

## AUTOSTRADA (A1) : MILANO–NAPOLI

TRATTO : VADO – FIRENZE NORD

INTERVENTI DI RIPRISTINO

DEL VIADOTTO RAGNAIA

OPERA 1826 – progr.km 272+216

### PROGETTO ESECUTIVO

- Ripristini e protezione dei calcestruzzi
- Sostituzione di apparecchi di appoggio
- Adeguamento accessibilità per ispezionabilità pulvini

## INTERVENTI

ALLEGATO ALLA RELAZIONE DI CALCOLO:  
INDAGINE DIAGNOSTICA SULLE STRUTTURE  
DELLA CARREGGIATA NORD – RELAZIONE TECNICA

IL RESPONSABILE PROGETTAZIONE  
SPECIALISTICA

Ing. Lanfranco Bernardini  
Ord. Ingg. Arezzo N. 541

RESPONSABILE UFFICIO PCM

IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE  
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Massimiliano Giacobbi  
Ord. Ingg. Milano N. 20746

IL DIRETTORE TECNICO

Ing. Massimiliano Giacobbi  
Ord. Ingg. Milano N. 20746

RESPONSABILE DIVISIONE  
Esercizio e Nuove Attività

#### CODICE IDENTIFICATIVO

RIFERIMENTO PROGETTO			RIFERIMENTO DIRETTORIO										RIFERIMENTO ELABORATO				Ordinat:	
Codice	Commessa	N.Prog.	Fase											Tip.	Disciplina	Progressivo	Rev.	SCALA:
5	10177	-299	PE												STR	-015	-1	



PROJECT MANAGER:

SUPPORTO SPECIALISTICO

REVISIONE

n.	data
0	NOVEMBRE 2018
1	MARZO 2019

REDATTO:

VERIFICATO:

VISTO DEL COMMITTENTE

autostrade // per l'italia

# **autostrade// per l'Italia S.p.A.**

DIREZIONE 4° TRONCO – FIRENZE

AUTOSTRADA A/1 MILANO – NAPOLI


**VIADOTTO RAGNAIA**

Progr. Km. 272+216

## INDAGINI DIAGNOSTICHE SULLE STRUTTURE DELLA CARREGGIATA NORD

### RELAZIONE TECNICA

DATA: Gennaio 2019	REV:	N.	DATA:	RIFERIMENTO spea	opere n.
SCALA:				SVE CND\510004\SORV\IT11\030	01.04.1826.0.0

 Atlantia SERVIZI PER L'ESERCIZIO	ESEGUITO:	Dott. Alessandro COSTA      Geom. Luca CARDANO
	REDATTO:	Ing. Maurizio CENERI
	APPROVATO:	Ing. Marco VEZIL

# ***autostrade// per l'Italia S.p.A.***

**AUTOSTRADA A/1 MILANO – NAPOLI**

**VIADOTTO RAGNAIA**

**Progr. Km. 272+216**

## **INDAGINI DIAGNOSTICHE SULLE STRUTTURE DELLA CARREGGIATA NORD**



### **-Premessa-**

Nell'ambito dell'attività di sorveglianza e su richiesta dell'Ufficio Progettazione sono state eseguite delle indagini per la valutazione dello stato di conservazione delle strutture nelle zone segnalate dal locale UTSA durante le consuete ispezioni trimestrali e la raccolta di informazioni utili alla stesura di un progetto di ripristino.

Le indagini sono state eseguite la notte tra il 4 ed il 5 Settembre 2018.

