

# PROVINCIA DI AREZZO

OGGETTO

CONSOLIDAMENTO DELLE SPALLE DEL PONTE SUL CANALE  
MAESTRO DELLA CHIANA LUNGO LA S.P. 27 DI  
CASTRONCELLO-BROLIO

CATEGORIA PROGETTO

STRUTTURE - PFTE

CONTENUTO TAVOLA

RELAZIONE TECNICA GENERALE - PRIMO LOTTO

ALLEGATO

A03\_1

ARCHIVIO

ST-22-042

COMMITTENTE

Provincia di Arezzo

PROPRIETARIO

Provincia di Arezzo

DATA

16/12/2024

STATO

-

UNITA' DI MISURA

-

SCALA

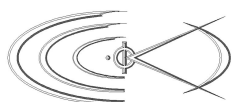
-

REVISIONI

-	-
-	-

ELABORATO N°

—



STUDIO TECNICO CAPPELLETTI

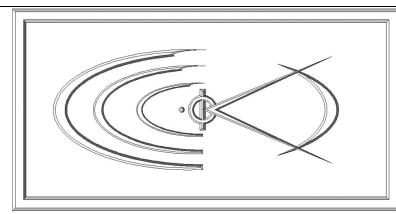
Via Adua, 60 - 52043 Castiglion Fiorentino  
tel 0575/657108 - fax 0575/1710180  
e-mail: info@cappellettiassociati.it  
www.cappellettiassociati.it

IL PROGETTISTA

Ing. Nicola Cappelletti

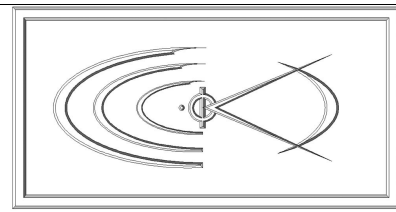
IL DIRETTORE DEI LAVORI

Ing. Nicola Cappelletti



## Indice

1 INTRODUZIONE.....	3
2 DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA.....	4
2.1 Descrizione generale dell'opera e dello stato di degrado.....	4
2.2 Individuazione delle problematiche relative alla SPALLA.....	10
2.3 Individuazione delle problematiche relative all'impalcato.....	11
2.4 Individuazione degli interventi SPALLA.....	12
2.5 Individuazione degli interventi relativi all'intradosso delle campate laterali e PILE.....	12
2.6 Descrizione dettagliata dell'intervento – PRIMO LOTTO.....	12
2.6.1 Fasi delle lavorazioni.....	13
3 RELAZIONE IDRAULICA.....	15
4 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DEL SITO.....	16
5 NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	17
5.1 Referenze tecniche.....	17
6 AZIONI SULLA COSTRUZIONE.....	18
7 AZIONI SULLA COSTRUZIONE.....	19
7.1 Destinazione d'uso e carichi variabili dovuti alle azioni antropiche.....	19
7.2 Combinazioni delle azioni sulla costruzione.....	20
7.3 Azione del vento, della neve e della temperatura.....	24
8 MODELLI DI CALCOLO.....	25
9 COPRIFERRO E TOLLERANZE.....	26
10 DURABILITÀ.....	27
11 MANUTENZIONE.....	28

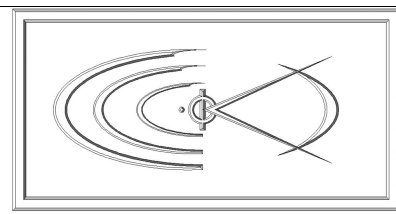


## **1 INTRODUZIONE**

Il sottoscritto **Ing. Nicola Cappelletti** nella qualità di progettista delle strutture **Ing. Luca Pigolotti** 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 il **consolidamento delle spalle del ponte sul Canale Maestro della Chiana lungo la S.P. 27 di Castroncello-Brolio – Primo Lotto**

La richiesta fatta al sottoscritto è quella, di progettare una serie di interventi locali volti al consolidamento statico della spalla lato Castiglion F.no, al completamento del consolidamento statico della spalla lato Foiano della Chiana, al ripristino corticale delle superfici degradate dell'intradosso delle campate laterali e delle pile (primo lotto) ed al consolidamento dell'impalcato, all'introduzione di nuovi guardrail ai lati del ponte ed al ripristino corticale delle superfici degradate della campata centrale (secondo lotto).

