

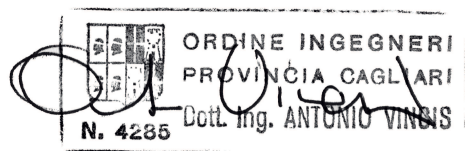
PROVINCIA DEL MEDIO CAMPIDANO

Ponti sul Flumini Mannu di Pabillonis interferenti con la S.P. 63 e S.P. 69

VERIFICA TECNICA PRELIMINARE

Cagliari, 10/06/2016

Il tecnico
dott. Ing. Antonio Vincis



Indice generale

Premessa.....	2
Normativa di riferimento.....	2
Descrizione delle strutture esistenti.....	2
Geometria.....	2
Condizioni di degrado	4
Rilievo sommario delle armature.....	5
Materiali	5
Analisi dei carichi impalcato.....	6
Carichi permanenti stato attuale.....	6
Carichi permanenti presunti all'epoca del progetto.....	7
Carichi variabili stradali.....	8
Progetto simulato.....	8
Tipo di analisi svolte.....	8
Codice di calcolo utilizzato.....	8
Schema statico.....	9
Risultati dell'analisi statica dell'impalcato.....	9
Determinazione delle armature a flessione nelle sezioni di controllo.....	11
Valutazione della sicurezza nella configurazione attuale.....	12
Momenti resistenti nelle sezioni di controllo.....	12
Risultati dell'analisi statica dell'impalcato.....	14
Verifiche	16
Piano delle indagini.....	17
Conclusioni.....	17

Premessa

Il presente studio, su incarico della Provincia del Medio Campidano (convenzione rep. n. 5 del 13/4/16), è relativo alla valutazione di idoneità statica dei due ponti sul Flumini Mannu di Pabillonis interferenti con la S.P. 63 e S.P. 69.

Ai sensi del cap. 8 “Costruzioni esistenti”, la valutazione della sicurezza si rende necessaria a causa del significativo degrado per ossidazione delle armature delle travi, nonché a causa di un probabile significativo aumento dei carichi permanenti portati rispetto ai carichi originari.

Normativa di riferimento

D.M. 14 Gennaio 2008	Nuove norme tecniche per le costruzioni (nel seguito NTC08)
Circolare 2 febbraio 2009	Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche
R.D. 16 Novembre 1939	Norme per la esecuzione delle opere in conglomerato cementizio semplice od armato
Normale 6018 del 9/6/1945	Norme relative ai carichi per il calcolo dei ponti stradali

Descrizione delle strutture esistenti

Geometria

I ponti, realizzati presumibilmente negli anni “50, sono del tipo a travate con configurazione a telaio in C.A. a 3 campate su quattro appoggi costituiti da n° 2 spalle alle estremità e n° 2 pile intermedie. L'impalcato è vincolato alle spalle per mezzo di apparecchi d'appoggio in acciaio; il vincolo con le pile sembrerebbe invece essere di continuità. La campata centrale del ponte sulla S.P. 69 risulta su selle “gerber”, quella del ponte sulla S.P. 63 è invece continua.

Le singole campate hanno luci di calcolo pari a circa 17 m quelle di estremità e di 25 m quelle centrali; la campata centrale del ponte sulla S.P. 69 presenta tuttavia selle Gerber a 3,50 m dalle pile, per cui risulta una campata intermedia isostatica di luce 18 m.

L'impalcato della S.P. 63 è largo 5,50 m oltre a due cordoli laterali da 0,35 m, per un totale di 6,20 m. Quello della S.P. 69 è largo 5,80 m oltre a due cordoli laterali da 0,25 m.

Entrambi gli impalcati sono costituiti da n° 3 travi poste ad interasse $i=2,20$ m aventi sezione

rettangolare ad altezza costante e contro-soletta in corrispondenza delle pile. La larghezza delle travi risulta di circa 50 cm, l'atezza di circa 110 cm al netto della soletta.

Lo spessore complessivo soletta – pavimentazione è di circa 50 cm. In attesa delle effettuazioni delle indagini di cui si dirà nel seguito, si ipotizza ora che la soletta abbia uno spessore strutturale di 25 cm e che pertanto la pavimentazione abbia uno spessore di altri 25 cm.

Le pile sono del tipo a setto di larghezza pari a circa l'impalcato e spessore di circa 90 cm.

