

# PROVINCIA DI AREZZO

OGGETTO

LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL PONTE SULLA  
SP.70 DI MONTEMIGNAIO, KM 10+500, LOCALITA' BORRO DI  
PISTIANO, COMUNE DI MONTEMIGNAIO

CATEGORIA PROGETTO

STRUTTURE - PROGETTO ESECUTIVO

CONTENUTO TAVOLA

RELAZIONE TECNICA GENERALE

ALLEGATO

A03

ARCHIVIO

ST-22-003

COMMITTENTE

Provincia di Arezzo

PROPRIETARIO

Provincia di Arezzo

DATA

19/11/2024

STATO

—

UNITA' DI MISURA

—

SCALA

—

REVISIONI

—

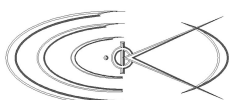
—

—

—

ELABORATO N°

—



STUDIO TECNICO CAPPELLETTI

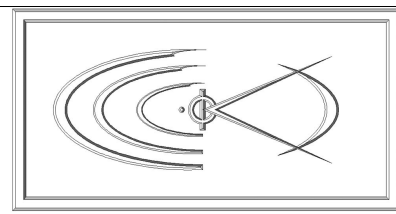
Via Adua, 60 - 52043 Castiglion Fiorentino  
tel 0575/657108 - fax 0575/1710180  
e-mail: info@cappellettiassociati.it  
www.cappellettiassociati.it

IL PROGETTISTA

Ing. Nicola Cappelletti

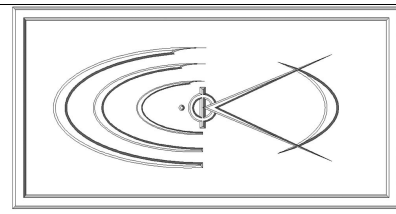
IL DIRETTORE DEI LAVORI

Ing. Nicola Cappelletti



# Indice

1 INTRODUZIONE.....	3
2 DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA.....	4
2.1 Descrizione generale dell'opera ed analisi storico critica.....	4
2.2 Definizione del progetto.....	9
2.3 Descrizione dell'intervento.....	10
3 RELAZIONE IDRAULICA.....	11
4 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DEL SITO.....	12
5 NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	13
5.1 Referenze tecniche.....	13
6 AZIONI SULLA COSTRUZIONE.....	14
6.1 Destinazione d'uso e carichi variabili dovuti alle azioni antropiche.....	14
6.2 Combinazioni delle azioni sulla costruzione.....	15
6.3 Azione sismica .....	18
6.4 Azione del vento, della neve e della temperatura.....	20
7 MODELLI DI CALCOLO.....	21
8 COPRIFERRO E TOLLERANZE.....	22
9 DURABILITÀ.....	23
10 MANUTENZIONE.....	24

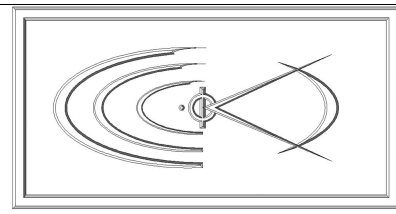


## 1 INTRODUZIONE

Il sottoscritto **Ing. Nicola Cappelletti** nella qualità di progettista delle strutture e il **Ing. Paolo Bracciali** nella qualità Responsabile Unico del Procedimento per conto del committente **Provincia di Arezzo**, al fine di adempiere agli obblighi previsti dal D.M. 17 gennaio 2018 e successive modifiche ed integrazioni, dichiarano, ognuno limitatamente alle proprie responsabilità, quanto riportato nella presente relazione generale relativa al progetto per i **lavori di manutenzione straordinaria del ponte sulla SP.70 di Montemignaio, KM 10+500, Località Borro di Pistiano nel Comune di Montemignaio consistenti in un INTERVENTO LOCALE**.

Al fine dei calcoli e del dimensionamento delle strutture la richiesta della committenza è quella di inserire la struttura nella classe d'uso IV *“Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente”*.

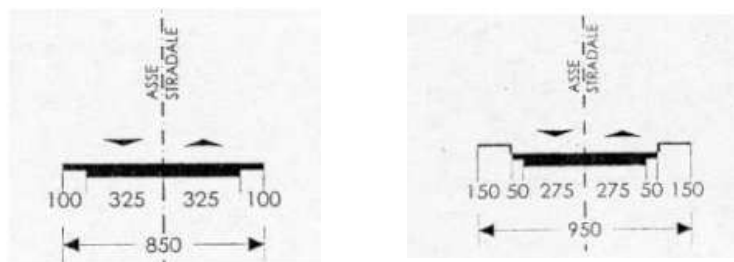
La richiesta fatta al sottoscritto è quella, di progettare un intervento locale volto al leggero allargamento della carreggiata ed al consolidamento statico.



