COMUNE DI AREZZO

UFFICIO MOBILITA'

RUP DOTT. ING. ROBERTO BERNARDINI

PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA E PIANO PARTICELLARE DI ESPROPRIO DEFINITIVO

PISTA CICLABILE DI COLLEGAMENTO TRA CECILIANO E LA ROTATORIA POSTA ALL'INTERSEZIONE TRA LA SP1 SETTEPONTI E LA TANGENZIALE URBANA.

PNRR, Missione 5-comp.2-investimento 2.1

- Relazione tecnica strutturale Ponte ciclabile

RTP - Massimiliano Baquè Architetto – Area Engineering S.r.l.– GHEA Engineering & Consulting S.r.l.

Sommario

1. PREMESSA 3
2. DESCRIZIONE STRUTTURE ESISTENTI 4
3. MODELLO GEOLOGICO-TECNICO 6
4. SISMICITA' DELL'AREA 7
5. DESCRIZIONE INTERVENTO 11
6. NORMATIVA DI RIFERIMENTO 12

1. PREMESSA

La presente Relazione tecnica strutturale viene redatta a supporto del progetto di Fattibilità Tecnico-Economica per una pista ciclabile di collegamento tra la frazione di Ceciliano, posta a Nord della città di Arezzo, ed il nodo infrastrutturale della intersezione in rotatoria tra la Strada Provinciale 1 Setteponti e la tangenziale urbana della città di Arezzo medesima.

Il progetto di fattibilità tecnico economica funge da primo livello delle operazioni di progettazione negli approfondimenti previsti dal Codice Unico degli Appalti D.Lgs. 50/2016 e successive modificazioni.

Il progetto della pista ciclabile è parte di un più ampio progetto di "Rigenerazione urbana", promosso dal Comune di Arezzo e finanziato tramite i fondi PNRR (Missione 5 – Componente 2 – Investimento 2.1).

In particolare, la presente relazione è relativa all'intervento di realizzazione di un nuovo ponte ciclabile per l'attraversamento del torrente Gavardello lungo il percorso della pista ciclabile che corre parallelamente a via Turati.

Figura 1: ubicazione ponte ciclabile

2. DESCRIZIONE STRUTTURE ESISTENTI

Attualmente è presente un ponte in cemento armato costituito da un impalcato di larghezza pari a circa 4.30 m e lunghezza pari a circa 15.50 m.

L'impalcato appoggi sulle due spalle terminali e su due telai in calcestruzzo intermedi. I parapetti sono in metallo.

Le strutture presentano evidenti segni di degrado e non sono sicuramente idonee ai nuovi carichi di progetto con i livelli di sicurezza delle attuali norme tecniche (NTC2018). Si prevede quindi la totale demolizione delle opere e il rifacimento delle stesse, eliminando gli appoggi intermedi al fine di eliminare le interferenze tra fondazioni e alveo del torrente al fine di escludere eventuali futuri problemi di scalzamento delle fondazioni stesse a seguito di eventuali erosioni in concomitanza di ondate di piena.

3. MODELLO GEOLOGICO-TECNICO

In base alla relazione geologica del dott. Luca Pagliazzi è possibile definire, in questa fase della progettazione, un modello geologico-tecnico, finalizzato alla caratterizzazione litostratigrafica dei terreni presenti in corrispondenza del tracciato e delle opere in progetto.

Il tracciato e l'attraversamento del Torrente Gavardello in progetto si sviluppano in corrispondenza di depositi villafranchiani costituiti da limi sabbioso argillosi di piana (bacino) intramontano e sabbie limoso argillose; tali depositi poggiano sul substrato inizialmente alterato costituito da brecce e conglomerati in matrice limoso-sabbiosa, inferiormente da arenarie.

Dal punto di vista litotecnico, i depositi superficiali sono costituiti da materiali granulari incoerenti, sciolti o poco addensati a granulometria prevalentemente fine, derivanti dalla deposizione di chiusura del ciclo lacustre, le cui caratteristiche tecniche variano moltissimo con il variare della frazione argillosa e della presenza di acqua.

Le opere necessarie per l'attraversamento dovranno essere supportate, in fase di progettazione definitiva ed esecutiva, da una adeguata campagna di indagini geognostiche sui lati del corso d'acqua, costituita da almeno due sondaggi geognostici a carotaggio continuo, uno per sponda, con prelievo di campioni indisturbati ed analisi e prove geotecniche di laboratorio, nonché un'adeguata indagine geofisica, finalizzate alla definizione puntuale delle caratteristiche geotecniche e sismiche dei terreni presenti, di un Modello geotecnico di sottosuolo e dei valori dei parametri geotecnici caratteristici.