L'impalcato è completato da traversi intermedi in C.A.

Tutta l'opera è rivestita con spritz-beton per uno spessore di qualche centimetro, in seguito a un probabile intervento di ristrutturazione effettuato in epoca imprecisata. Tale rivestimento purtroppo maschera il sottostante degrado delle armature.



Condizioni di degrado

I copriferri risultano in più punti saltati, mettendo a nudo condizioni di ossidazione avanzata delle armature. In particolare le staffe sono risultate in diversi punti ormai interrotte e pertanto non più efficaci a contrastare il taglio.

Attraverso i giunti di impalcato e in particolare in corrispondenza delle selle gerber nel ponte sulla S.P. 69 l'acqua piovana viene veicolata alle sottostanti travi causando ammaloramenti che necessitano di indagini specifiche al fine di quantificare il danno.



Rilievo sommario delle armature

Ove libere dai copriferri si è proceduto al rilievo delle armature di intradosso delle travi di bordo delle campate laterali per entrambi i ponti.

Le armature in campata sono risultate in numero di 5 del diametro apparente originario fi 26, ridotto a fi 24 nelle zone più ossidate.

Il rilievo è stato fatto tuttavia in condizioni disagiati, per cui tali dati devono essere intesi come esclusivamente indicativi. Non si esclude inoltre la presenza di un secondo strato di barre all'interno della trave.

Materiali

Allo stato non sono state ancora effettuate indagini sui materiali, per cui si è proceduto ad effettuare una progettazione simulata che ha consentito di ipotizzare un acciaio di tipo semiduro di cui al R.D. 16 Novembre 1939.

Tale acciaio è caratterizzato dai seguenti parametri :

- $f_{tk} \geq 490,50 \text{ N/mm}^2$ (5000 kg/cm²) tensione minima di rottura
- $f_{yk} \geq 264,87 \text{ N/mm}^2$ (2700 kg/cm²) tensione minima di snervamento
- $\sigma_{amm} = 176,6 \text{ N/mm}^2$ (1800 kg/cm²) tensione ammissibile per flessione sezioni a T

Relativamente al calcestruzzo, poichè l'acciaio semiduro era consentito con l'uso di cementi ad alta resistenza, si ipotizza un Rck 25.

Analisi dei carichi impalcato

Carichi permanenti stato attuale

n	elemento	Parti uguali	Largh. [m]	Altezza [m]	Peso unità di volume [kN/mc]	Gk [kN/ml]	γ	Gd [kN/ml]
	Carichi permanenti strutturali							
1	Soletta di impalcato, larghezza media 5,35 m	1	5,35	0,25	25,00	33,44	1,35	45,16
2	Travi	3	0,50	1,10	25,00	41,25	1,35	55,69
	Carichi permanenti portati							
3	Cordoli laterali (dimensioni medie)	2	0,30	0,40	25,00	6,00	1,35	8,10
4	Guard rail	2				0,50	1,35	0,68
5	Pavimentazione (larghezza media 5,65 m)	1	5,65	0,25	22,00	31,07	1,35	41,95
	Sommano kN/ml di impalcato					112,26		151,58

Carichi permanenti presunti all'epoca del progetto

Si ipotizza una pavimentazione di peso pari a 2,00 kN/mq.

Si considerano esclusivamente i carichi caratteristici ai fini di una verifica alle tensioni ammissibili secondo la normativa dell'epoca.

n	elemento	Parti uguali	Largh. [m]	Altezza [m]	Peso unità di volume [kN/mc]	Gk [kN/ml]		
	Carichi permanenti strutturali							
1	Soletta di impalcato, larghezza media 5,35 m	1	5,35	0,25	25,00	33,44		
2	Travi	3	0,50	1,10	25,00	41,25		
	Carichi permanenti portati							
3	Cordoli laterali (dimensioni medie)	2	0,30	0,40	25,00	6,00		
4	Guard rail	2				0,50		
5	Pavimentazione (larghezza media 5,65 m)	1	5,65	0,10	22,00	12,43		
	Sommano kN/ml di impalcato					112,26		

Carichi variabili stradali

Si considerano gli effetti:

- dello schema di carico I di cui alla Normale 6018 del 1945 ossia di una colonna di autocarri da 12t corrispondenti, ai fini del massimo momento e per le luci oggetto di indagine, a un carico uniforme distribuito pari a 21,04 kN/m
- della folla compatta pari a 4 kN/mq ipotizzata agente su due marciapiedi della larghezza di 45 cm.
- dell'incremento dinamico pari per la campata di riva a $16/(40+L) = 0,28$

Il carico da traffico, da disporre nella configurazione più sfavorevole, risulta quindi pari 31,56 kN/ml.