## 2 DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA

### 2.1 Descrizione generale dell'opera ed analisi storico critica

L'intervento in progetto riguarda la *ristrutturazione*, ai sensi del p.to 9.5.1 del D.M. 4-5-1990, del ponticello con leggero allargamento della sezione. Il tracciato stradale in oggetto, “SP70” attualmente non rientra nelle classificazioni ai sensi del codice della strada in quanto la larghezza da barriera a barriera è di soli 5,4 metri circa sull'impalcato: “Strada locale – F” extraurbana:

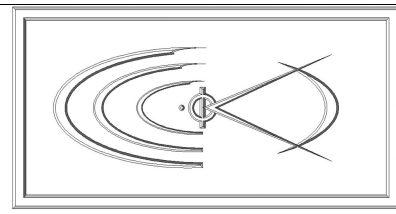


La richiesta della committenza è quella di ottenere una sezione stradale leggermente più ampia e che, in fase di progettazione, è stata portata a 650cm e composta da doppia corsia da 275cm e due banchine da 50cm con un incremento complessivo di 1,1m. Tale allargamento è il massimo che si è potuto ottenere senza alterazioni sostanziali sull'aspetto del ponte e senza causare incrementi sensibili sui carichi trasmessi alle sotto-strutture.

I limiti minimi per una strada extraurbana F sono di 325cm per la corsia e di 100cm (velocità di percorrenza compresa tra 40Km/h e **100Km/h**) quindi la sezione della carreggiata non raggiungerà gli 850cm della “Strada locale – F” extraurbana. La strada su cui è previsto il consolidamento del ponte presenta ad oggi un limite di velocità di **50Km/h** esteso anche nei tratti stradali di avvicinamento.

#### **Allo stato attuale il ponte è così descritto:**

Trattasi di un ponte con luce libera di circa 6,5m e larghezza complessiva di 6,2m. La larghezza del corso d'acqua a livello del letto è pari a quella della luce libera del ponticello mentre la distanza tra gli argini è di circa 26,5m lato monte e 33,0m lato valle. Le spalle in muratura del ponte si estendono per intero su tutto lo sviluppo degli argini. La sezione libera per lo scorrimento è delimitata dal letto, da due pareti in pietra e da un sovrastante arco sempre in pietra per una superficie complessiva di circa 45m<sup>2</sup> con



altezza massima in chiave di volta di circa 7,72 metri a monte e 9,17 metri. All'estradosso il ponticello ospita una carreggiata a doppio senso di marcia formata da due corsie da 2,3m e due banchine da 0,4m circa delimitate da due barriere di vecchia concezione.

Il ponticello si trova in un tratto rettilineo del tracciato stradale, solo un piccolo tratti in ingresso lato Montemignaio è interessato dal raccordo al tratto curvilineo.

### **Analisi storico critica e descrizione dei materiali:**

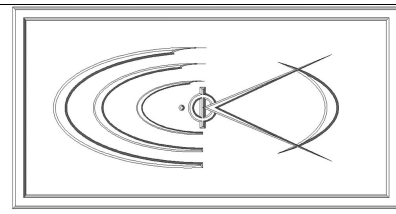
Il ponte, risulta realizzato in epoca antica e sicuramente antecedente agli anni '50, è murato a conci sbozzati con dimensione dei blocchi e dei giunti di malta molto regolari; nello specifico le spalle presentano un paramento esterno con pietre di media dimensione, cantonali ben fatti e ben ammorsati. Le superfici esterne della volta ad arco sono realizzate con pietre squadrate molto regolari. L'arco ad intradosso del ponte appare murato in conci sbozzati molto regolari e con un corretto sfalsamento dei giunti di malta. Spalle ed arco sono riempiti in materiale detritico fino a quota carreggiata con sovrastanti strati di asfaltatura sovrapposti nel tempo.

In epoca successiva, è stata poi aggiunta una barriera stradale connessa ad un cordolo in cls di basso spessore.

### **Analisi dello stato di degrado e sulle lesioni:**

Allo stato attuale il degrado interessa la quasi totalità delle strutture anche se in modo non preoccupante:

- la vegetazione e l'aggressione degli agenti atmosferici hanno deteriorato lo strato superficiale di malta che, in alcune zone, risulta parzialmente rimosso;
- sebbene siano presenti alcuni fori per il drenaggio delle acque, l'assenza di una impermeabilizzazione e di una regimazione delle acque all'estradosso, è causa di infiltrazioni a livello dell'arco in muratura che però si presenta ancora in condizioni buone;
- al centro dell'intradosso dell'arco è visibile una zona di malta con colorazione differente che potrebbe indicare una possibile ripresa locale eseguita a posteriori; tale ripresa non appare dovuta ad un problema strutturale (non è compatibile con nessun meccanismo di collasso) e potrebbe essere collegata ad un problema di dilavamento dovuto ad infiltrazioni di acqua piovana;



