



ANAS S.p.A.

DIREZIONE REGIONALE PER LA SICILIA

PA17/08

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 - Svincolo Manganaro incluso) compresi raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121

Bolognetta S.c.p.a.

- PERIZIA DI VARIANTE N.3 -

Il Responsabile Ambientale:
Dott. Maurizio D'Angelo



Titolo elaborato:

**MODIFICA TECNICA N.270
OPERE D'ARTE PRINCIPALE- TOMBINI
Relazione di modifica tecnica n.270**

Codice Unico Progetto (CUP) : F41B03000230001

Codice elaborato:	OPERA	ARGOMENTO	DOC. E PROG.	FASE	REVISIONE
PA17/08	P V	MT 270	R T 0 1	6	0

CARTELLA:	FILE NAME:	NOTE:	PROT.	SCALA:
	PVMT270RT01_60_4137	1=1	4 1 3 7	-
5				
4				
3				
2				
1				
0	PRIMA EMISSIONE	Agosto 2021	S. Fortino	S. Fortino N. Behmann
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO APPROVATO

Il Progettista Responsabile

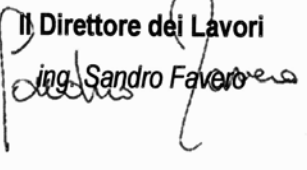


Il Coordinatore per la Sicurezza
in fase di Esecuzione:
Arch. Francesco Rondelli

Il Coordinatore per la
Esecuzione dei Lavori
arch. Francesco Rondelli



Il Direttore dei Lavori:
Ing. Sandro Favero



ANAS S.p.A.

DATA:	PROTOCOLLO:	VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
CODICE PROGETTO	LO410C E 1101	Dott. Ing. Luigi Mupo



ANAS S.p.A.

DIREZIONE REGIONALE PER LA SICILIA

COMMITTENTE: A N A S S.p.A.

* * * * *

CONTRAENTE GENERALE: BOLOGNETTA S.C.p.A.

SS 189 e SS 121

ITINERARIO PALERMO - AGRIGENTO

PA 17/08

Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km 0,0 del lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km 33,6 del lotto 2 - svincolo Mangano included), compresi i raccordi con le attuali S.S. n. 189 e S.S. n. 121

CUP F41B03000230001

Contratto per affidamento a Contraente Generale, stipulato in Roma il 19/10/2009 c/o Notaio Paolo Cerasi rep. n. 7953 racc. n. 4132, registrato in Roma il 27/10/2009.

Succ. Atto Aggiuntivo n. 1 stipulato in data 02.11.2011 rep. n. 9879 racc. n. 5275,

succ. Atto Aggiuntivo n. 2 stipulato in data 30.05.2013 rep. n. 20888 racc. n. 5938,

succ. Atto Aggiuntivo n. 3 stipulato in data 23.01.2014 rep. n. 21091 racc. n. 6057,

succ. Atto Aggiuntivo n. 4 stipulato in data 12.04.2017 rep. n. 23715 racc. n. 8247

e succ. Atto Aggiuntivo n. 5 stipulato in data 23.10.2018 rep. n. 28127 racc. n. 13982.

MODIFICA TECNICA N.270

WBS: TP52 – TP57 – TF06

OGGETTO: Calottamento tubazioni in c.a.v. - diametro 1500 mm

DATA: 19-07-2021

**Il Progettista Responsabile
Ing. Stanislao Fortino**



Sommario

1	PREMESSA.....	3
2	OGGETTO DELLA MODIFICA TECNICA	3
2.1	Tombino idraulico TP52 e TP57	3
2.2	Sottopasso faunistico TF06	8
3	CONCLUSIONI	11

1 PREMESSA

La presente modifica tecnica emessa nell'attuale fase di Progetto Esecutivo di Dettaglio (PED), ha per oggetto l'introduzione di alcuni accorgimenti costruttivi da attuare alle tubazioni idrauliche dei seguenti tombini:

- ❖ Tombino idraulico TP52 ricadente nel lotto 2b alla Pk 25+334, che attraversa trasversalmente il tratto di asse principale denominato "AP23".
- ❖ Tombino idraulico TP57 ricadente nel lotto 2b alla Pk 28+026, che attraversa trasversalmente il tratto di asse principale denominato "AP24".
- ❖ Tombino idraulico TF06 ricadente nel lotto 2b alla Pk 28+015, che attraversa trasversalmente il tratto di asse principale denominato "AP24".

