

PROGETTO DEFINITIVO

- DECRETO LEGISLATIVO 18 APRILE 2016 N. 50 -
- Articolo 23 - Comma 7 -

PROVINCIA DI NUORO

▫ Zona Omogenea dell'Ogliastra ▫

**STUDIO TECNICO
V.G. PIRODDI
INGEGNERE**

VICO I SCALETTE UMBERTO I, 8
08044 - JERZU - NU

E-MAIL: vittoria.piroddi@yahoo.it
PEC: vittoriagiovanna.piroddi@ingpec.eu

C.F. PRDVTR86D63E441L
P.I. 01418070916

PROGETTO:

LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SULLA SP 27 AL KM. 7+650
- OOP.204 - SP 27 PONTEAL KM 7+650 - COD. RAS VL_LLP_195

ALLEGATO
Relazione di Calcolo
Strutture Esistenti e loro Carenze



DATA

Maggio 2020

COMMITTENTE

Amministrazione Provinciale

PROGETTISTA

Dr. Ing. Vittoria G. Piroddi

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURE ESISTENTI E CARENZE

PREMESSA

La presente relazione illustra e definisce le opere di carattere strutturale e consolidativo previste nell'intervento denominato:

“Lavori di Messa in Sicurezza del Ponte sulla SP 27 al km 7+650 – OOP.204 – SP 27 Ponte al km 7+650 – Cod. Ras: VL_LL_P_195”.

CARENZE STRUTTURE ESISTENTI

Il Ponte di Sotahi si presenta come un ponte in sufficienti condizioni strutturali comunque necessitato di interventi manutentivi di tipo straordinario.

Il Ponte di Sotahi presenta due distinte tipologie costruttive, l'impianto originario è un ponte ad arco in pietra mentre il successivo ampliamento presenta travi in c.a. e spalle in muratura in pietra.

Le fondazioni dirette sono su roccia salda e compatta.

Le carenze strutturali del ponte di Sothai sono le seguenti:

- Impianto Ponte Originario: deterioramento dei paramenti a vista in pietra a causa dall'umidità, trattandosi di un ambiente fluviale di tipo *aggressivo*.
- Impianto Ponte in C.A. in Ampliamento: Travi in c.a. con ferri di armatura in vista.
- Spalle: Scalzamento fondazioni spalla in destra idraulica lato monte ed in sinistra idraulica lato di valle.

CARENZE STRUTTURE ESISTEINTERVENTI PROGETTUALI

Gli interventi progettuali non determinano una variazione dei carichi originari gravanti sulla struttura.

Nello specifico le opere di carattere strutturale - consolidativo previste in progetto sono le seguenti:

A) Interventi su spalle in Dx e Sx.

Trattasi del consolidamento della fondazione delle due spalle mediante getto in cls, con caratteristiche adatte al sito di esposizione, armato con n. 5 ferri $\varnothing 12$ mm a mq., inghisati alla roccia salda oltre a ferri di ripartizione $\varnothing 10$ mm. Sono altresì previste piccole demolizioni di base.

B) Interventi su ponte in ampliamento in c.a.:

Per il ponte in c.a. in ampliamento si prevedono le seguenti lavorazioni progettuali. ① Demolizione intonaco ammalorato. ② Risanamento dei ferri di armatura. ③ Ripristino con getto in cls fibrorinforzato. ④ Rinforzo strutturale con sistema composito costituito da tessuto unidirezionale in fibra di acciaio galvanizzato formato da microtrefoli.

C) Interventi su ponte originario ad arco:

Per il ponte originario ad arco si prevede il consolidamento della muratura in pietra dell'intradosso, delle spalle e del prospetto interno al 100% e quello del prospetto esterno di valle per una percentuale del 40% in quanto risulta essere in migliori condizioni.

La presente relazione sarà pertanto articolata in due distinti paragrafi: interventi sul ponte in pietra e sulle spalle e interventi sul ponte in c.a.

CONSIDERAZIONI GENERALI

Il Ponte di Sothai è attualmente in uso ed è sollecitato da un carico stradale di I categoria. Il Ponte di Sothai è ubicato lungo la viabilità SP 27 collegante l'abitato di Villagrande con quello Tortoli e con la S.S. 389.