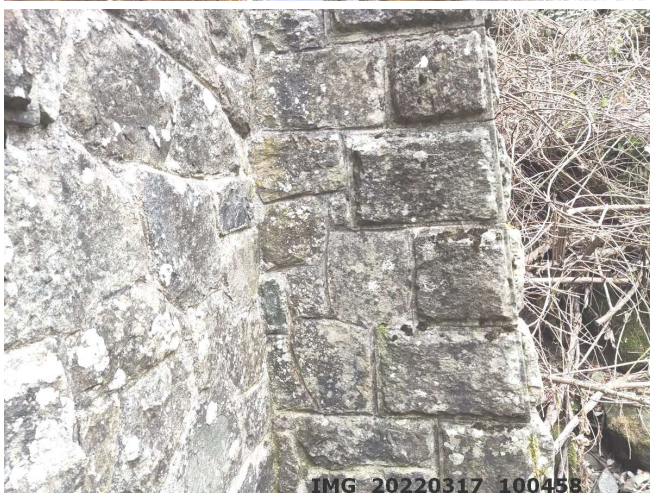
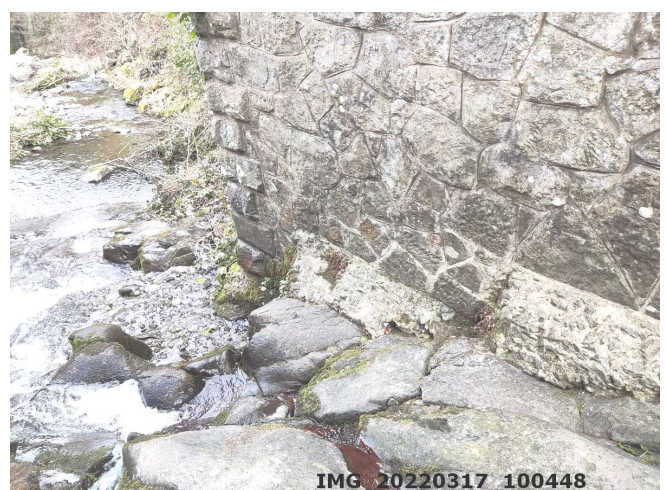
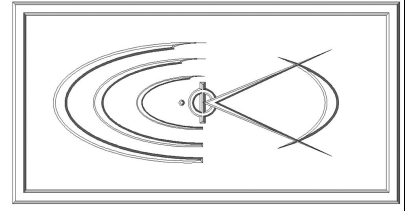
- tutti i cordoli in cls presentano un avanzato stato di degrado superficiale ed, in alcuni casi, profondo tale da rendere non idonei gli attacchi a terra delle barriere (in alcune zone sono già presenti riprese in cls alla base dei montanti delle barriere);
- alla base della spalla sinistra in una piccola porzione di circa un metro, il dilavamento delle acque ha scavato al di sotto della muratura allentandola.

Si precisa che anche a livello fondale non è stato rilevato alcun dissesto o cedimento, il piede delle strutture poggia quindi direttamente sullo strato consolidato e stabile.

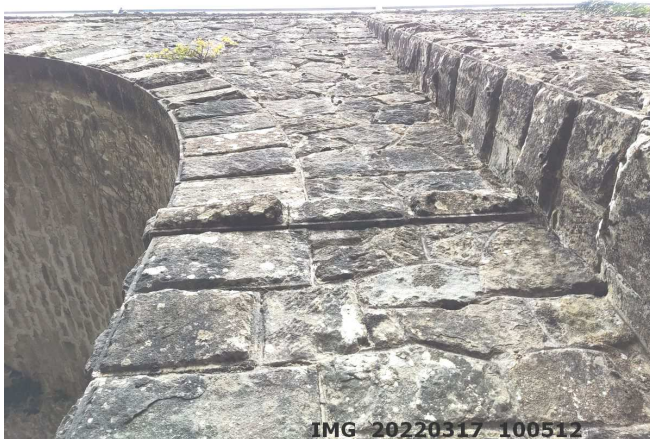
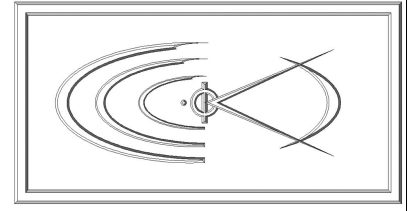
Di seguito alcune immagini del ponte:







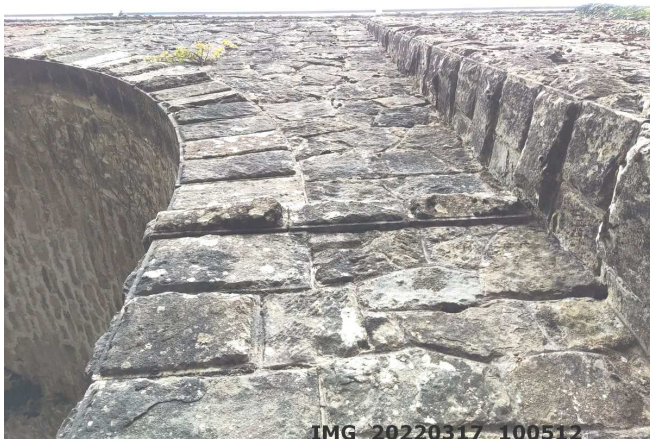




IMG\_20220317\_100512



IMG\_20220317\_100428



IMG\_20220317\_100512



IMG\_20220317\_094342

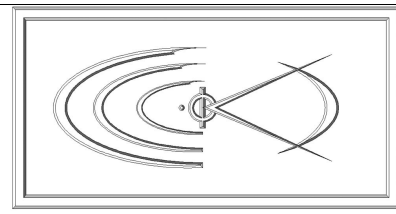


IMG\_20220317\_094350



IMG\_20220317\_093445





## **2.2 Definizione del progetto**

Con la presente progettazione si è voluto raggiungere il livello di “adeguamento statico” del ponte mentre non sono stati eseguiti interventi di miglioramento o adeguamento sismico.