In questa sede si analizzeranno gli interventi relativi solo al primo lotto.

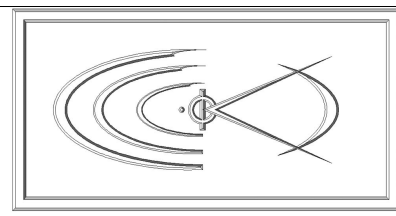


## **2 DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA**

### **2.1 Descrizione generale dell'opera e dello stato di degrado**

Il tratto di strada in questione si configura come uno dei collegamenti più importanti tra i comuni di Foiano della Chiana e Castiglion Fiorentino, permettendo l'operatività delle numerose aziende del contesto ortofrutticolo e nell'ambito dell'attività turistico-ricettiva, nonché il trasporto pubblico per gli studenti dell'istituto “G. da Castiglione” di Castiglion Fiorentino; il ponte in questione rappresenta uno dei confini tra i due comuni, infatti una spalla ricade nel comune di Foiano della Chiana ed una nel comune di Castiglion Fiorentino.

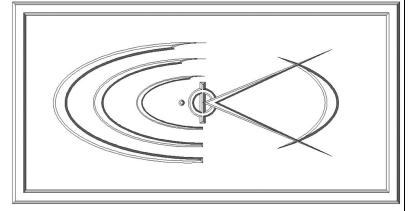


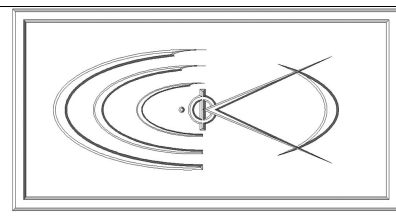


Il ponte si sviluppa su tre campate, le spalle sono in muratura (riempite di terreno), le pile (“colonne”) in alveo sono pareti in calcestruzzo armato spesse 60cm e lunghe circa quanto tutta la sezione trasversale dell'impalcato, gli impalcati sulle due campate laterali sono in calcestruzzo armato collegati rigidamente alle pile e in semplice appoggio alle spalle; essi proseguono a sbalzo, oltre le pile, sulla campata centrale in modo da ridurre la luce libera di inflessione dell'impalcato centrale il quale, sempre in calcestruzzo armato, appoggia su mensole ricavate sull'estremità degli impalcati laterali (selle Gerber). Gli impalcati sono del tipo gettato in opera e sono formati da una soletta spessa 15-20cm sostenuta da quattro nervature longitudinali (travi portanti) e da nervature trasversali (travi ripartitrici).

Le spalle sono realizzate in muratura listata in mattoni pieni e blocchi squadrati di pietra e i muri di parapetto sono in mattoni pieni spessi 45cm circa.

