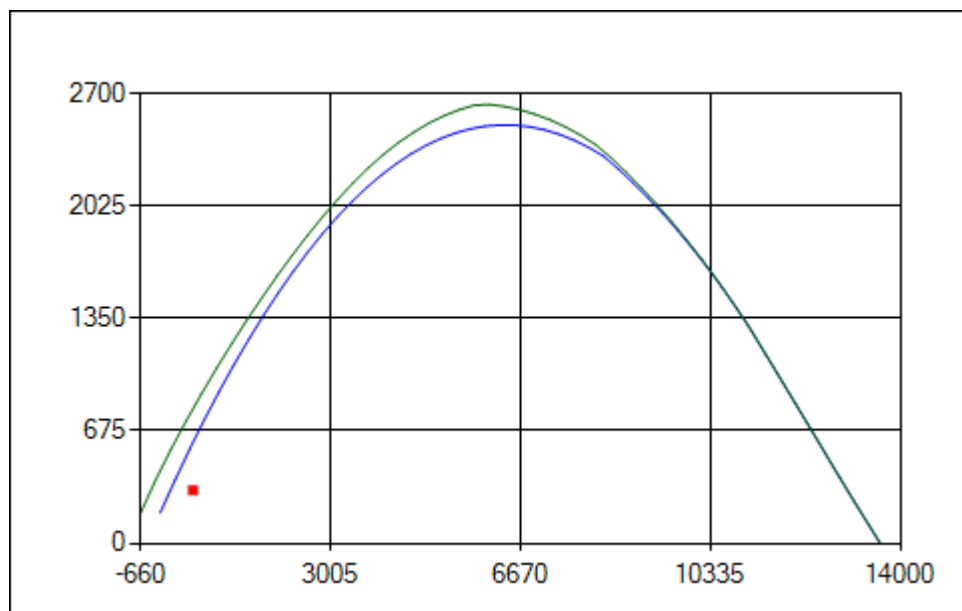
Spessore equivalente totale: 0,000

Risultati

Tenuto conto degli effetti dei rinforzi applicati, risulta

Combinazione	Ned [kN]	Md [daNcm]	Nr [kN]	Mry [kNm]	Coefficiente	Verificato
SLU2	353,80	3.187.234	13.970	808	2,54	Sì

Diagramma



Verifica del distacco del rinforzo allo sforzo di trazione massimo

Relazione di calcolo strutturale
9.01-2505VG00STRRE01_A-RelCalcVer

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 74/80
				REV. A	DATA Giugno 2026
				Perizia Suppletiva e di Variante num. 1	

Resistenza caratteristica a trazione dell'elemento di rinforzo: $N_0 = 635 \text{ kN/m}$

Raggio di curvatura intradosso: $r_L = 13.68 \text{ m}$

Tensione radiale di distacco: $\sigma_{r0} = \frac{635}{1 \cdot 13.68} = 46.4 \text{ kN/m}^2 = 0.046 \text{ N/mm}^2 < \frac{2.7}{1.5} = 1.8 \text{ N/mm}^2$

Distacco sotto l'azione dei carichi applicati

Trazione nel rinforzo: $N_f \cong \frac{318.8}{0.9 \cdot 0.47} - \frac{353.8}{2} = 576.8 \text{ kN/m}$

$\sigma_r = \frac{576.8}{13.68} = 42.2 \text{ kN/m}^2$, $\tau = 116.4 \text{ kN/m}^2$

$\sigma_{\max} = \frac{42.2}{2} + \sqrt{\left(\frac{42.2}{2}\right)^2 + 116.4^2} = 139.4 \text{ kN/m}^2 = 0.14 \text{ N/mm}^2 < 1.8 \text{ N/mm}^2$

Sezione all'imposta

$N_d = 2661 \text{ kN}$

$V_d = 793 \text{ kN}$

Resistenza a compressione della sezione

$N_{Rd} = 9.8 \cdot 4700 \cdot 1000 = 46060 \text{ kN} > N_d$

Resistenza al taglio

$\sigma_c = \frac{2661 \cdot 10^3}{4700 \cdot 1000} = 0.57 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{clim}$