Le strutture esistenti quali arco e spalle, sebbene abbiano numerose decine di anni, non presentano segni rilevabili di lesione, cedimenti o di eccessivo degrado (ad eccezione di piccole porzioni con giunti dilavati ed i cordoli). Ad una analisi visiva infatti il ponte appare perfettamente integro ed in buono stato di conservazione.

Il progetto prevede di introdurre una nuova soletta in cls armato in grado di proteggere il ponte dall'acqua e da consentire l'allargamento dell'impalcato proseguendo a sbalzo oltre gli attuali muri, di sostenere il nuovo cordolo in cls armato e la relativa barriera e di fungere la diaframma rigido di ripartizione delle azioni collegando tutte le strutture nuove ed esistenti tra loro.

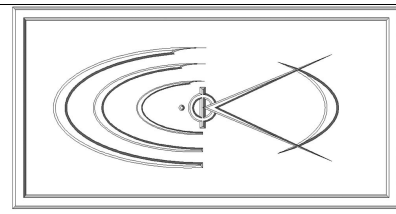
La scelta di allargare leggermente la carreggiata non comporta incrementi di carico degni di nota in quanto il numero di corsie rimane invariato e la variazione di peso proprio introdotto dagli sbalzi risulta infinitesimo rispetto al peso proprio del ponte.

Nonostante questo, durante le verifiche allo stato attuale, è emerso che, ai sensi della normativa vigente, la muratura delle spalle non soddisfa le verifiche a ribaltamento e pressoflessione sotto l'azione dei carichi mobili. Essendo il ponte privo di lesioni, l'analisi a posteriori ci indica che il terreno all'interno delle spalle deve aver acquisito un grado di compattazione e di coesione tale da rendere le spinte sulle pareti molto inferiori a quelle determinabili in via teorica. Nonostante che il ponte sia in buone condizioni e privo di lesioni si è comunque scelto di eseguire un intervento locale di consolidamento delle pareti (alte fino a 10 metri) in modo da adeguare i paramenti delle spalle a quanto previsto dalle normative vigenti.

Al fine di ridurre drasticamente le spinte sulle murature e di dotare la struttura di maggiore resistenza alle azioni orizzontali (spinta idraulica, sisma etc...) si è scelto di introdurre una serie di pali a formare una paratia immediatamente a “monte” delle murature connessi .

Le nuove strutture avranno il compito di sostenere tutti i carichi dovuti al transito dei veicoli ed alle azioni sismiche mentre le strutture esistenti, una volta consolidate mediante stilatura, scuci cucì localizzato ed iniezioni di malta, continueranno a sostenere una piccola quota parte della spinta del terreno agente tra palo e palo nonché consentiranno di mantenere il medesimo aspetto del ponte attuale.

L'arco in pietra esistente risulta ben confinato e privo di lesioni. Le verifiche condotte indicano che le tensioni sull'arco sono leggermente superiori a quelle ammissibili determinate per livello di conoscenza



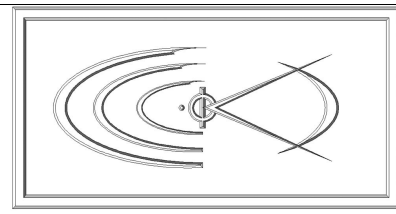
LC1 quindi si è scelto di operare mediante consolidamento della muratura con ristilatura profonda e iniezioni di malta iperfluida.

## **2.3 Descrizione dell'intervento**

### **L'intervento risulta sviluppato nelle seguenti fasi:**

- allestimento cantiere e montaggio delle impalcature;
- consolidamento dell'arco stilatura e iniezioni;
- rimozione del manto stradale esistente di asfalto e pari a circa 10-15cm su tutta l'area del ponticello e scavo di ulteriori 20cm;
- realizzazione dei pali profondi sulle spalle e di quelli della paratia lungo le spalle;
- scavo a trincea di ulteriori 30cm per la realizzazione delle travi testa palo;
- armatura e getto dei cordoli testa palo delle paratie per i primi 30cm;
- consolidamento delle spalle mediante scuci-cuci e stilatura; e realizzazione di nuovi drenaggi;
- casseratura degli sbalzi, posa delle armature della soletta, degli sbalzi delle solette di raccordo e getto del tutto;
- casseratura dei cordoli e getto degli stessi (possibilmente annegando le barriere nel getto al fine di evitare l'ultima fase);
- realizzazione della guaina protettiva dell'impalcato;
- realizzazione del manto stradale e realizzazione della segnaletica orizzontale;
- ai 28gg dal getto dei cordoli, inghisaggio delle barriere con resine epossidiche.