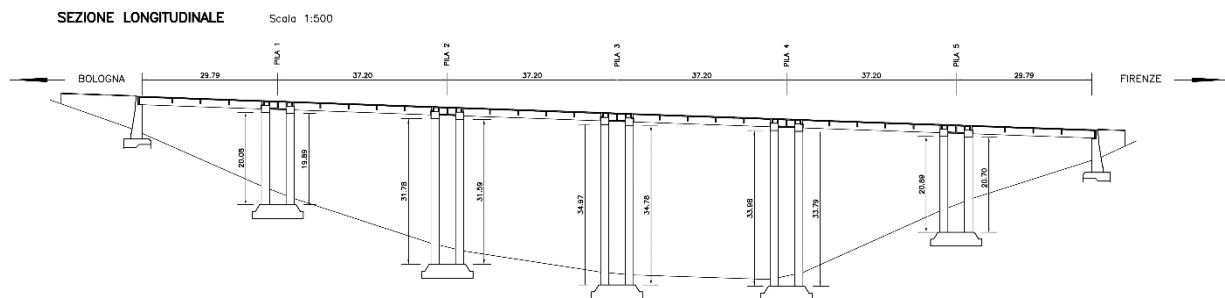
## -Descrizione generale dell'opera-

L'opera in oggetto è costituita da due impalcati indipendenti, collegati trasversalmente, per l'intero sviluppo del viadotto, da una soletta di intervia. L'opera ospita entrambe le vie di corsa dell'Autostrada A1. La larghezza complessiva dell'opera è pari a 24 ml.

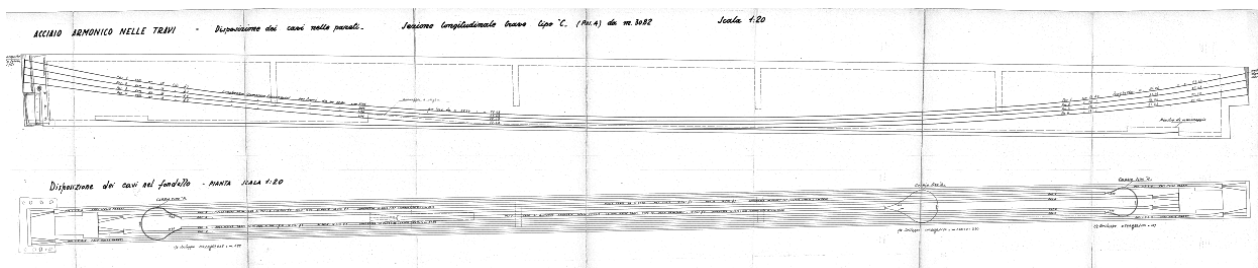
Per uniformità a quanto riportato nel Rapporto di Ispezione del locale UTSA, la numerazione delle campate viene assunta progressivamente da Nord a Sud, comprendendo anche quelle descritte dalle solette di interpila, per un totale di 11 per via di corsa, con luce di calcolo pari a:

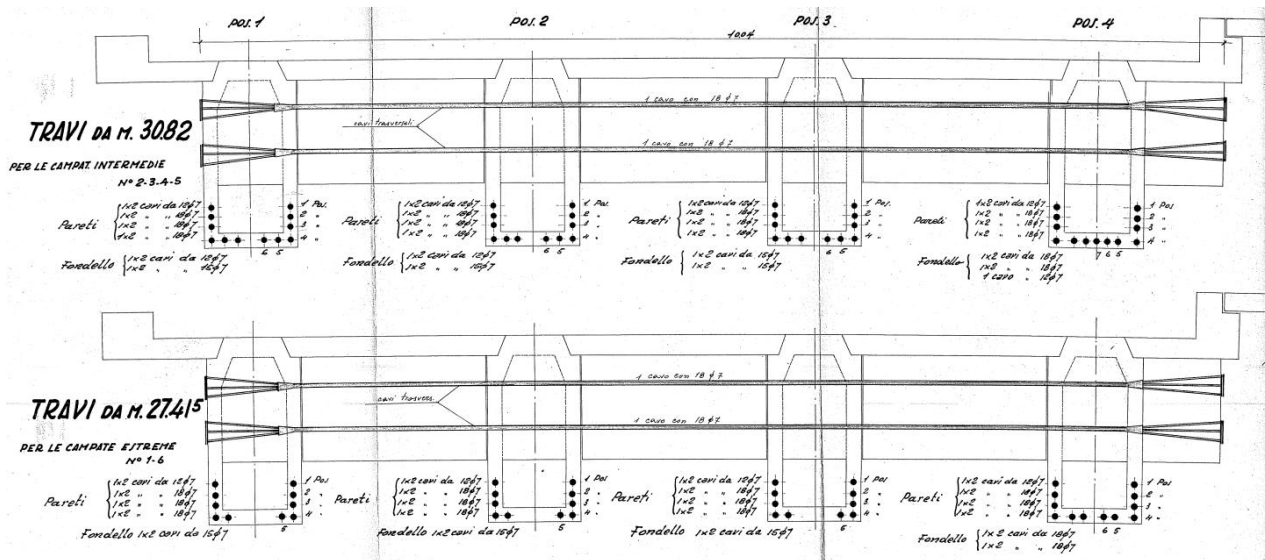
- 27.00 ml, per le 2 campate di estremità;
- 30.50 ml, per le 4 campate principali centrali;
- 3.00 ml, per le 5 solette di interpila

descrivendo uno sviluppo longitudinale complessivo di  $\approx 210$  ml.