Tali carichi, come uso dell'epoca, si ipotizzano ai fini del progetto simulato ripartiti equamente sulle tre travi.

Progetto simulato

Si è provveduto a effettuare un progetto simulato dell'opera al fine di determinare le sollecitazioni e quindi le armature nelle sezioni di controllo.

Tipo di analisi svolte

Le analisi svolte sulla struttura sono di tipo numerico ed eseguite con l'ausilio dell'elaboratore. E' stata eseguita un'analisi agli elementi finiti in campo elastico lineare su un modello di calcolo a telaio costituito da elementi di tipo "beam" secondo la geometria del ponte.

Le verifiche sono state condotte secondo le tensioni ammissibili

Codice di calcolo utilizzato

I calcoli agli elementi finiti vengono effettuati con il programma "MIDAS Gen 2016", codice identificativo USGW000454. (Informazioni sul sito WWW.MidasUser.com)

Schema statico

Si assume l'impalcato vincolato con continuità sulle pile e su appoggi mobili in corrispondenza delle spalle. Per la S.P. 69 le selle gerber vengono modellate introducendo nelle aste svincoli a cerniera.

Risultati dell'analisi statica dell'impalcato

Si riportano per via grafica i risultati delle sollecitazioni per l'intero impalcato relativamente ai momenti flettenti.

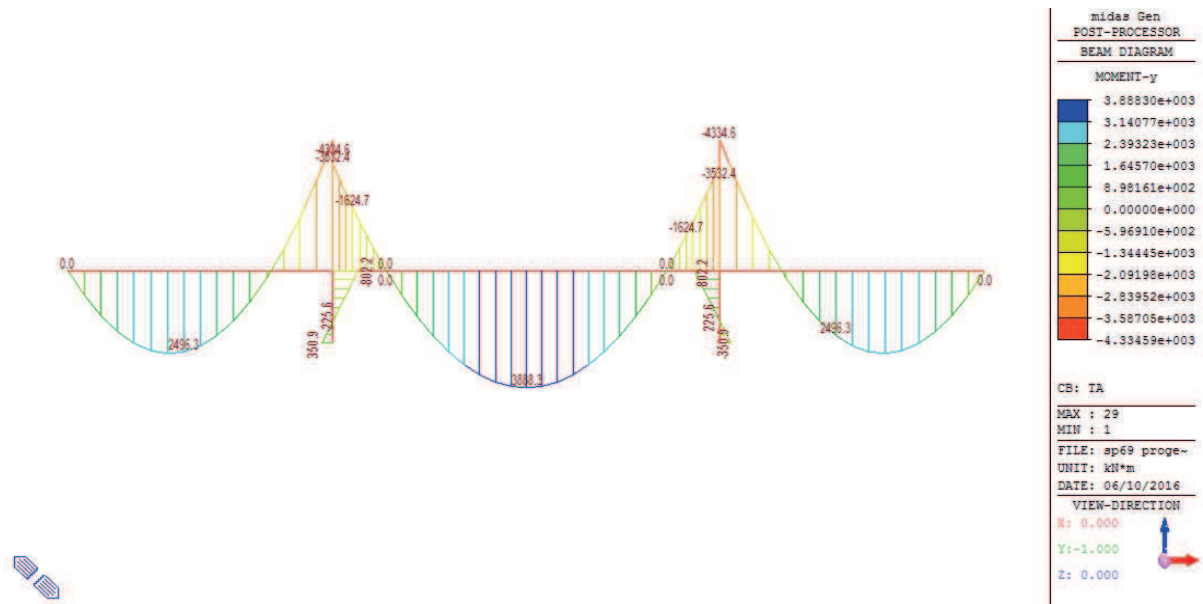
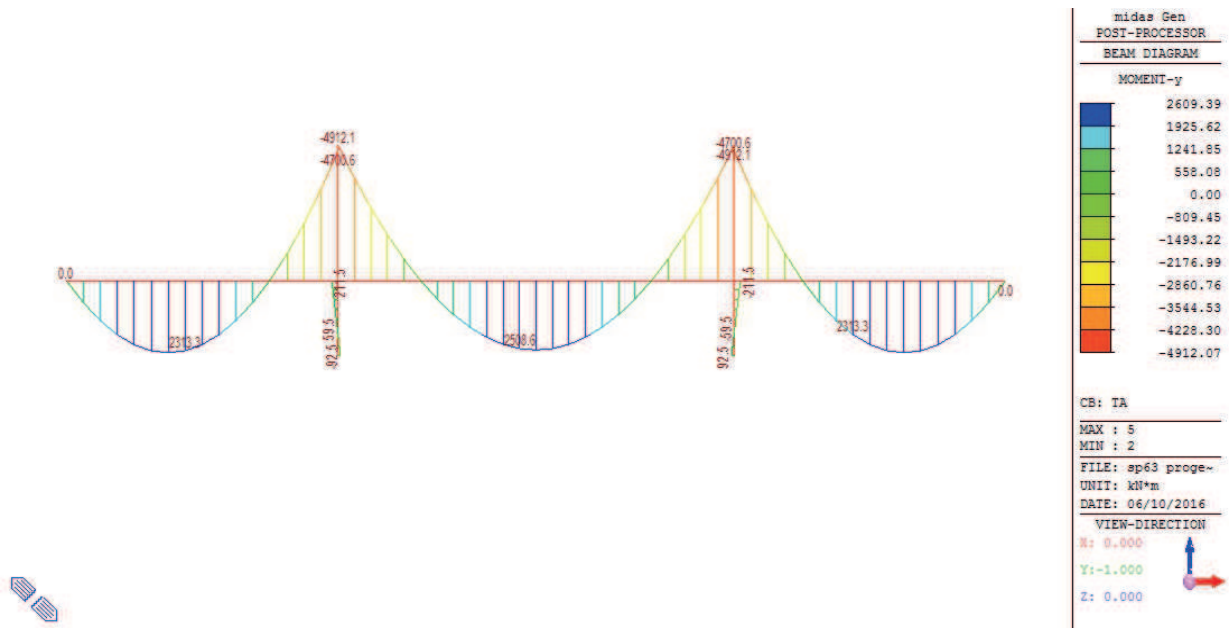
Per quanto riguarda il ponte sulla S.P. 63 il massimo momento positivo nella campata laterale è risultato:

	Momento complessivo l'impalcato [kNm]	Momento per trave [kNm]
per i carichi permanenti:	1575,9	525,3
per i carichi da traffico:	737,4	245,8
sommano	2313,3	771,1

Per quanto riguarda il ponte sulla S.P. 69 il massimo momento positivo nella campata laterale è risultato:

	Momento complessivo l'impalcato [kNm]	Momento per trave [kNm]
per i carichi permanenti:	1741,89	580,63
per i carichi da traffico:	754,4	251,47
sommano	2496,3	832,1

Provincia del MEDIO CAMPIDANO
Ponti sul Flumini Mannu di Pabillonis interferenti con la S.P. 63 e S.P. 69
VERIFICA TECNICA PRELIMINARE



Determinazione delle armature a flessione nelle sezioni di controllo

Con i momenti determinati come sopra e le ipotesi sulle tensioni ammissibili da assegnare ai materiali risultano le seguenti armature inferiori a flessione:

per il ponte sulla S.P. 63: 7 fi 26
per il ponte sulla S.P. 69: 8 fi 26

Avendo riscontrato per entrambi i ponti un numero di armature pari a 5, è plausibile la presenza di un secondo strato di barre.

Valutazione della sicurezza nella configurazione attuale

Si effettua agli stati limite ultimi secondo NTC 08, considerando i carichi permanenti effettivamente presenti e i carichi variabili stradali di cui alla normativa dell'epoca, considerati questi ultimi ripartiti sulle travi alla Courbon.

Momenti resistenti nelle sezioni di controllo

Con le ipotesi si materiali effettuate il momento resistente allo SLU risulta:

- per la singola trave del ponte sulla S.P.63 pari a 1066 kNm
- per la singola trave del ponte sulla S.P.69 pari a 1215 kNm

The screenshot shows the 'Verifica C.A. S.L.U.' software interface for a reinforced concrete beam section. The title is 'sezione trave campata di riva SP63'. The software is set to 'Normativa: NTC 2008'.