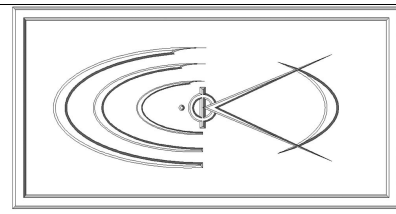


### **3 RELAZIONE IDRAULICA**

Il ponte risulta vincolato alla Soprintendenza alle Belle Arti sia con vincolo monumentale che paesaggistico. L'intervento è volto al mantenimento delle attuali geometrie e caratteristiche estetiche del ponticello e si inquadra come intervento locale all'interno del quale tutte le strutture esistenti verranno interamente mantenute con funzione strutturale secondaria (contenimento terreno, sostegno alle azioni statiche di percorrenza locali dei veicoli, paramento estetico).

Per tali motivi la sezione idraulica rimarrà inalterata.

Al fine di valutare le portate ed i livelli di piena si farà riferimento ad una relazione idraulica specifica.



## 4 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DEL SITO

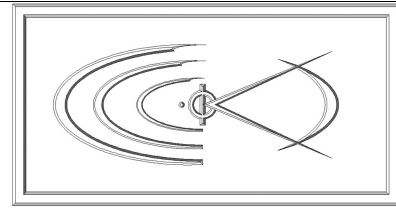
L'opera oggetto di progettazione strutturale ricade nel territorio comunale di **Montemignaio** che rientra nella **zona sismica II**.

Le indagini effettuate permettono di classificare il profilo stratigrafico di **Categoria A** (*Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.*).

Il sito può essere considerato di **Categoria topografica T2** (*pendii con inclinazione media  $i > 15^\circ$* )

Per ulteriori dettagli si rimanda alle relazioni geologica e geotecnica.





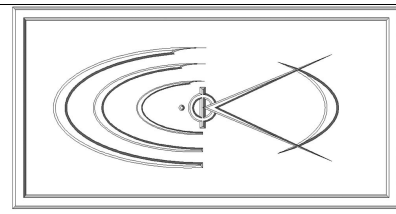
## **5      NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Il calcolo degli elementi strutturali di nuova progettazione (solette, sbalzi, travi metalliche etc) è stato svolto nel rispetto della seguente normativa:

- D.M 17 gennaio 2018 – Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni;
- Circ. Ministero Infrastrutture e Trasporti 21 gennaio 2019, n.7 Istruzioni per l'applicazione dell'“Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

### **5.1      Referenze tecniche**

- Decreto Ministeriale 5 novembre 2001.
- UNI EN 206-1 - Calcestruzzo. Specificazioni, prestazioni, produzione e conformità.
- UNI EN 1998-1 – Azioni sismiche e regole sulle costruzioni.



## **6 AZIONI SULLA COSTRUZIONE**

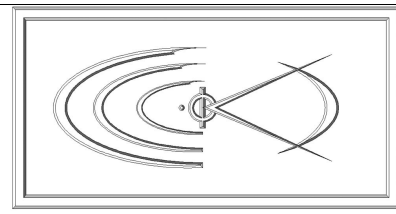
### **6.1 Destinazione d'uso e carichi variabili dovuti alle azioni antropiche**

Il metodo di verifica della sicurezza adottato è quello degli Stati Limite che prevede due insiemi di verifiche rispettivamente per gli stati limite ultimi S.L.U. e gli stati limite di esercizio S.L.E.. La sicurezza viene quindi garantita progettando i vari elementi resistenti in modo da assicurare che la loro resistenza di calcolo sia sempre maggiore delle corrispondente domanda in termini di azioni di calcolo. Le norme precisano che la sicurezza e le prestazioni di una struttura o di una parte di essa devono essere valutate in relazione all'insieme degli stati limite che verosimilmente si possono verificare durante la vita normale. Prescrivono inoltre che debba essere assicurata una robustezza nei confronti di azioni eccezionali. Le prestazioni della struttura e la vita nominale sono riportati nei successivi capitoli. La sicurezza e le prestazioni saranno garantite verificando gli opportuni stati limite definiti di concerto al Committente in funzione dell'utilizzo della struttura, della sua vita nominale e di quanto stabilito dalle norme di cui al D.M. 17.01.2018 e successive modifiche ed integrazioni.

In particolare, nel caso in esame, si è verificata:

- la sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi (**SLU**) che possono provocare eccessive deformazioni permanenti, crolli parziali o globali, dissesti, che possono compromettere l'incolumità delle persone e/o la perdita di beni, provocare danni ambientali e sociali, mettere fuori servizio l'opera. Per le verifiche sono stati utilizzati i coefficienti parziali relativi alle azioni ed alle resistenze dei materiali in accordo a quanto previsto dal D.M. 17.01.2018 per i vari tipi di materiale. I valori utilizzati sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.
- la sicurezza nei riguardi degli stati limite di esercizio (**SLE**) che possono limitare nell'uso e nella durata l'utilizzo della struttura per le azioni di esercizio. In particolare di concerto con il committente e coerentemente alle norme tecniche si sono definiti i limiti riportati nell'allegato fascicolo dei calcoli.
- la sicurezza nei riguardi dello stato limite del danno (**S.L.D.**) causato da azioni sismiche con opportuni periodi di ritorno definiti di concerto al committente ed alle norme vigenti per le





costruzioni in zona sismica; robustezza nei confronti di opportune azioni accidentali in modo da evitare danni sproporzionati in caso di incendi, urti, esplosioni, errori umani;

Per quando riguarda le fasi costruttive intermedie la struttura non risulta cimentata in maniera più gravosa della fase finale. La sicurezza viene quindi garantita progettando i vari elementi resistenti in modo da assicurare che la loro resistenza di calcolo sia sempre maggiore delle corrispondente domanda in termini di azioni di calcolo.