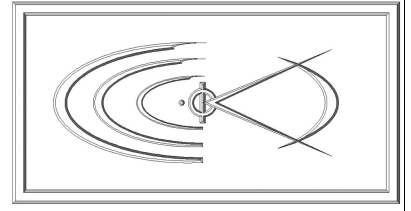




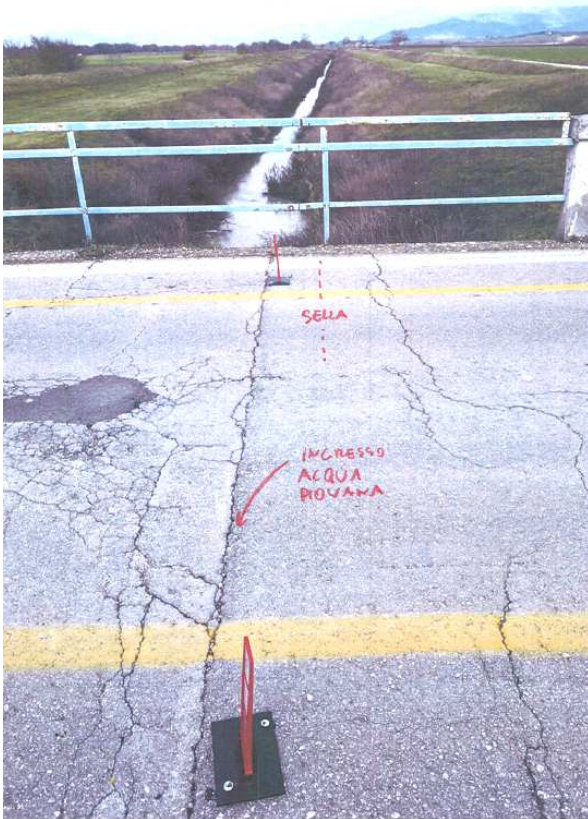


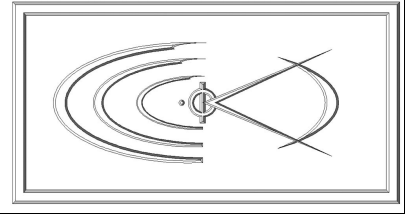
La spalla lato Foiano alcuni anni fa aveva presentato problemi statici ed era stata già oggetto di un intervento di consolidamento mentre la spalla lato Castiglion F.no appariva in buone condizioni. Nel corso degli ultimi anni (2022-2023) anche la spalla lato Castiglion F.no ha iniziato a subire un marcato abbassamento fondale soprattutto la parete che guarda verso Foiano della Chiana. La parete è fortemente lesionata e presenta segni di ribaltamento e “spanciamento”. Le lesioni appaiono generate da un abbassamento del terreno che costituisce l'argine. Non è escluso che eventuali spinte dovute al passaggio dei veicoli ed alla spinta dell'acqua abbiano contribuito all'innesco del meccanismo di collasso. La parete laterale contrapposta presenta invece lesioni molto più ridotte e trascurabili. I drenaggi esistenti sulle murature della spalla risultano non efficaci in quanto ostruiti da radici o richiusi. Una delle travate dell'impalcato, inoltre, appoggia sulla spalla a cavallo della lesione ed è oggetto di danni superficiali e aggressione delle acque piovane provenienti dalla lesione stessa.





Sulle travate laterali e sull'impalcato, in corrispondenza dei giunti, si evidenziano segni di degrado superficiale legati al dilavamento dovuto alle acque meteoriche provenienti dai giunti.



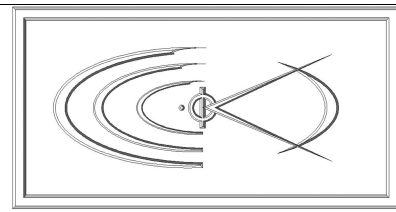


Per quanto riguarda le selle Gerber, punto di fragilità dell'impalcato, non è possibile determinare lo stato di deterioramento strutturale in quanto non visibili.



Lungo la campata laterale è presente un punto in cui sono evidenti i segni di infiltrazioni d'acqua piovana dovuti ad una scorretta regimazione della stessa che, ristagnando, penetra dietro la scossalina metallica. Anche sulle spalle sono presenti evidenti segni di infiltrazioni d'acqua.





Il ristagno di acqua sulla spalla lato Castiglion F.no ha generato locali deterioramenti del cls.

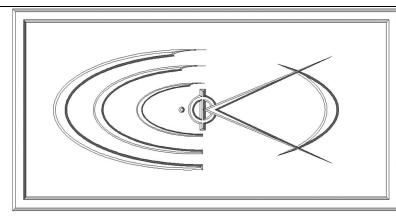
## **2.2 Individuazione delle problematiche relative alla SPALLA**

La problematica rilevata in corrispondenza della spalla lato Castiglion F.no è la medesima della spalla lato Foiano ossia gli eccessivi movimenti cui è soggetto l'argine in terra soprattutto sulle zone laterali ed in particolare su quelle lato Foiano.

Per quanto riguarda la spalla lato Castiglion F.no, avendola tenuta sotto osservazione per molti anni (dal 2017 al 2024) si è potuto determinare che il terreno dell'argine è soggetto ad alterazioni volumetriche estremamente elevate e dovute al contenuto di acqua nello stesso e nel sottosuolo.

Di seguito si riportano due foto a susseguirsi nel tempo, la prima del 2018 e la seconda 2022:





Dal confronto delle due foto appare evidente come nel 2018 il problema fosse addirittura l'opposto di quello del 2022 ossia il terreno era soggetto ad un rigonfiamento verso l'alto (lesione a taglio dal basso a destra verso alto a sinistra) mentre nel 2024 la lesione si è invertita (lesione a taglio dal basso a sinistra verso alto a destra). Tale aspetto sarebbe stato di impossibile lettura osservando solo lo stato rilevato nel 2024 dove ancora si legge la prima lesione del 2018 che forma una "X" con quella del 2024 rendendo di fatto l'interpretazione estremamente complessa. Proprio per la presenza di quella lesione, nel 2019, fu ritenuto non urgente operare il consolidamento anche della spalla lato Castiglion F.no.