2 OGGETTO DELLA MODIFICA TECNICA

2.1 Tombino idraulico TP52 e TP57

Il P.E.A. prevede la realizzazione di due nuovi tombini idraulici di cui uno è ubicato alla Pk 25+334 denominato "TP52", mentre il secondo è ubicato alla Pk 28+026 denominato "TP57". Entrambi i tombini sono composti da un pozzetto in c.a. a monte, da una tubazione in c.a.v. di diametro 1500 mm e da un manufatto di sbocco in c.a. a valle.

Si riporta a seguire profili longitudinali e sezione trasversali dei tombini idraulici in parola.

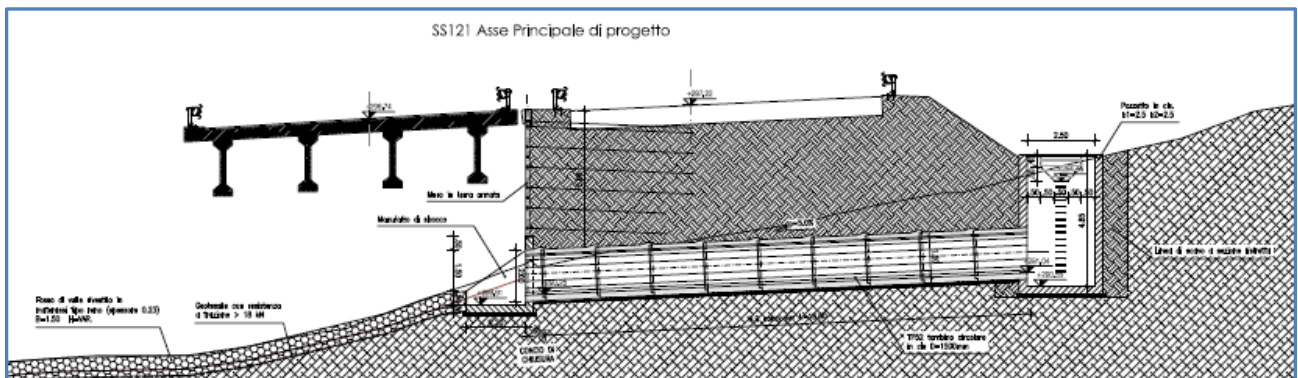


Figura 1 – Profilo longitudinale tombino idraulico TP52.