$f_{ctld} = 0.85 \cdot 1.80 / 1.5 = 1.02 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{clim} = 9.9 \cdot 2 \cdot \sqrt{1.02^2 + 9.9 \cdot 1.02} = 3.23 \text{ N/mm}^2$

$f_{cvd} = \sqrt{1.02^2 + 0.57 \cdot 1.02} = 1.23 \text{ N/mm}^2$

$V_{Rd} = (1.27 \cdot 4700 \cdot 1000 / 1.5) \cdot 10^{-3} = 3990 \text{ kN} > V_d$

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 75/80
				REV. A	DATA Giugno 2026
				Perizia Suppletiva e di Variante num. 1	

7. PORZIONE A SOLETTONE IN C.A.

7.1 Analisi dei carichi.

- Peso solettone: $g'_1 = 25 \cdot 0.65 \cdot 4.00 = 65.00 \text{ kN/m}$
 $g''_1 = 25 \cdot 0.65 \cdot 6.05 = 98.30 \text{ kN/m}$
- Peso riempimento: $g'_{21} = 18 \cdot 0.18 \cdot 4.00 = 12.96 \text{ kN/m}$
 $g''_{21} = 18 \cdot 0.18 \cdot 6.05 = 19.60 \text{ kN/m}$
- Peso pavimentazione: $g'_{22} = 22 \cdot 0.15 \cdot 4.00 = 13.20 \text{ kN/m}$
 $g''_{22} = 22 \cdot 0.15 \cdot 6.05 = 20.00 \text{ kN/m}$
 $g'_2 = 26.20 \text{ kN/m}$
 $g''_2 = 39.60 \text{ kN/m}$

- Sovraccarico mobile

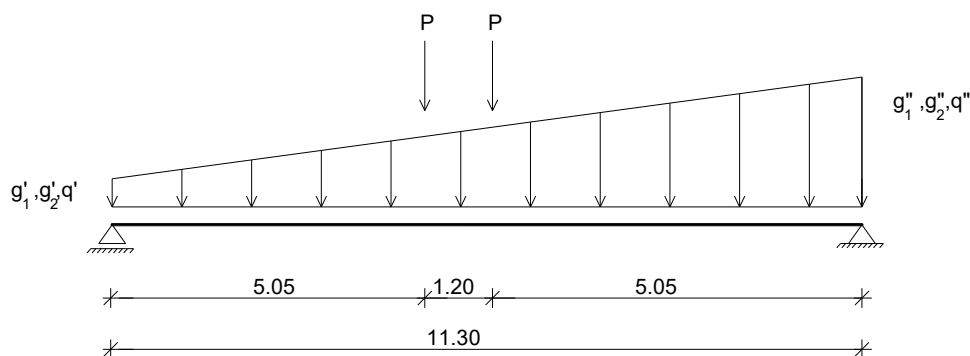
Si considera la stesa di carico distribuito di 9.00 kN/m^2 per la larghezza della colonna di carico di larghezza 3.00 m più 2.50 kN/m^2 sulla porzione trapezia rimanente.

$$q' = 9 \cdot 3.00 + 2.5 \cdot 0.60 = 28.5 \text{ kN/m}$$

$$q'' = 9 \cdot 3.00 + 2.5 \cdot 2.65 = 33.6 \text{ kN/m}$$

Si considera il carico tandem in mezzzeria

Due assi da $P = 300 + 100 = 400 \text{ kN}$, per considerare la presenza di metà del carico tandem della II colonna



 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 76/80
				REV. A	DATA Giugno 2026
				Perizia Suppletiva e di Variante num. 1	

$$g_{1m} = 81.7 \text{ kN/m}$$

$$g_{2m} = 32.9 \text{ kN/m}$$

$$q_m = 31.1 \text{ kN/m}$$

Combinazione SLU

$$p_d = 1.35 \cdot 81.7 + 1.5 \cdot 32.9 + 1.35 \cdot 31.1 = 201.6 \text{ kN/m}$$

$$P_d = 1.35 \cdot 4.00 = 540 \text{ kN}$$

Sezione di mezzeria

$$M_d = 1/8 \cdot 201.6 \cdot 11.30^2 + \frac{540 \cdot 10.10}{2} = 5945 \text{ kNm}$$