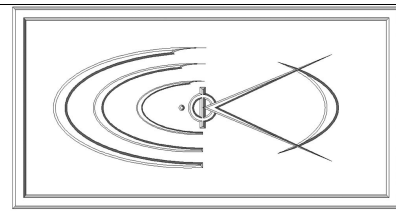
Il problema nasce molto probabilmente dal fatto che la spalla del ponte poggia sulle vecchie fondazioni del vecchio ponte in pietra che, a seguito di bombardamento, fu ricostruito negli anni '50. Il vecchio ponte probabilmente aveva larghezza inferiore e le nuove spalle sono state realizzate in allargamento andando a fondare su terreno meno stabile di quelli al centro (che ad oggi sostiene l'impalcato e che ad oggi non presenta cedimenti).

Assicurato quindi che il problema dei cedimenti non interessa gli impalcati e la sicurezza statica del ponte stesso ma interessa solamente la stabilità delle pareti laterali di retta del terreno interno alle spalle, si è deciso che l'intervento operato sulla spalla lato Foiano fosse adeguato anche per la spalla lato Castiglioni.

Lo scopo dell'intervento risulta quindi quello di fornire un appoggio verticale stabile per il rivestimento in pietra (funzione prevalentemente estetica) ed un adeguato confinamento del terreno a tergo delle spalle (funzione statica).

## **2.3 Individuazione delle problematiche relative all'impalcato**

Si rimanda al progetto dedicato al secondo lotto.



## **2.4 Individuazione degli interventi SPALLA**

Si è deciso che l'intervento più idoneo per la spalla lato Castiglion Fiorentino, sia quello di inserire dei micropali sul perimetro interno della spalla stessa, abbinati ad un setto in cls armato contro le pareti laterali e dotate di una soletta di testa che vada a connettere tra loro tutti i micropali fungendo anche da connessione e vincolo per le pareti laterali; tale struttura andrà a sostituire la funzione statica oggi fornita dalle pareti in mattoni. Al fine di evitare che le pareti in mattoni subiscano nuovi assestamenti con conseguenze prevalentemente estetiche, si è poi previsto un cordolo alla loro base dotato di micropali sui due lati e in semplice appoggio sul terreno nella parte centrale.

## **2.5 Individuazione degli interventi relativi all'intradosso delle campate laterali e PILE**

Si è voluto cogliere l'occasione per operare un ripristino corticale delle zone degradate e l'applicazione di una pitturazione protettiva su tutte le superfici esposte alle intemperie.

Nell'occasione l'intervento di pitturazione e ripristino corticale è stato esteso anche alle due pile.

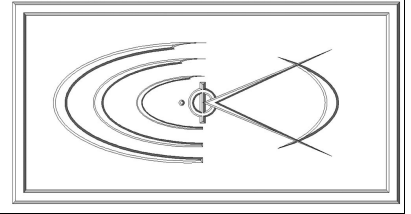
Il livello di conoscenza raggiunto in fase di indagine in loco è quello massimo pari a LC1 (vedi §8.5.4 - §C8.5.4 NTC/2018) anche se il contributo della muratura della spalla è stato poi cautelativamente trascurato affidando tutto alla nuova paratia di micropali.

Tale intervento non altera lo schema statico e sismico del manufatto e non aumenta masse o carichi in fondazione per cui può essere inquadrato come “Intervento Locale” (§8.4.1 delle NTC'18).

## **2.6 Descrizione dettagliata dell'intervento – PRIMO LOTTO**

L'intervento di messa in sicurezza, da volere della committenza, si divide in due lotti ed in questa sede analizzeremo solo il primo lotto:

- consolidamento statico della spalla lato Castiglion Fiorentino attraverso la realizzazione di micropali interni ed esterni alla parete (con relativi cordoli e solette), ripristino delle murature



danneggiate delle spalle (chiusura delle lesioni e riempimento dei vuoti) e realizzazione di micropali esterni alla parete della spalla lato Foiano della Chiana (con relativi cordoli).