## 6.2 Combinazioni delle azioni sulla costruzione

Le combinazioni di calcolo considerate sono quelle previste dal D.M.17 gennaio 2018 per i vari stati limite e per le varie azioni e tipologie costruttive.

In particolare, ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni per cui si rimanda al § 2.5.3 NTC 2018; queste sono:

- **Combinazione fondamentale**, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU)

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.1]$$

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

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.2]$$

- **Combinazione frequente**, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.3]$$

- **Combinazione quasi permanente**, generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine (SLE)

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.4]$$

- **Combinazione sismica**, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2)

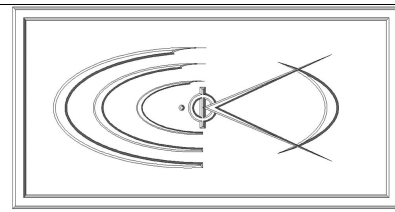
$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.5]$$

- **Combinazione eccezionale**, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali  $A_d$  (v. § 3.6)

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.6]$$

Nelle combinazioni per SLE, si intende che vengono omessi i carichi  $Q_{kj}$  che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi  $G_2$ .

Altre combinazioni sono da considerare in funzione di specifici aspetti (p. es. fatica, ecc.). Nelle formule sopra riportate il simbolo + vuol dire “combinato con”.



Le combinazioni di carico da considerare ai fini delle verifiche devono essere stabilite in modo da garantire la sicurezza in conformità a quanto prescritto al Cap.2. Ai fini della determinazione dei valori caratteristici delle azioni dovute al traffico, si dovranno considerare, generalmente, le combinazioni riportate in Tab. 5.1.IV. Valori caratteristici delle azioni dovute al traffico:

**Tab. 5.1.IV – Valori caratteristici delle azioni dovute al traffico**

	Carichi sulla superficie carrabile					Carichi su marciapiedi e piste ciclabili non sormontabili
	Carichi verticali			Carichi orizzontali		Carichi verticali
Gruppo di azioni	Modello principale (schemi di carico 1, 2, 3, 4 e 6)	Veicoli speciali	Folla (Schema di carico 5)	Frenatura	Forza centrifuga	Carico uniformemente distribuito
1	Valore caratteristico					Schema di carico 5 con valore di combinazione 2,5KN/m <sup>2</sup>
2a	Valore frequente			Valore caratteristico		
2b	Valore frequente				Valore caratteristico	
3 (*)						Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0KN/m <sup>2</sup>
4 (**)			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0KN/m <sup>2</sup>			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0KN/m <sup>2</sup>
5 (***)	Da definirsi per il singolo progetto	Valore caratteristico o nominale				
(*) Ponti pedonali						
(**) Da considerare solo se richiesto dal particolare progetto (ad es. ponti in zona urbana)						
(***) Da considerare solo se si considerano veicoli speciali						

La **Tab. 5.1.V** fornisce i valori dei coefficienti parziali delle azioni da assumere nell'analisi per la determinazione degli effetti delle azioni nelle verifiche agli stati limite ultimi.

Nella Tab. 5.1.V il significato dei simboli è il seguente:

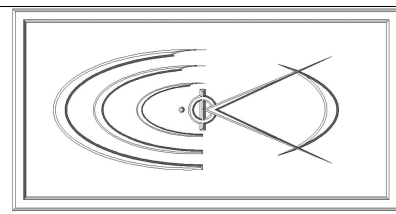
$\gamma_{G1}$  coefficiente parziale del peso proprio della struttura, del terreno e dell'acqua, quando pertinente;

$\gamma_{G2}$  coefficiente parziale dei pesi propri degli elementi non strutturali;

$\gamma_Q$  coefficiente parziale delle azioni variabili da traffico;

$\gamma_{Qi}$  coefficiente parziale delle azioni variabili.

Altri valori di coefficienti parziali sono riportati nelle NTC2018 al Cap. 4 con riferimento a particolari azioni specifiche dei diversi materiali.

**Tab. 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU**

		Coefficiente	EQU <sup>(1)</sup>	A1	A2
Azioni permanenti $g_1$ e $g_3$	favorevoli	$\gamma_{G1}$ e $\gamma_{G3}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali <sup>(2)</sup> $g_2$	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Azioni variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 <sup>(3)</sup>	1,00 <sup>(4)</sup>	1,00
Ritiro e viscosità, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 2}, \gamma_{\epsilon 3}, \gamma_{\epsilon 4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

<sup>(1)</sup> Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori della colonna A2.