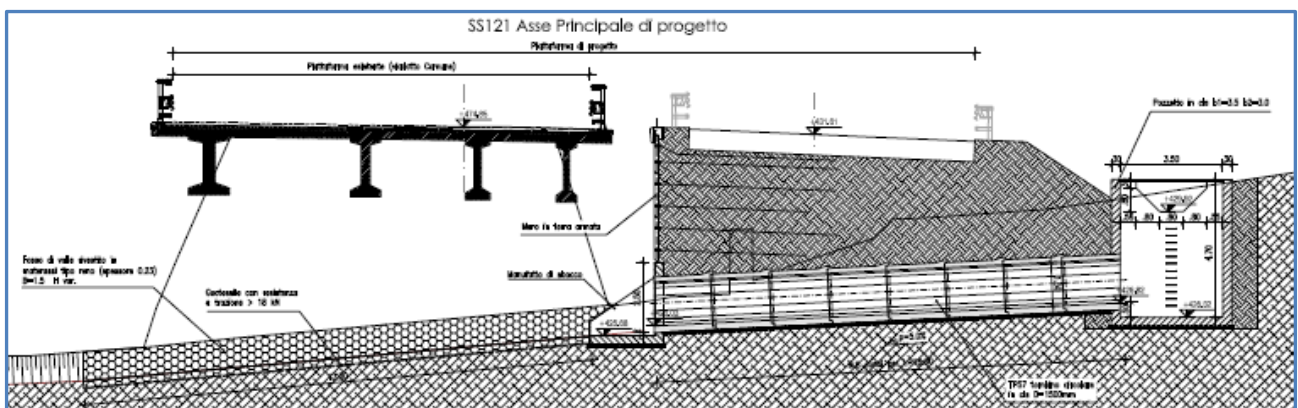


Figura 2 – Profilo longitudinale tombino idraulico TP57.

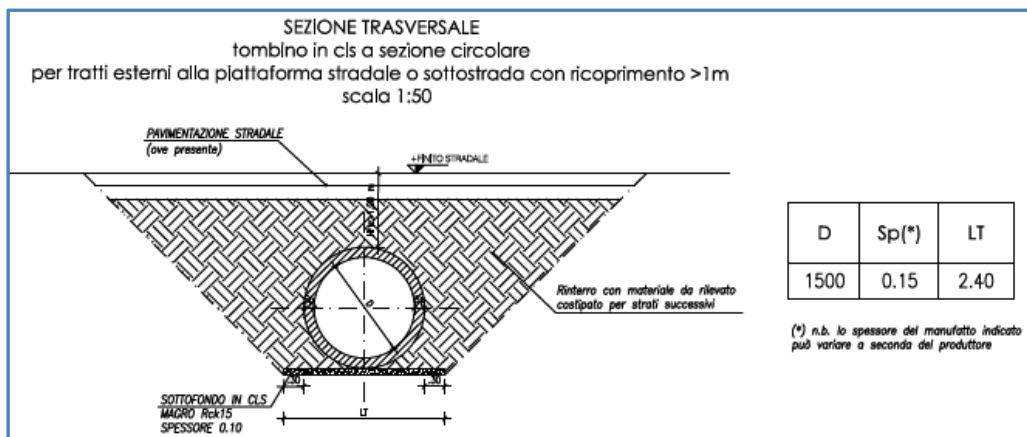


Figura 3 – Sezione trasversale tombini idraulici TP52 e TP57.

Il progetto autorizzato prevede al di sopra delle tubazioni dei tombini idraulici in parola la realizzazione di un rilevato con materiale da cava e la realizzazione dell'intera sovrastruttura stradale prevista in progetto, con un ricoprimento massimo di circa 5,00 m.

La tubazione in c.a.v del diametro 1500 mm verranno fornite dalla ditta "MICBASILE SRL", le cui caratteristiche meccaniche sono riscontrabili nella sottomissione al D.L. n. 95 del 05.06.2014. Come è possibile evincere dalla predetta sottomissione, la tubazione idraulica in parola prevede un ricoprimento massimo di 1,50 m rispetto alla testa della tubazione stessa, si rimanda alla relazione di calcolo del progettista della tubazione del diametro 1500 mm a firma dell'ing. Raciti.

In entrambi i tombini idraulici oggetto del presente paragrafo, il ricoprimento al di sopra della tubazione in c.a.v risulta essere > di 1,50 m, pertanto è necessario prevedere un intervento di rinforzo tale da garantire un idoneo comportamento statico al manufatto.

Stante quanto sopra, si propone di rinfiancare la tubazione in c.a.v. di diametro 1500 mm con calcestruzzo C12/15 di spessore 30cm minimo lateralmente e di spessore minimo 20cm sia superiormente che inferiormente e con in testa della rete elettrosaldata nella misura di un $\Phi 10$ maglia 20x20, come da sezione tipologica sotto riportata.