- Ripristino corticale e pittura protettiva dei lati laterali esterni delle travate laterali (fanno parte del primo lotto solo le campate laterali del ponte);
- ripristino corticale e pittura protettiva in zone localizzate all'intradosso delle campate laterali del ponte;
- pulizia, messa in opera di tessuto unidirezionale in acciaio galvanizzato e pittura protettiva sulle basi delle quattro travi delle campate laterali del ponte;
- pulizia e pittura protettiva delle superfici delle pile;
- realizzazione di porzione di intonaco armato su muretti laterali insistenti sulle spalle.

### **2.6.1 Fasi delle lavorazioni**

- Scavo del lato interno e del lato esterno delle pareti laterali della spalla lato Castiglion Fiorentino;
- realizzazione di 4 palificate di micropali, due per ogni parete laterale;
- posa in opera di rete elettrosaldata e getto di parete in calcestruzzo armato a ridosso interno della spalla, con contestuale messa a piombo delle pareti laterali della spalla attraverso contrasto con nuova parete in c.a.;
- realizzazione del cordolo testapalo in calcestruzzo armato delle palificate esterne alla parete della spalla;
- realizzazione di soletta in calcestruzzo armato nel lato interno delle pareti delle spalle;
- scavo del lato esterno delle pareti laterali della spalla lato Foiano della Chiana;
- realizzazione di 2 palificate di micropali, una per ogni parete laterale;
- consolidamento delle pareti delle spalle in muratura mediante sigillatura delle lesioni;
- realizzazione del cordolo testapalo in calcestruzzo armato della palificate esterne alla parete della spalla;
- realizzazione di soletta in calcestruzzo armato e pacchetto stradale relativamente alla spalla lato Castiglion Fiorentino;
- ripristino corticale e pittura protettiva dei lati laterali esterni delle travate laterali (fanno parte del primo lotto solo le campate laterali del ponte);

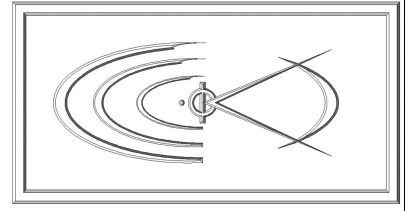
**STUDIO TECNICO CAPPELLETTI**

**Professionisti Associati**

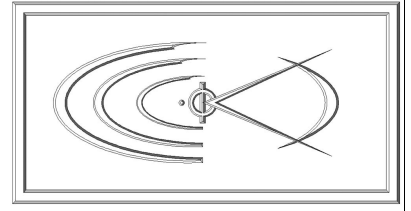
Arch. Giulio Cappelletti – Arch. Lorenzo Cappelletti – Ing. Nicola Cappelletti

Via Adua, 60 - 52043 Castiglion Fiorentino (AR)

Tel: 0575-657108 – Fax: 0575-1710180 – email: info@cappellettiassociati.it



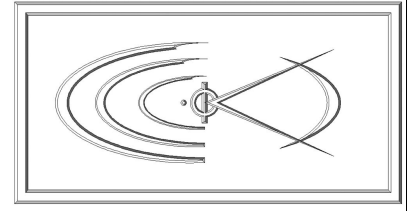
- ripristino corticale e pittura protettiva in zone localizzate all'intradosso delle campate laterali del ponte;
- pulizia, messa in opera di tessuto unidirezionale in acciaio galvanizzato e pittura protettiva sulle basi delle quattro travi delle campate laterali del ponte;
- pulizia e pittura protettiva delle superfici delle pile;
- realizzazione di porzione di intonaco armato su muretti laterali insistenti sulle spalle.



### **3 RELAZIONE IDRAULICA**

L'intervento è volto al mantenimento delle attuali geometrie e caratteristiche estetiche del ponticello (ad eccezione di un piccolo allargamento di carreggiata ottenuto incrementando di alcuni centimetri lo sbalzo e volto unicamente all'inserimento di barriere stradali a norma in luogo delle attuali ringhiere) e si inquadra come intervento locale all'interno del quale tutte le strutture esistenti verranno consolidate e mantenute con funzione strutturale.

La sezione idraulica rimarrà inalterata in ogni sua parte.



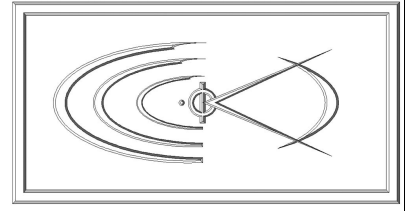
## 4 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DEL SITO

L'opera oggetto di progettazione strutturale ricade nel territorio comunale di **Foiano della Chiana** ed in quello di **Castiglion Fiorentino** ed entrambi ricadono nella **zona sismica II**.