4. SISMICITA' DELL'AREA

Per l'individuazione della fascia di pericolosità per la zona sismica in esame si effettua il calcolo del parametro a_g di riferimento, con l'ausilio del foglio di calcolo Spettri-NTC ver.1.0.3 rilasciato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. In particolare, per il sito in esame (coordinate geografiche WGS84 Lat. 43.482585° e Long. 11.869846°) si ha a_g (TR=475 anni) = 0.161g.
Il sito ricade in zona di classificazione sismica - Zona 2 ai sensi della Del. GRT n° 421 del 26.05.2014.
Si determina inizialmente l'azione sismica da considerare per la verifica secondo il D.M. 17.01.2018.
Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.
La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa ag in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A quale definita al § 3.2.2), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente e Se(T), con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR, come definite nel § 3.2.1, nel periodo di riferimento VR, come definito nel § 2.4.
Ai fini della presente normativa le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

ag accelerazione orizzontale massima al sito;
F0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.
TC* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per poter determinare il periodo di riferimento occorre preliminarmente individuare le seguenti caratteristiche della costruzione:

- Vita nominale
- Classe d'uso
- Periodo di riferimento per l'azione sismica

<u>Vita nominale</u>

La vita nominale di un'opera strutturale VN è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella Tab. 2.4.I e deve essere precisata nei documenti di progetto.

<u>Classi d'uso</u>

Per la struttura in esame, si considera quindi:

- vita nominale VN = 50 anni;
- classe d'uso Classe II;

- coefficiente d'uso CU = 1;
- periodo di riferimento azione sismica VR=VN CU=50

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli Stati limite di esercizio (SLE) comprendono:
- Stato Limite di Operatività (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti in relazione alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- Stato Limite di Danno (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.
Gli Stati limite ultimi (SLU) comprendono:
- Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC): a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.
Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella successiva tabella:

Stati Limite	PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento VR	
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Si riportano, di seguito, i dati di calcolo per la valutazione degli spettri di risposta elastici per lo stato limite di salvaguardia della vita (SLV).

Tali dati sono stati ricavati utilizzando il software Spettri NTC ver.1.0.3, messo a disposizione dal Consiglio Superiore Dei lavori Pubblici.

I dati in ingresso vengono determinati in riferimento alle coordinate geografiche del sito, espresse in longitudine e latitudine:

WGS84 Lat. 43.482585° e Long. 11.869846°

Valori dei parametri a_g, F_o, T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0.055	2.512	0.261
SLD	50	0.067	2.513	0.273
SLV	475	0.161	2.409	0.294
SLC	975	0.202	2.421	0.303

In via preliminare è possibile attribuire al sito in esame una categoria di sottosuolo “C” e una classe Topografica T1.

Si ottiene quindi il seguente spettro elastico di progetto allo stato limite di salvaguardia della vita.

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato lim SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.161 g
F_o	2.409
T_C^*	0.294 s
S_S	1.467
C_C	1.572
S_T	1.000
q	0.800

Parametri dipendenti

S	1.467
η	1.250
T_B	0.154 s
T_C	0.463 s
T_D	2.244 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$S = S_S \cdot S_T$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)

$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0{,}55;\ \eta = 1/q$ (NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5)

$T_B = T_C / 3$ (NTC-07 Eq. 3.2.8)

$T_C = C_C \cdot T_C^*$ (NTC-07 Eq. 3.2.7)

$T_D = 4{,}0 \cdot a_g / g + 1{,}6$ (NTC-07 Eq. 3.2.9)

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$0 \leq T < T_B$ $\quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o}\left(1 - \frac{T}{T_B}\right)\right]$

$T_B \leq T < T_C$ $\quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$

$T_C \leq T < T_D$ $\quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T}\right)$