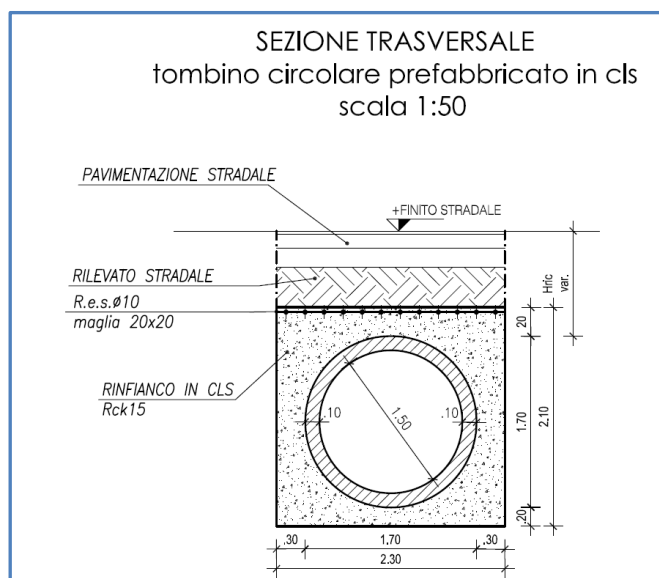


Figura 4 – Sezione tipo dell'intervento di rinforzo della tubazione di diametro 1500 mm.

Tale soluzione oltre a rendere la tubazione idonea a ricevere un'altezza di ricoprimento > 1,50 m, consente di ovviare alle difficoltà operative riscontrate nell'esecuzione del rinfiacco attorno allo stesso tubo, a causa dell'impossibilità di compattare il materiale secondo i dettami di C.S.A..

Si riporta a seguire la verifica strutturale valida per gli attraversamenti idraulici TP52 e TP57.

Si specifica che nello sviluppo del calcolo e delle verifiche strutturali della soletta di rinfiacco armata con rete elettrosaldata Ø10 maglia 20x20cm , si considera un'altezza di ricoprimento di 4,00 metri anziché 5,00 m previsti in progetto, assumendo che il carico di ricoprimento di 1,00 m venga assorbito dalla tubazione prefabbricata in c.a.v.

Occorre determinare, alla profondità di progetto cui si attesta la condotta rispetto al piano finito stradale, la pressione indotta dal terreno sovrastante e dal carico accidentale stradale.

La pressione determinata dalla colonna di terreno sovrastante è pari a $p = \gamma_t H$.

Per il dimensionamento strutturale dell'opera si considera un carico variabile uniformemente distribuito di intensità pari a $q = 20 \text{ kN/mq}$.

La pressione indotta alla quota estradosso tubazione dal sovraccarico stradale, è determinata sulla base della teoria di Boussinesq, ipotizzando il terreno come materiale elastico ed isotropo e considerando una distribuzione del carico a 35° rispetto alla verticale.

I carichi permanenti e accidentali agenti sulla tubazione saranno quindi sommati applicando i fattori moltiplicativi $\gamma_g = 1.35$ e $\gamma_q = 1.35$ come previsto in Tabella 5.1.V delle NTC2008, per la verifica a presso-flessione allo S.L.U.

Nella tabella seguente, per il tombino in esame, si riportano i dati ed i risultati della pressione complessiva agente sull'estradosso del rinfiacco armato posto in testa al tubo, in funzione degli effettivi ricoprimenti di progetto, ed il conseguente momento flettente sollecitante di calcolo, valutato come $M = qL^2/12$, dove la luce L è assunta pari al diametro della condotta.