Section Properties:

N°	b [cm]	h [cm]
1	160	25
2	50	110

N°	As [cm²]	d [cm]
1	37,17	127

Design Parameters:

- Material: **semiduro C20/25**
- ϵ_{su} : 67,5 ‰
- f_{yd} : 230,3 N/mm²
- E_s : 200 000 N/mm²
- E_s/E_c : 15
- ϵ_{syd} : 1,152 ‰
- $\sigma_{s,adm}$: 176,5€ N/mm²
- ϵ_{c2} : 2 ‰
- ϵ_{cu} : 3,5 ‰
- f_{cd} : 11,33
- f_{cc}/f_{cd} : 0,8
- $\sigma_{c,adm}$: 8,5
- τ_{co} : 0,5333
- τ_{c1} : 1,686

Applied Forces:

- N_{Ed} : 0 kN
- M_{xEd} : 0 kNm
- M_{yEd} : 0 kNm
- M_{xRd} : 1 066 kNm

Results:

- σ_c : -11,33 N/mm²
- σ_s : 230,3 N/mm²
- ϵ_c : 3,279 ‰
- ϵ_s : 67,5 ‰
- x : 5,884 cm
- x/d : 0,04633
- δ : 0,7

Calculation Settings:

- Method: **S.L.U. +**
- Calculation: **Calcola MRd**
- Domain: **Dominio M-N**
- Number of reinforcement: **N° rett. 100**
- Precompressed:

Verifica C.A. S.L.U. - File: sez camp sp69

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

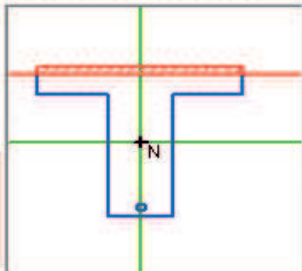
Titolo: sezione trave campata di riva SP69

N° strati barre 1 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	160	25
2	50	110

N°	As [cm²]	d [cm]
1	42,47	127

Tipo Sezione:
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.



Sollecitazioni:
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 0 kN
 M_{xEd} 0 795,3 kNm
 M_{yEd} 0 0

P.to applicazione N:
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura:
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo:
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione:
 Retta Deviata

Materiali:
 semiduro C20/25
 ε_{su} 67,5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 230,3 N/mm² ε_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200 000 N/mm² f_{cd} 11,33
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8 ?
 ε_{syd} 1,152 ‰ σ_{c,adm} 8,5
 σ_{s,adm} 176,5€ N/mm² τ_{co} 0,5333
 τ_{c1} 1,686

M_{xRd} 1 215 kN m
 σ_c -11,33 N/mm²
 σ_s 230,3 N/mm²
 ε_c 3,5 ‰
 ε_s 63,68 ‰
 d 127 cm
 x 6,617 x/d 0,0521
 δ 0,7

N° rett. 100
 Calcola MRd Dominio M-N
 L₀ 0 cm Col. modello
 Precompresso

Risultati dell'analisi statica dell'impalcato

Si riportano per via grafica i risultati delle sollecitazioni per l'intero impalcato relativamente ai momenti flettenti.

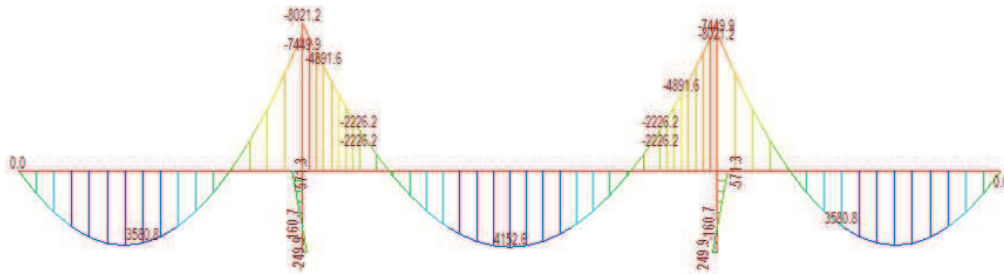
Per quanto riguarda il ponte sulla S.P. 63 il massimo momento positivo allo SLU nella campata laterale è risultato:

	Momento complessivo l'impalcato	Momento sulla trave di bordo Md [kNm]
per i carichi permanenti:	2585,31	861,77
per i carichi da traffico:		
- massimo carico	$737,4 \times 1,35 = 995,49$	
- massimo torcente	$684,31 \times 1,35 = 923,81$	$0,6263 \times 923,81 = 578,58$
sommano		1440,35

Per quanto riguarda il ponte sulla S.P. 69 il massimo momento positivo allo SLU nella campata laterale è risultato:

	Momento complessivo l'impalcato	Momento sulla trave di bordo Md [kNm]
per i carichi permanenti:	2857,56	952,52
per i carichi da traffico:		
- massimo carico	$754,4 \times 1,35 = 1018,44$	
- massimo torcente	$700,08 \times 1,35 = 945,11$	$0,6263 \times 945,11 = 591,92$
sommano		1544,44

Provincia del MEDIO CAMPIDANO
Ponti sul Flumini Mannu di Pabillonis interferenti con la S.P. 63 e S.P. 69
VERIFICA TECNICA PRELIMINARE

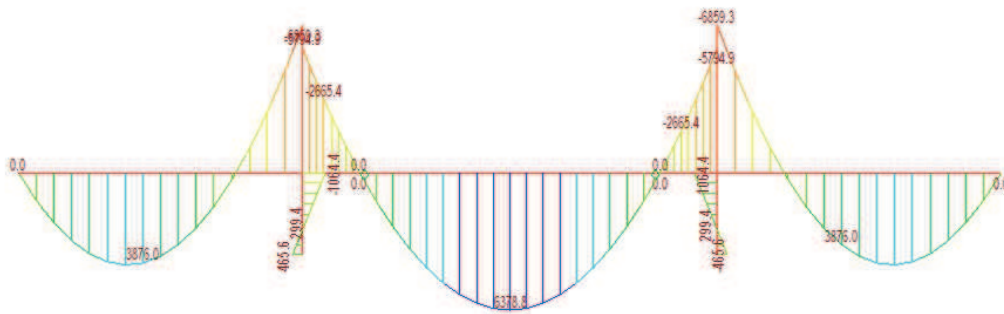


midas Gen
 POST-PROCESSOR
 BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

4152.61
3045.90
1939.19
832.49
0.00
-1380.92
-2487.63
-3594.33
-4701.04
-5807.74
-6914.45
-8021.15

CB: slu
 MAX : 29
 MIN : 30
 FILE: sp63 attua-
 UNIT: kN*m
 DATE: 06/10/2016
 VIEW-DIRECTION
 X: 0.000
 Y: -1.000
 Z: 0.000



midas Gen
 POST-PROCESSOR
 BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

6378.83
5175.36
3971.89
2768.43
1564.96
0.00
-841.98
-2045.44
-3248.91
-4452.38
-5655.84
-6859.31

CB: slu
 MAX : 29
 MIN : 1
 FILE: sp69 attua-
 UNIT: kN*m
 DATE: 06/10/2016
 VIEW-DIRECTION
 X: 0.000
 Y: -1.000
 Z: 0.000

Verifiche

Il rapporto tra momenti di calcolo e momento resistente risulta:

- per la S.P. 63 = $1066/1440,35 = 0,74 < 1$ non verifica
- per la S.P. 69 = $1251/1544,4 = 0,81 < 1$ non verifica

Le strutture non rispettano i livelli di sicurezza previsti dalle NTC08.

Risulta necessario procedere indagini specifiche sulla geometria dell'opera, sul grado di ammaloramento nonché sulla qualità dei materiali strutturali.

Piano delle indagini

Si allega il piano delle indagini propedeutiche allo studio di dettaglio dell'opera.

Conclusioni

Allo stato i ponti non rispettano i livelli di sicurezza previsti dalle vigenti norme tecniche per le costruzioni.

Poichè si rileva un probabile eccesso di sovraccarico permanente dovuto a sovra-pavimentazioni ripetute nel tempo, al fine di consentire la riapertura a un traffico selezionato del ponte sulla S.P. 69, potrebbe essere valutata una rimozione dei carichi in eccesso.

Cagliari, 10/06/16

ing. Antonio Vincis