Sul Ponte di Sothai pertanto viene a gravare il carico *gommato* pesante diretto verso il porto di Arbatax e quello che dal porto di Olbia giunge in Ogliastra.

Altresì la SP 27 è la strada più densamente trafficata della Provincia Ogliastra.

Poiché il Ponte è attualmente in uso ne discerne che il suo coefficiente di sicurezza è necessariamente maggiore di 1, in alternativa il ponte sarebbe crollato.

Per cui premettendo quanto sopra detto sono state eseguite le seguenti calcolazioni e sono state sviluppate le seguenti considerazioni in merito agli interventi progettuali meglio sopra illustrati.

CALCOLO ARMATURE DI ANCORAGGIO SU SOTTOFONDAZIONE

L'intervento progettuale prevede il ripristino di due sottofondazioni afferenti la spalla del ponte lato monte in destra idraulica e quella lato valle in sinistra idraulica.

Il ripristino è con getto di cls inghisato direttamente sul sub - strato roccioso compatto.

Previe demolizioni mirate della roccia in posto si procederà con l'esecuzione del getto in cls.

Si procederà quindi con l'inghisaggio dei ferri di ancoraggio occorrenti, determinati secondo apposito calcolo a Taglio.

La relazione di calcolo idraulica effettuata, con software di modellazione Hec Ras 5.07, fornisce lo sforzo di trascinamento esercitato dalla corrente.

Si è considerata l'azione di trascinamento ottenuta per un tempo di ritorno (T_r) di 200 anni, ovvero per il tempo di ritorno imposto dalla normativa per il dimensionamento delle opere idrauliche quali ponti.

Tale sforzo è pari a: **Tau =137 kg/mq.**

Considerando l'area prospettica delle sottofondazioni (di cui alle apposite tavole grafiche) si ha lo sforzo S_d .

- Spalla dx. area prospettica mq. 18.02;
- Spalla sx area prospettica mq. 7.15.

L'Azione di Taglio S_d vale:

$$S_d=T= 137 \cdot 18.02 = 2469 \text{ kg (spalla dx)}$$

$$S_d=T= 137 \cdot 7.15 = 980 \text{ kg (spalla sx)}$$

Affidiamo la resistenza al taglio sollecitante alle sole armature in acciaio direttamente inghisate sul sub-strato roccioso ed appositamente disposte entro il getto di cls.

Il Taglio resistente delle nuove armature è pari a:

$$T_{rd} = f_{yk} \cdot A_t \cdot X / \gamma_f$$

Essendo:

- f_{yk} = tensione di snervamento dell'acciaio B450C;
- A_t = area totale del ferro impiegato a ml. di muro (n.5 barre \varnothing mm.10 a mq.);
- X = fattore di taglio;
- γ_f = coefficiente di sicurezza dell'acciaio.

Fyk (Kg/cmq)	At (cmq)	X	γ_f
4588	3.085 (ovvero 5*0.617)	0.577	1.15

$$T_{rd} = f_{yk} \cdot A_t \cdot \frac{X}{\gamma_f} = 4588 \cdot 3.085 \cdot 0.577 / 1.15 = 7102 \text{ Kg}$$

Per valutare la sicurezza confrontiamo il dato sopra riportato T_{rd} con il valore S_d , ottenendo il relativo coefficiente di sicurezza come in appresso:

$$\text{Coff Sic} = T_{rd} / S_d = 7102/2469 = 2.88 > 1.10 \text{ (spalla dx)}$$

$$\text{Coff Sic} = T_{rd} / S_d = 7102/980 = 7.25 > 1.10 \text{ (spalla sx)}$$

Altresì, dalle tabelle commerciali degli ancoranti chimici si desume il carico massimo ammissibile a taglio per ogni singola armatura, che nella fattispecie per una barra \varnothing mm.10 vale:

$T_{adm} = \text{kg. } 1050$

Tale azione di taglio dovrà essere raffrontata con il taglio sollecitante sulla singola armatura che vale:

$T_{soll.} = S_d / (\text{n}^\circ \text{ barre } \varnothing \text{ mm.}10) = 2469/5 = \text{kg. } 494 \text{ (spalla dx)}$