VERIFICA STRUTTURALE TOMBINI TP52 E TP57

Calcolo sollecitazioni– Tombino TP52 e TP57

H	D _{interno}	γ_{terreno}	r _{interno}	s	D _{esterno}	r _{medio}	pp	pa	p	Momento flettente M
m	m	kg/mc	m	m	m	m	kg/mq	kg/mq	kg/mq	[daNm/m]
4.00	1.5	1900	0.75	0.1	1.7	0.85	10.260	810	11.070	2.076

con:

H: altezza di ricoprimento in testa alla tubazione da piano finito stradale

s: spessore tubazione

pp: pressione dovuta alla colonna di terreno sovrastante

pa: pressione indotta a quota cielo tubazione dal sovraccarico stradale di progetto

M: momento flettente sollecitante, valutato come $qL^2/12$

Calcolo del momento resistente della soletta in c.a.

Si riportano a seguire i tabulati di calcolo del momento resistente della sezione in c.a. posta in testa alle condotte e costituita come detto, da calcestruzzo C12/15, sp.20cm e da una rete elettrosaldata $\varnothing 10/20 \times 20$ cm.

Dai report di calcolo si evince che il momento resistente del rinfiacco estradossale armato risulta pari a $M_R = 2241$ daNm/m, superiore quindi ai momenti sollecitanti poco sopra determinati.

Si può quindi affermare che, anche trascurando la capacità resistente della condotta, il solo rinfiacco estradossale risulta sufficiente, con adeguati margini di sicurezza (F.S.=1.08), nei confronti dei carichi di progetto e che pertanto l'attraversamento idraulico in esame risulta strutturalmente verificato.

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: Verifica soletta sp.20cm con r.e.s.

Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C12/15	
	Resistenza compress. di calcolo fcd:	85,00	daN/cm ²
	Resistenza compress. ridotta fcd':	42,50	daN/cm ²
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0,0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0,0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	286079	daN/cm ²
	Coeff. di Poisson:	0,20	
	Resis. media a trazione fctm:	9,74	daN/cm ²
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500,0	daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500,0	daN/cm ²
	Resist. a snerv. di calcolo fyd:	3913,0	daN/cm ²
	Resist. ultima di calcolo ftd:	3913,0	daN/cm ²
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0,068	daN/cm ²
	Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm ²
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito		

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100,0	cm
Altezza:	20,0	cm
Barre superiori:	5 $\varnothing 10$	(3,9 cm ²)
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	4,5	cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Coppia concentrata [daN m] applicata all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione
MT	Momento torcente [daN m]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [daN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [daNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	M ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.
1	S	0	[vedi tabella]	25	-2241	1,340	2,3	-2124	0,15	0,70

2.2 Sottopasso faunistico TF06

Il P.E.A. prevede la realizzazione di un sottopasso faunistico alla Pk 28+015 denominato "TF06", consistente in un manufatto di imbocco in c.a. a monte, una tubazione in c.a.v. di diametro interno 1500 mm ed un manufatto di sbocco in c.a. a valle.

Si riporta a seguire profilo longitudinale e sezione trasversale del tombino idraulico in parola.