Le indagini effettuate permettono di classificare il profilo stratigrafico di **Categoria C** (Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 180m/s e 360m/s (ovvero  $15 < N_{SPT,30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < C_{u,30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina).).

Il sito può essere considerato di **Categoria topografica T1** (superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ ).

Per ulteriori dettagli si rimanda alle relazioni geologica.



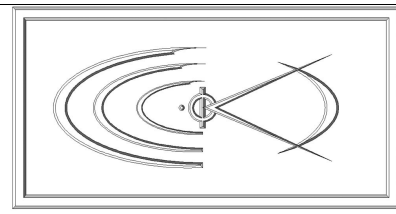
## **5      NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Il calcolo degli elementi strutturali di nuova progettazione o oggetto di modifica (solette integrative, allargamento sbalzi, nuovi guard-rail, nuovi micropali) 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 e successive modifiche.
- UNI EN 206-1 - Calcestruzzo. Specificazioni, prestazioni, produzione e conformità.
- UNI EN 1998-1 – Azioni sismiche e regole sulle costruzioni.



## 6 AZIONI SULLA COSTRUZIONE

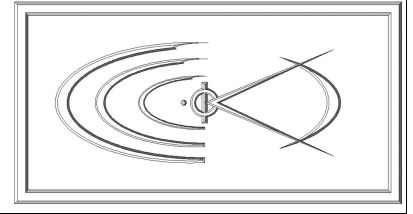
Le norme precisano che la sicurezza e le prestazioni di una struttura o di una parte di essa devono essere valutate in relazione all'insieme degli stati limite che verosimilmente si possono verificare durante la vita normale. Prescrivono inoltre che debba essere assicurata una robustezza nei confronti 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 (**SLD**) causato da azioni sismiche con opportuni periodi di ritorno definiti di concerto al committente ed alle norme vigenti per le costruzioni in zona sismica.

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.