Combinazione SLE rara

$$p_d = 81.7 + 32.9 + 31.1 = 145.7 \text{ kN/m}$$

$$P_d = 400 \text{ kN}$$

Sezione di mezzeria

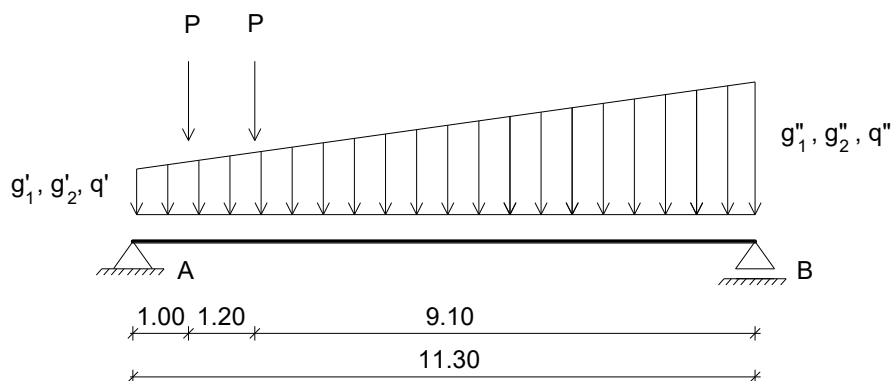
$$M_d = 1/8 \cdot 145.7 \cdot 11.30^2 + \frac{400 \cdot 10.10}{2} = 4346 \text{ kNm}$$

Combinazione con carico permanente

$$p_d = 81.7 + 32.9 = 114.6 \text{ kN/m}$$

$$M_d = 1/8 \cdot 114.6 \cdot 11.30^2 = 1829 \text{ kNm}$$

Si considera il carico tandem all'estremità



 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 77/80
				REV. A	DATA Giugno 2026
				Perizia Suppletiva e di Variante num. 1	

$$g_{1m} = 81.7 \text{ kN/m}$$

$$g_{2m} = 32.9 \text{ kN/m}$$

$$q_{1m} = 31.1 \text{ kN/m}$$

7.2 Verifica delle sezioni in c.a. rinforzate del solettone.

Si ipotizza la presenza di un quantitativo di armatura esistente tale da sopportare la sollecitazione flessionale indotta dal carico permanente nella combinazione di carico rara; tale quantitativo risulta essere $1\phi 24/0.10 \text{ m}$.

Si esegue la verifica della sezione rinforzata con tessuto unidirezionale di fili di acciaio galvanizzato.

Introduzione

Carichi

Verifiche elementi

Calcolo rinforzi flessione

Normative di riferimento

- Decreto ministeriale del 17 gennaio 2018 (NTC)
- Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018
- CNR-DT 200 R1/2013 – Istruzioni per la progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati
- CNR-DT 215/2018 – Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati a Matrice Inorganica

Solettone c.a. Sez. di campata

Materiali

Calcestruzzo

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 78/80
				REV. A	DATA Giugno 2026
				Perizia Suppletiva e di Variante num. 1	

Resistenza media	fcm	41.100,00 [kN/m ²]
Modulo Elastico (Comb. Rara)	Ec,rara	33.618.259,67 [kN/m ²]
Modulo Elastico (Comb. Frequente)	Ec,freq	33.618.259,67 [kN/m ²]
Deformazione a tensione massima	εc1	0,20 [%]
Deformazione ultima	εcU	0,35 [%]
Coefficiente di Poisson	ν	0,20 [-]
Coeff. rid. carichi a lunga durata	αcc	1,00 [-]
Coeff. parziale calcestruzzo	γc	1,50 [-]

Acciaio

Resistenza a trazione media	fym	397.700,00 [kN/m ²]
Deformazione ultima	εyU	2,25 [%]
Modulo Elastico	Es	210.000.000,00 [kN/m ²]
Coeff. parziale acciaio	γs	1,15 [-]