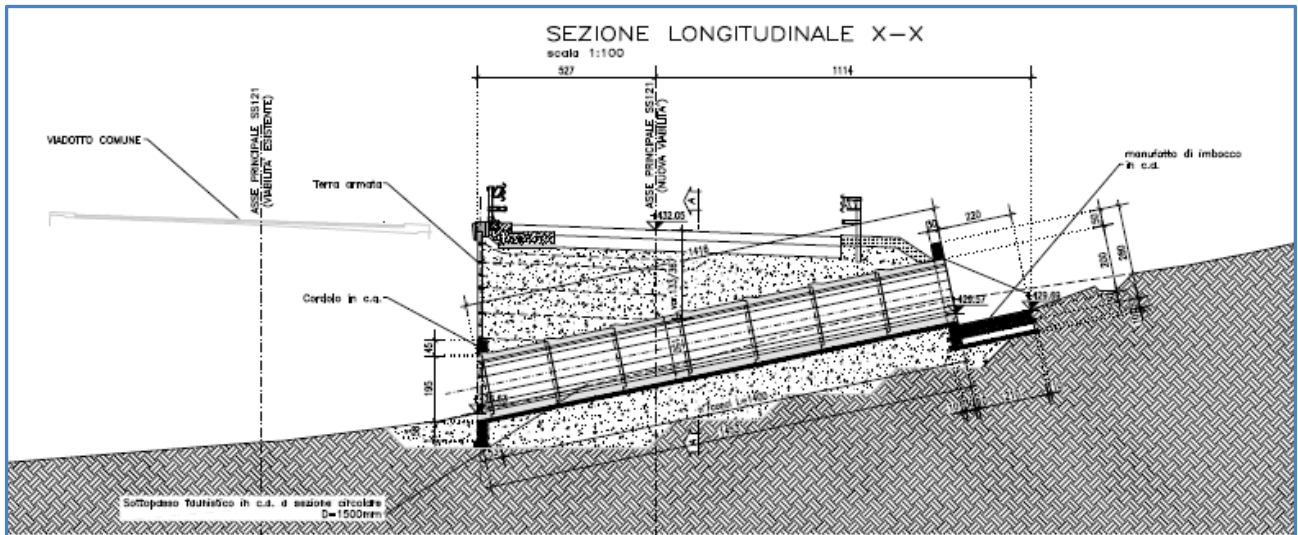


Figura 5 – Profilo longitudinale sottopasso faunistico TF06.

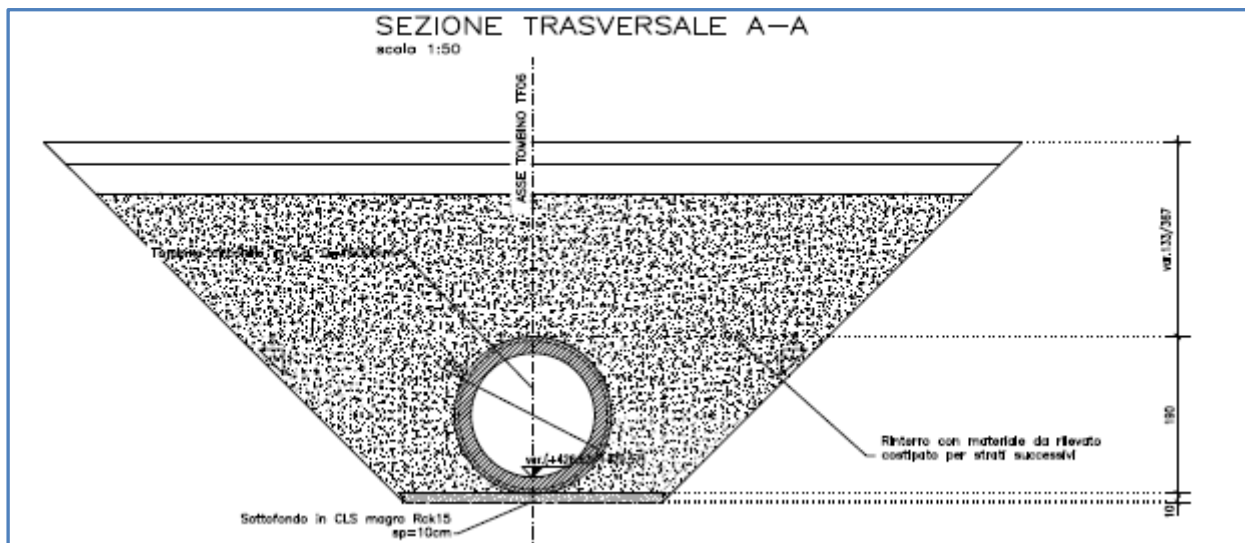


Figura 6 – Sezione trasversale sottopasso faunistico TF06.

Il progetto autorizzato prevede al di sopra della tubazione del sottopasso faunistico in parola la realizzazione di un rilevato con materiale da cava e la realizzazione dell'intera sovrastruttura stradale prevista in progetto, con un ricoprimento variabile tra 1,30 m ÷ 3,90 m.