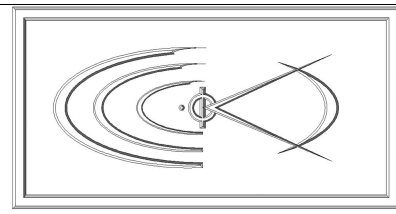
<sup>(2)</sup> Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali, o di una parte di essi (ad esempio carichi permanenti portati), sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

<sup>(3)</sup> 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

<sup>(4)</sup> 1,20 per effetti locali

**Tab. 5.1.VI - Coefficienti  $\psi$  per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali**

Azioni	Gruppo di azioni (Tab. 5.1.IV)	Coefficiente $\psi_0$ di combinazione	Coefficiente $\psi_1$ (valori frequenti)	Coefficiente $\psi_2$ (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tab. 5.1.IV)	Schema 1 (carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	--	0,75	0,0
	5	0,0	0,0	0,0
Vento	a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	in esecuzione	0,8	0,0	0,0
	a ponte carico SLU e SLE	0,6	0,0	0,0
Neve	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	in esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	SLU e SLE	0,6	0,6	0,5



La struttura deve essere progettata così che il degrado nel corso della sua vita nominale, purché si adotti la normale manutenzione ordinaria, non pregiudichi le sue prestazioni in termini di resistenza, stabilità e funzionalità, portandole al di sotto del livello richiesto dalle presenti norme.

Le misure di protezione contro l'eccessivo degrado devono essere stabilite con riferimento alle previste condizioni ambientali.

La protezione contro l'eccessivo degrado deve essere ottenuta attraverso un'opportuna scelta dei dettagli, dei materiali e delle dimensioni strutturali, con l'eventuale applicazione di sostanze o ricoprimenti protettivi, nonché con l'adozione di altre misure di protezione attiva o passiva.

La definizione quantitativa delle prestazioni e le verifiche sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.

### **6.3 Azione sismica**

Ai fini delle N.T.C. 2018 l'azione sismica è caratterizzata da 3 componenti traslazionali, due orizzontali contrassegnate da X ed Y ed una verticale contrassegnata da Z, da considerare tra di loro indipendenti. Le componenti possono essere descritte, in funzione del tipo di analisi adottata, mediante una delle seguenti rappresentazioni:

- accelerazione massima attesa in superficie;
- accelerazione massima e relativo spettro di risposta attesi in superficie;
- accelerogramma.

L'azione in superficie è stata assunta come agente su tali piani.

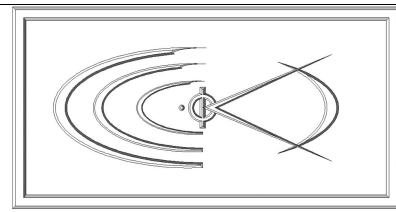
Le due componenti ortogonali indipendenti che descrivono il moto orizzontale sono caratterizzate dallo stesso spettro di risposta. L'accelerazione massima e lo spettro di risposta della componente verticale attesa in superficie sono determinati sulla base dell'accelerazione massima e dello spettro di risposta delle due componenti orizzontali.

In allegato alle N.T.C. 2018, per tutti i siti considerati, sono forniti i valori dei precedenti parametri di pericolosità sismica necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

Si è concordato con il committente che le prestazioni attese nei confronti delle azioni sismiche siano verificate agli stati limite, sia di esercizio che ultimi individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli stati limite di esercizio ed ultimi verificati sono:





- **Stato Limite di Operatività (S.L.O.)**
- **Stato Limite di Danno (SLD)**
- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)**

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella successiva tabella:

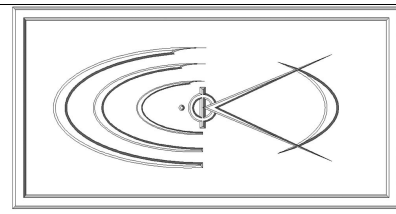
Stati Limite $P_{VR}$ :		Probabilità di superamento nel periodo di riferimento $V_R$
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Per la definizione delle forme spettrali (spettri elastici e spettri di progetto), in conformità ai dettami del D.M. 17 gennaio 2018 sono stati definiti i seguenti termini:

Vita Nominale	<b>50 anni</b>
Classe d'Uso	<b>IV</b>
Categoria del suolo	<b>A</b>
Categoria Topografica ( <i>coefficiente topografico</i> )	<b>T2 (1,00)</b>
Latitudine del sito di riferimento	<b>43.734334 ° (WGS84)</b>
Longitudine del sito di riferimento	<b>11.629570 ° (WGS84)</b>

Le azioni da considerare nella progettazione del ponte sono:

- le azioni permanenti;
- le azioni variabili da traffico e folla – Schema di carico 1 - (vedi NTC2018) per mezzi da 60 tonnellate su due assi.
- le azioni sismiche (vedi NTC2018 punto 3.2).



## 6.4 Azione del vento, della neve e della temperatura

Le azioni del vento sono state determinate in conformità al §3.3 del D.M. 17/01/18 e della Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 gennaio 2019 n. 7.