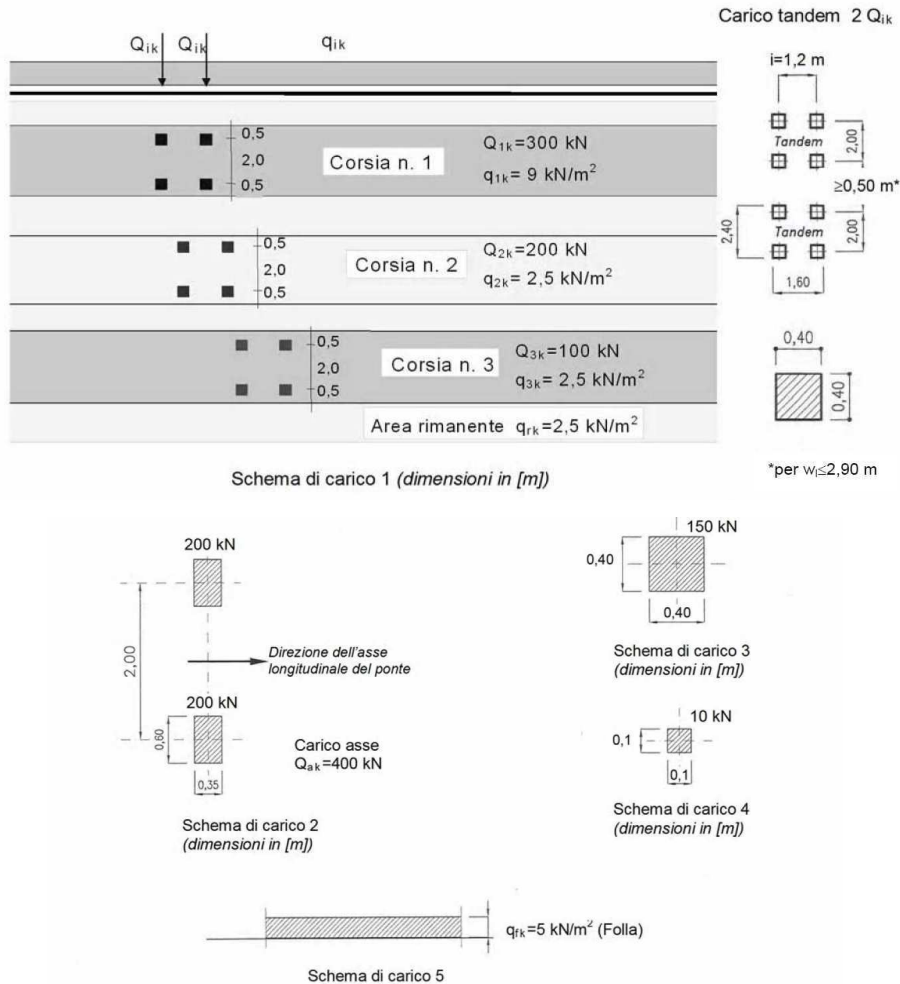


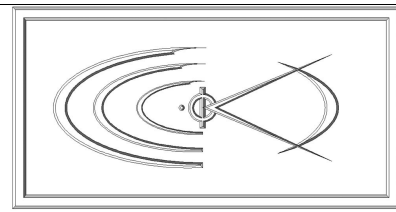
## 7 AZIONI SULLA COSTRUZIONE

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

L'intervento di consolidamento è stato calcolato ai sensi della normativa in vigore (NTC2018) ed assumendo cautelativamente carichi per ponti di 1<sup>a</sup> categoria.

Le azioni assunte in verifica per i **sovraccarichi** sono quelle associate alla destinazione d'uso ed alla categoria del ponte:



**Tabella 5.1.II - Intensità dei carichi  $Q_{ik}$  e  $q_{ik}$  per le diverse corsie**

Posizione	Carico asse $Q_{ik}$ [kN]	$q_{ik}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
Corsia Numero 1	300	9,00
Corsia Numero 2	200	2,50
Corsia Numero 3	100	2,50
Altre corsie	0,00	2,50

Le azioni assunte in verifica per i pesi propri sono quelli determinati in modo esatto dal programma di calcolo in base alle sezioni degli elementi strutturali ed ai pesi specifici dei materiali.

## 7.2 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)

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

- **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)

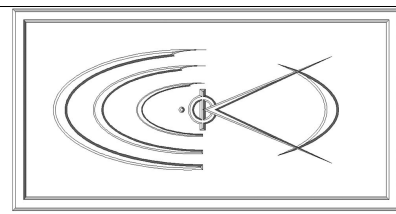
$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.5]$$

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

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

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} \cdot Q_{kj} \quad [2.5.7]$$



Nelle combinazioni per SLE, si intende che vengono omissi 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”.

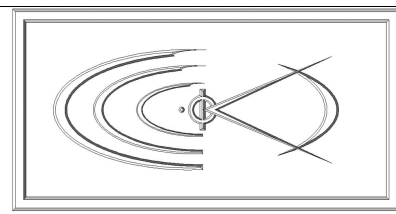
Le combinazioni di carico da considerare ai fini delle verifiche devono essere stabilite in modo da garantire la sicurezza in conformità a quanto prescritto al Cap.2. Ai fini della determinazione dei valori caratteristici delle azioni dovute al traffico, si dovranno considerare, generalmente, le combinazioni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

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

Gruppo di azioni	Carichi sulla carreggiata				Carichi su marciapiedi e piste ciclabili	
	Carichi verticali			Carichi orizzontali		Carichi verticali
	Modello principale (Schemi di carico 1, 2, 3, 4, 6)	Veicoli speciali	Folla (Schema di carico 5)	Frenatura $q_3$	Forza centrifuga $q_4$	Carico uniformemente distribuito
1	Valore caratteristico					Schema di carico 5 con valore di combinazione $2,5 \text{ kN/m}^2$
2 a	Valore frequente			Valore caratteristico		
2 b	Valore frequente				Valore caratteristico	
3 (*)						Schema di carico 5 con valore caratteristico $5,0 \text{ kN/m}^2$
4 (**)			Schema di carico 5 con valore caratteristico $5,0 \text{ kN/m}^2$			Schema di carico 5 con valore caratteristico $5,0 \text{ kN/m}^2$
5 (***)	Da definirsi per il singolo progetto	Valore caratteristico o nominale				

(\*) Ponti di 3<sup>a</sup> categoria  
 (\*\*) 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;

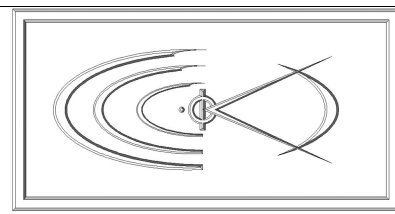
$\gamma_{G2}$  coefficiente parziale dei pesi propri degli elementi non strutturali;