La tubazione in c.a.v. del diametro 1500 mm verrà fornita dalla ditta "SICILIANA PREFABBRICATI", le cui caratteristiche meccaniche sono riscontrabili nella sottomissione al D.L. n. 358 del 04.02.2021. Come è possibile evincere dalla predetta sottomissione, per la tubazione idraulica in parola occorre prevedere un adeguato rinfiacco in calcestruzzo eventualmente armato.

Stante quanto sopra, si propone di rinfiancare la tubazione in c.a.v. di diametro 1500 mm con calcestruzzo C12/15 di spessore 30cm minimo lateralmente e di spessore minimo 20cm sia superiormente che inferiormente e con in testa della rete elettrosaldata nella misura di un $\Phi 10$ maglia 20x20, come da sezione tipologica sotto riportata.

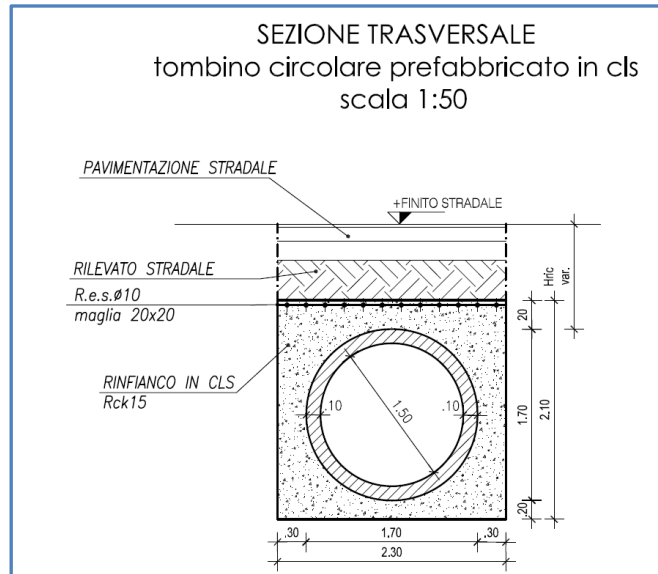


Figura 7 – Sezione tipo dell'intervento di rinforzo della tubazione di diametro 1500 mm.

Tale soluzione oltre a rendere la tubazione idonea a ricevere un'altezza di ricoprimento $> 1,50$ m, consente di ovviare alle difficoltà operative riscontrate nell'esecuzione del rinfianco attorno allo stesso tubo, a causa dell'impossibilità di compattare il materiale secondo i dettami di C.S.A..

VERIFICA STRUTTURALE SOTTOPASSO FAUNISTICO TF06.

Si riporta a seguire la verifica strutturale dell'attraversamento faunistico TF06.

A vantaggio di sicurezza vengono riportati i dettagli di calcolo e la verifica strutturale della sola soletta di rinfianco armata con rete elettrosaldata $\Phi 10$ maglia 20x20cm, trascurando quindi la sezione resistente offerta dalle condotte stesse.

Occorre determinare, alla profondità di progetto cui si attesta la condotta rispetto al piano finito stradale, la pressione indotta dal terreno sovrastante e dal carico accidentale stradale.

La pressione determinata dalla colonna di terreno sovrastante è pari a $p = \gamma_t H$.

Per il dimensionamento strutturale dell'opera si considera un carico variabile uniformemente distribuito di intensità pari a $q = 20$ kN/mq.

La pressione indotta alla quota estradosso tubazione dal sovraccarico stradale, è determinata sulla base della teoria di Boussinesq, ipotizzando il terreno come materiale elastico ed isotropo e considerando una distribuzione del carico a 35° rispetto alla verticale.

I carichi permanenti e accidentali agenti sulla tubazione saranno quindi sommati applicando i fattori moltiplicativi $\gamma_g = 1.35$ e $\gamma_q = 1.35$ come previsto in Tabella 5.1.V delle NTC2008, per la verifica a pressoflessione allo S.L.U.