L'azione della neve viene determinato tramite le espressioni empiriche riportate dal D.M. 17/01/2018 al cap.3.4..

Il carico provocato dalla neve sulle “coperture” sarà valutato mediante la seguente espressione:

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t \quad [3.4.1]$$

dove:

$q_s$  è il carico neve sulla copertura;

$\mu_i$  è il coefficiente di forma della copertura, fornito al § 3.4.5 [tab. 3.4.II]

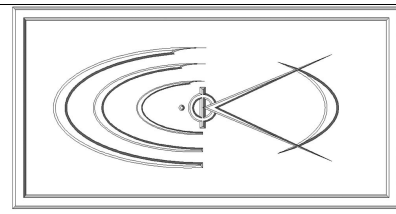
$q_{sk}$  periodo di ritorno di 50 anni;  $q_{sk} = 0,85 [1 + (a_s/481)^2]$  [3.4.4]

$C_E$  è il coefficiente di esposizione di cui al § 3.4.4 [tab.3.4.I]

$C_t$  è il coefficiente termico di cui al § 3.4.5.

Il carico neve è inferiore a quello dei carichi mobili applicati quindi non è stato applicato. Considerato le modeste dimensioni del ponte anche le altre azioni secondarie quali temperatura etc sono state trascurate.

Le azioni di frenatura ed accelerazione centrifuga non sono state prese in considerazione poiché non influenti per via della geometria del tracciato e della presenza della soletta in continuità.

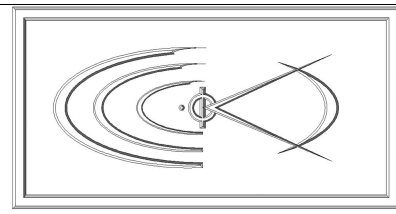


## **7 MODELLI DI CALCOLO**

Si sono utilizzati come modelli di calcolo quelli esplicitamente richiamati nel D.M. 17.01.2018 ed in particolare:

- analisi elastica lineare per il calcolo delle sollecitazioni derivanti da carichi statici;
- analisi degli effetti del 2° ordine quando significativi;
- analisi dinamica modale con spettri di progetto per il calcolo delle sollecitazioni di progetto dovute all'azione sismica;
- verifiche sezionali agli s.l.u. per le sezioni in c.a. utilizzando il legame parabola rettangolo per il calcestruzzo ed il legame elastoplastico incrudente a duttilità limitata per l'acciaio.

Le strutture del nuovo impalcato e dei pali sono state calcolate utilizzando modellazione 3D ad elementi finiti.

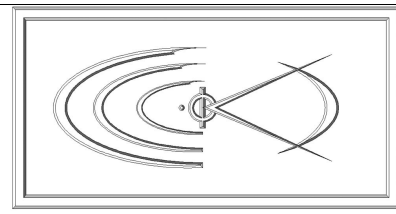


## **8 COPRIFERRO E TOLLERANZE**

Per gli elementi strutturali di nuova progettazione nei calcoli si è fatto riferimento ai valori nominali delle grandezze geometriche ipotizzando che le tolleranze ammesse in fase di realizzazione siano conformi alla Circ. Ministero Infrastrutture e Trasporti 21 gennaio 2019, n.7:

- Copriferro pali: 35 mm compresa tolleranza
- Copriferro Solette e cordoli: 35 mm compresa tolleranza



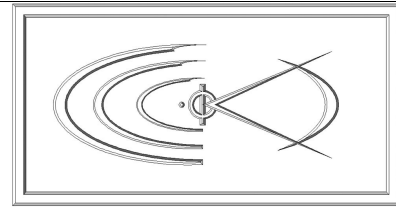


## 9 DURABILITÀ

Per garantire la durabilità della struttura sono stati presi in considerazioni opportuni stati limite di esercizio (SLE) in funzione dell'uso e dell'ambiente in cui la struttura dovrà vivere limitando sia gli stati tensionali che nel caso delle opere in calcestruzzo anche l'ampiezza delle fessure. La definizione quantitativa delle prestazioni, la classe di esposizione e le verifiche sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.

Inoltre per garantire la durabilità, così come tutte le prestazioni attese, è necessario che si ponga adeguata cura sia nell'esecuzione che nella manutenzione e gestione della struttura e si utilizzino tutti gli accorgimenti utili alla conservazione delle caratteristiche fisiche e dinamiche dei materiali e delle strutture. La qualità dei materiali e le dimensioni degli elementi sono coerenti con tali obiettivi.

Durante le fasi di costruzione il direttore dei lavori implementerà severe procedure di controllo sulla qualità dei materiali, sulle metodologie di lavorazione e sulla conformità delle opere eseguite al progetto esecutivo nonché alle prescrizioni contenute nelle “Norme Tecniche per le Costruzioni” DM 17.01.2018 e relative Istruzioni.



## 10 MANUTENZIONE

Per garantire la corretta manutenzione dei principali elementi strutturali occorrerà, con cadenza opportuna, ispezionare i manufatti e controllare come indicato nell'**allegato A13**.