$T_{soll.} = S_d / (\text{n}^\circ \text{ barre } \varnothing \text{ mm.}10) = 980/5 = \text{kg. } 196 \text{ (spalla sx)}$

Si ottiene quindi il relativo coefficiente di sicurezza come in appresso:

$\text{Coff Sic} = T_{adm} / T_{soll} = 1050/494 = 2.13 > 1.10 \text{ (spalla dx)}$

$\text{Coff Sic} = T_{adm} / T_{soll} = 1050/196 = 5.36 > 1.10 \text{ (spalla sx)}$

Poiché la forma del blocco di cls inghisato non è regolare, la sua superficie non è perfettamente complanare e viste le caratteristiche climatiche dell'ambiente (trattasi di ambiente fluviale) si è deciso di armare il blocco di sottofondazione con n.4 barre di inghisaggio $\varnothing 12 \text{ mm}$ a mq.

Le armature inghisate avranno un ancoraggio entro roccia di 35 cm.

CONSOLIDAMENTO MURATURA

Il consolidamento della muratura in pietra avverrà mediante le seguenti lavorazioni:

- preparazione del supporto;
- primerizzazione dei giunti;
- stilatura dei giunti.

Qualora in fase realizzativa si vedessero delle lesioni si prevederà alla colmature delle stesse con iniezioni di boiaccia fluida additivata.

Questi accorgimenti daranno un contributo aggiuntivo in termini di resistenza alla struttura in pietra del ponte originario.

RISANAMENTO DEI FERRI DI ARMATURA PONTE C.A.

Il più grande svantaggio del cls è la limitata resistenza a trazione.

L'accoppiamento del cls con barre di ferro permetterà di realizzare il cosiddetto cls armato.

I ferri di armatura sono soggetti nel tempo ad attacchi chimici che innescano fenomeni di corrosione.

Per proteggere i ferri, che hanno un notevole fine strutturale, è necessario garantire la presenza di un copriferro adeguato per limitare il contatto con l'ambiente esterno.

Il risanamento dei ferri d'armatura ed il ripristino del copriferro eviteranno che i ferri possano subire una riduzione della loro sezione resistente.

Questi accorgimenti daranno un contributo aggiuntivo in termini di resistenza alla struttura in c.a. del ponte in ampliamento.

RINFORZO STRUTTURALE PONTE C.A.

La presenza del rinforzo strutturale darà un contributo positivo, in termini di resistenza a flessione ed a taglio, alle travi del ponte in c.a.

Si riportano le caratteristiche del rinforzo.

Numero trefoli/cm	3,15
Grammatura del nastro (g/cm ²)	1200
Spessore equivalente del nastro (mm)	0,168
Resistenza a trazione per unità di lunghezza (kN/cm)	4,21
Resistenza caratteristica del nastro (MPa)	>3000
Modulo di elasticità del nastro (GPa)	>190
Deformazione a rottura del nastro (%)	>1,5

Il sistema matrice-rinforzo strutturale ha un valore della resistenza a trazione limite convenzionale di 841.56 N/mm².

Si ricava quindi il valore della resistenza a trazione limite convenzionale di 0.53 progetto pari a 505 N/mm².

L'area del trefolo vale 0.538 mm² e il n. di trefoli a cm. 3.15 per cui si ottiene considerando una larghezza di 1 m:

$$\begin{aligned}
 T_{rd} &= f_{yk} \cdot b \cdot A_{trefolo} \cdot n \cdot \text{trefoli} = \\
 &= 5050 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 100 \text{ cm} \cdot 0.00538 \text{ cm}^2 \cdot 3.15 \text{ n}^\circ/\text{cm} = 8558 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

Una barra di armatura $\varnothing 12$ mm ha un'area $A_f = 1.13 \text{ cm}^2$ ed un valore di resistenza di 3910 per cui:

$$T_{fi 12} = f_{yk} \cdot A_f = 3910 \cdot 1.13 = 4419 \text{ Kg}$$

Per cui si ottiene che il rinforzo strutturale è equivalente a circa 2 barre $\varnothing 12$ aggiuntive.

$$\frac{T_{rd}}{T_{fi 12}} = \frac{8558}{4419} = 1.93$$