Nella tabella seguente, per il tombino in esame, si riportano i dati ed i risultati della pressione complessiva agente sull'estradosso del rinfiacco armato posto in testa al tubo, in funzione degli effettivi ricoprimenti di progetto, ed il conseguente momento flettente sollecitante di calcolo, valutato come $M=qL^2/12$, dove la luce L è assunta pari al diametro della condotta.

Calcolo sollecitazioni– Sottopasso faunistico TF06

H	D _{interno}	γ_{terreno}	r _{interno}	s	D _{esterno}	r _{medio}	pp	pa	p	Momento flettente M
m	m	kg/mc	m	m	m	m	kg/mq	kg/mq	kg/mq	[daNm/m]
3.90	1.5	1900	0.75	0.1	1.7	0.85	10.004	1.080	11.084	2.078

con:

H: altezza di ricoprimento in testa alla tubazione da piano finito stradale

s: spessore tubazione

pp: pressione dovuta alla colonna di terreno sovrastante

pa: pressione indotta a quota cielo tubazione dal sovraccarico stradale di progetto

M: momento flettente sollecitante, valutato come $qL^2/12$

Calcolo del momento resistente della soletta in c.a.

Si riportano a seguire i tabulati di calcolo del momento resistente della sezione in c.a. posta in testa alle condotte e costituita come detto, da calcestruzzo C12/15, sp.20cm e da una rete elettrosaldata $\Phi 10/20 \times 20$ cm.

Dai report di calcolo si evince che il momento resistente del rinfiacco estradosale armato risulta pari a $M_R=2241$ daNm/m, superiore quindi ai momenti sollecitanti poco sopra determinati in funzione del diametro della tubazione e dell'effettivo ricoprimento.

Si può quindi affermare che, anche trascurando la capacità resistente della condotta, il solo rinfiacco estradosale risulta sufficiente, con adeguati margini di sicurezza (F.S.=1.08), nei confronti dei carichi di progetto e che pertanto l'attraversamento idraulico in esame risulta strutturalmente verificato.

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: Verifica soletta sp.20cm con r.e.s.

Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C12/15	
	Resistenza compress. di calcolo fcd:	85,00	daN/cm ²
	Resistenza compress. ridotta fcd':	42,50	daN/cm ²
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0,0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0,0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	286079	daN/cm ²
	Coeff. di Poisson:	0,20	
	Resis. media a trazione fctm:	9,74	daN/cm ²
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	

Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500,0	daN/cm ²
Resist. caratt. a rottura ftk:	4500,0	daN/cm ²
Resist. a snerv. di calcolo fyd:	3913,0	daN/cm ²
Resist. ultima di calcolo ftd:	3913,0	daN/cm ²
Deform. ultima di calcolo Epu:	0,068	daN/cm ²
Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm ²
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100,0	cm
Altezza:	20,0	cm
Barre superiori:	5Ø10	(3,9 cm ²)
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	4,5	cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Coppia concentrata [daN m] applicata all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione
MT	Momento torcente [daN m]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [daN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [daNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	M ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.
1	S	0	[vedi tabella]	25	-2241	1,340	2,3	-2124	0,15	0,70

3 CONCLUSIONI

Con la presente modifica tecnica vengono fornite delle indicazioni per risolvere degli aspetti puntuali riscontrati nel corso delle lavorazioni nei tratti di asse principale AP23 ed AP24.

Le modifiche sopra descritte possono essere inquadrare nell'ambito degli accorgimenti di cantiere ascrivili alla "buona regola d'arte", che non alterano la funzionalità dell'opera e garantiscono lo standard prestazionale previsto in progetto.

Infine si precisa che le lavorazioni introdotte con la presente modifica non generano variazioni economiche relativamente ai tombini idraulici TP52 e TP57, in quanto rientrano nelle lavorazioni compensate a "CORPO"; mentre per il sottopasso faunistico TF06, attività compensata a misura, si allega alla presente la relativa documentazione economica.