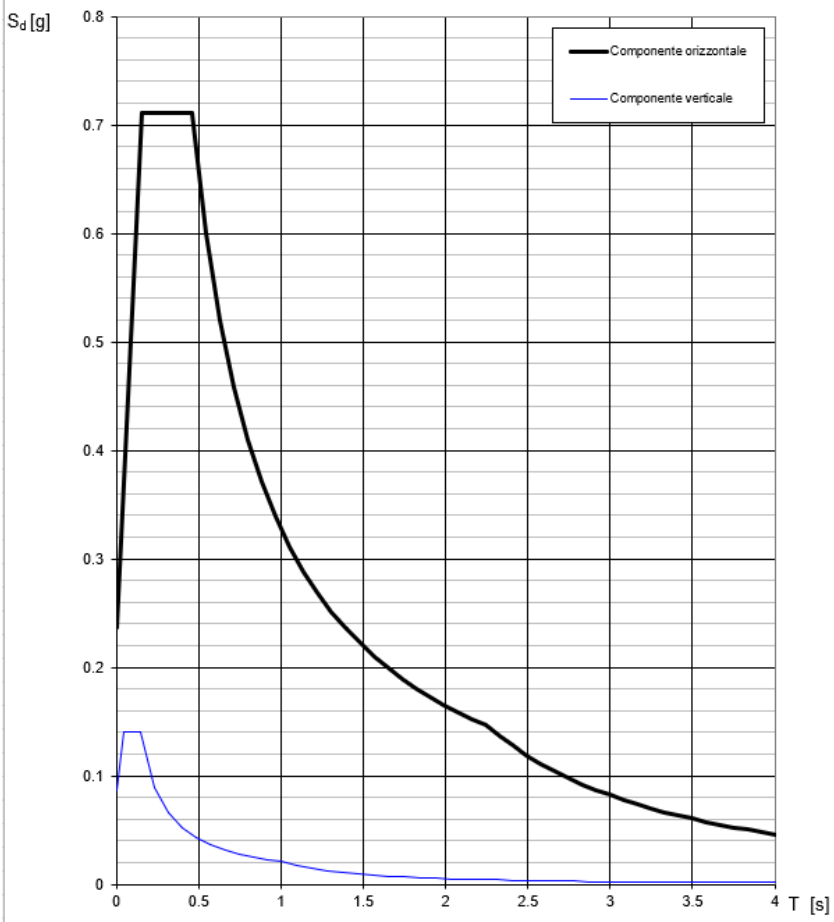
$T_D \leq T$ $\quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2}\right)$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con 1/q, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.236
T_B	0.154	0.711
T_C	0.463	0.711
	0.547	0.601
	0.632	0.520
	0.717	0.459
	0.802	0.410
	0.887	0.371
	0.971	0.339
	1.056	0.311
	1.141	0.288
	1.226	0.268
	1.311	0.251
	1.395	0.236
	1.480	0.222
	1.565	0.210
	1.650	0.199
	1.735	0.190
	1.820	0.181
	1.904	0.173
	1.989	0.165
	2.074	0.159
	2.159	0.152
T_D	2.244	0.147
	2.327	0.136
	2.411	0.127
	2.495	0.119
	2.578	0.111
	2.662	0.104
	2.745	0.098
	2.829	0.092
	2.913	0.087
	2.996	0.082
	3.080	0.078
	3.164	0.074
	3.247	0.070
	3.331	0.067
	3.415	0.063
	3.498	0.060
	3.582	0.058
	3.665	0.055
	3.749	0.052
	3.833	0.050
	3.916	0.048
	4.000	0.046

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV



5. DESCRIZIONE INTERVENTO

L'opera in progetto sarà costituita da un impalcato realizzato con 6 travi in acciaio HEA600, poste ad interasse indicativo di 78 cm, inglobate in un getto di calcestruzzo, fino ad un'altezza di 10 cm al di sopra dell'estradosso delle travi stesse. Inferiormente, tra le travi in acciaio, il getto viene confinato mediante lastre tralicciate, tipo Predalles, appoggiate sulle ali inferiori dei profili. Le travi metalliche sono collegate tra di loro, trasversalmente, da barre in acciaio, che attraversano le anime delle travi, disposte su due file ad interasse di 80 cm. Nella parte di calcestruzzo sopra le travi, di spessore pari a 10 cm, si dispone una doppia rete elettrosaldata ϕ8/20x20.

Lo spessore complessivo dell'impalcato sarà pari a 69 cm. Lateralmente sono previsti due cordoli di altezza 30 cm e spessore 15 cm, a sostegno del parapetto. La larghezza netta della sede stradale sarà pari a 4.00 m. L'impalcato avrà larghezza totale di 4.30 m e luce pari a 15.50 m.

La sottostruttura di sostegno dell'impalcato è realizzata mediante una trave a sella per ogni lato, che alloggia i dispositivi di appoggio in gomma e i ritegni sismici. Questa è sostenuta da 3 pali di fondazione in c.a. aventi diametro di 60 cm posti ad interasse pari a 1.50 m.

6. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il Progetto sarà redatto, nel rispetto delle seguenti normative:

- D.M. Min. Infrastrutture 17/01/2018 “Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni” di seguito denominata brevemente [NTC’18]
- Circolare Esplicativa n. 7 del 21/01/2019 del C.S.LL.PP. di seguito denominata brevemente [CIrc.NTC]