FRCM

Tipo fibra-resina	UHTSS	
Tipo di esposizione	Interna	
Spessore equivalente	tf	0 [mm]
Modulo Elastico	Ef	190.000.000,00 [kN/m ²]
Tensione lim. conv. caratteristica	σlim,conv	614.000,00 [kN/m ²]
Coefficiente di sicurezza parziale FRCM	γM	1,50 [-]
Tensione ultima a rottura caratt. per trazione del tessuto secco	σuf	3.000.000,00 [kN/m ²]

Coeff. parziale modelli di resistenza γRd = 1,50

Il fattore di confidenza FC da applicare sui materiali è: 1,35

Sezione



Geometria

Sezione	h [m]	bsup [m]	binf [m]
1	0.85	1	1

Relazione di calcolo strutturale
9.01-2505VG00STRRE01_A-RelCalcVer

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 79/80
				REV. A	DATA Giugno 2026
				Perizia Suppletiva e di Variante num. 1	

Armatura

Strato	n [-]	Φ [mm]	As [mm ²]	Profondità [mm]
1	10	24	4524	810

Rinforzo

Larghezza strato di rinforzo	bf	1,000 [mm]
Lunghezza di ancoraggio	lb	0,500 [m]
Coeff. omogenizzazione acciaio-cla	n	6,00 [-]
Numero strati		2
Spessore totale	tf	0,762 []

Verifiche SLU

Mp [daNcm]	3.658.000
Msd [daNcm]	11.890.000
Mres [daNcm]	9.047.106
Mres,rinf [daNcm]	11.842.151
Coeff. di sicurezza	1,00

Le sollecitazioni in condizioni di esercizio sono di seguito riportate.

Mrara [daNcm]	8.692.000
Tensione massima FRCM [N/mm ²]	165,00
Tensione di trazione FRCM [N/mm ²]	237,71
Coeff. di sicurezza FRCM	0,69
Tensione massima acciaio teso [N/mm ²]	235,67
Tensione acciaio teso [N/mm ²]	261,21
Coeff. di sicurezza Acciaio	0,90

7.3 Verifica a taglio

Combinazione SLU

$$p_d = 201.6 \text{ kN/m}$$

$$P_d = 1.35 \cdot 300 = 405 \text{ kN}$$

Sezione di estremità A

$$V_d = \frac{1}{2} \cdot 201.6 \cdot 11.30 + 405 \cdot \left(\frac{9.10 + 10.30}{11.30} \right) = 1834 \text{ kN}$$

$$v_d = 1834/4 = 458.6 \text{ kN/m}$$

$$\rho = 0.00558, \quad k = 1.497, \quad f_{ck} = 30.4 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{Rd} = 0.18 \cdot 1.497 \cdot (0.558 \cdot 30.4)^{1/3} / 1.5 = 461.6 \text{ kN/m} > v_d$$

 PROVINCIA DI AREZZO		LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SUL TORRENTE LUNGO LA SP. 25 DELLA MISERICORDIA AL km 15+750 IN COMUNE DI MONTE SAN SAVINO		PROG. 2505	PAG. 80/80
				REV. A	DATA Giugno 2026
				Perizia Suppletiva e di Variante num. 1	

8. SOLETTA IN C.A. DI RIPARTIZIONE

Si esegue la verifica a punzonamento della nuova soletta in c.a. prevista sul sedime della porzione ad arco ribassato.

Spessore soletta: 15 cm

Spessore ricoprimento: ~20 cm

Altezza utile: $d \cong 10$ cm

Impronta del carico tandem dello schema di carico 1:

$Q_k = 150$ kN su impronta 0.40×0.40 m

Impronta diffusa per il calcolo del perimetro di verifica:

$$0.40 + 2 \cdot (0.20 + 2 \cdot 0.10) = 1.20 \text{ m}$$

$$V_{Ed} = \frac{1.35 \cdot 150 \cdot 10^3}{4 \cdot 1200 \cdot 100} = 0.53 \text{ N/mm}^2$$

Valore resistente al punzonamento

$$d \cong 100 \text{ mm}$$

$$k = 1 + \sqrt{2} > 2, \text{ per cui } k = 2$$

$$f_{ck} = 32 \text{ N/mm}^2$$

$$V_{Rd,c} = 0.035 \cdot 2^{1.5} \cdot \sqrt{32} = 0.56 \text{ N/mm}^2 > V_{Ed}$$