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

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

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

		Coefficiente	EQU <sup>(1)</sup>	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Carichi permanenti non strutturali <sup>(2)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{e1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 <sup>(3)</sup>	1,00 <sup>(4)</sup>	1,00
Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{e2}, \gamma_{e3}, \gamma_{e4}$	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 di GEO. <sup>(2)</sup> Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti 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					



I valori dei coefficienti  $\psi_{0j}$ ,  $\psi_{1j}$  e  $\psi_{2j}$  per le diverse categorie di azioni sono riportati nella 5.1.VI.

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

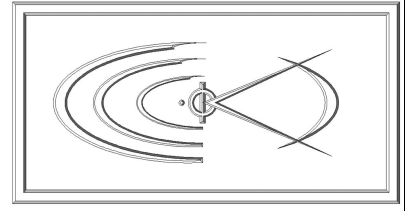
<i>Azioni</i>	<i>Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)</i>	<i>Coefficiente <math>\psi_0</math> di combinazione</i>	<i>Coefficiente <math>\psi_1</math> (valori frequenti)</i>	<i>Coefficiente <math>\psi_2</math> (valori quasi permanenti)</i>
<i>Azioni da traffico (Tabella 5.1.IV)</i>	Schema 1 (Carichi tandem)	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
<i>Vento <math>q_5</math></i>	Vento a ponte scarico			
	SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	Esecuzione	0,8	----	0,0
	Vento a ponte carico	0,6		
<i>Neve <math>q_5</math></i>	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	esecuzione	0,8	0,6	0,5
<i>Temperatura</i>	$T_k$	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.

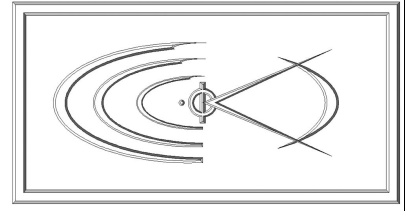
La protezione contro l'eccessivo degrado deve essere ottenuta attraverso un'opportuna scelta dei dettagli, dei materiali e delle dimensioni strutturali, con l'eventuale applicazione di sostanze o ricoprimenti protettivi, nonché con l'adozione di altre misure di protezione attiva o passiva.

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



### **7.3 Azione del vento, della neve e della temperatura**

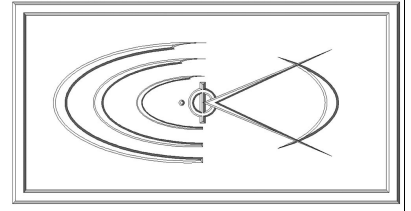
Le azioni del vento, della neve e della temperatura in questo caso specifico sono assolutamente trascurabili rispetto alle altre (traffico, urti).



## **8 MODELLI DI CALCOLO**

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

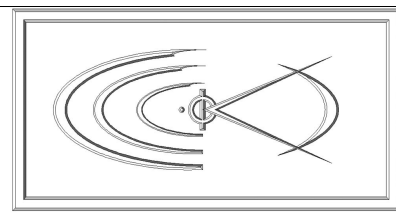
- analisi elastica lineare per il calcolo delle sollecitazioni derivanti da carichi statici;
- verifiche sezionali agli s.l.u. per le sezioni in c.a. utilizzando il legame parabola rettangolo per il calcestruzzo ed il legame elastoplastico incrudente a duttilità limitata per l'acciaio.



## **9 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



## 10 DURABILITÀ

Per garantire la durabilità della struttura sono stati presi in considerazione 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.

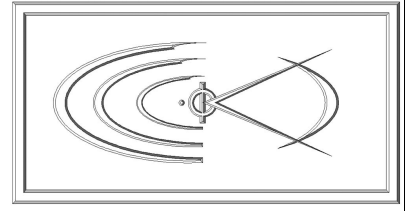
**STUDIO TECNICO CAPPELLETTI**

**Professionisti Associati**

Arch. Giulio Cappelletti – Arch. Lorenzo Cappelletti – Ing. Nicola Cappelletti

Via Adua, 60 - 52043 Castiglion Fiorentino (AR)

Tel: 0575-657108 – Fax: 0575-1710180 – email: info@cappellettiassociati.it



## 11 MANUTENZIONE

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