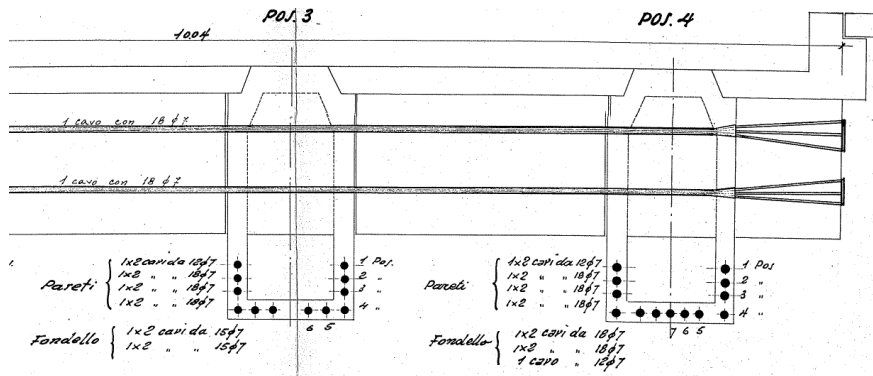
Ogni impalcato è costituito da 4 travi in c.a.p. a cavi scorrevoli con sezione a cassoncino, semplicemente appoggiate, poste ad interasse pari a 2.70 ml collegate trasversalmente da 5 trasversi precompressi (2 di testata e 3 di campata) nelle campate di estremità, da 6 trasversi precompressi (2 di testata e 4 di campata) nelle campate centrali e dalle solette prefabbricate superiori. La precompressione è realizzata con sistema "Morandi".





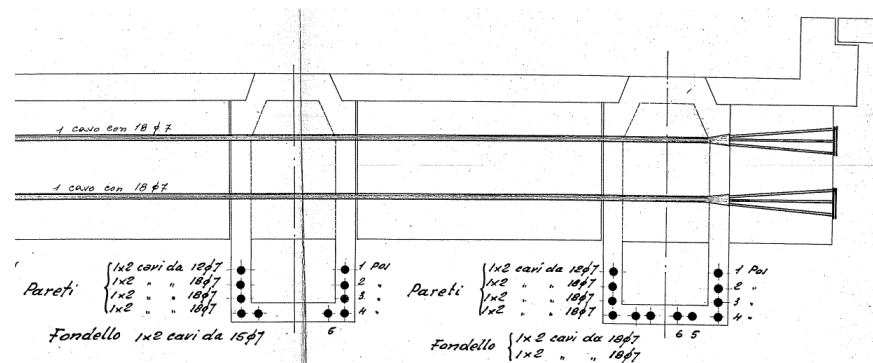
La precompressione, nelle travi per le campate da 30.50 ml, è costituita da;

- 4 cavi da 12 fili Ø 7mm, 2 cavi da 15 fili Ø 7mm, 6 cavi da 18 fili Ø 7 mm nelle travi n. 1 e 2;
- 2 cavi da 12 fili Ø 7mm, 4 cavi da 15 fili Ø 7mm, 6 cavi da 18 fili Ø 7 mm nella trave n. 3;
- 3 cavi da 12 fili Ø 7mm, 10 cavi da 18 fili Ø 7 mm nella trave lato intervia n. 4;



La precompressione, nelle travi per le campate da 27.00 ml, è costituita da;

- 2 cavi da 12 fili Ø 7mm, 2 cavi da 15 fili Ø 7mm, 6 cavi da 18 fili Ø 7 mm nelle travi 1, 2 e 3;
- 2 cavi da 12 fili Ø 7mm, 10 cavi da 18 fili Ø 7 mm nella trave lato intervia n. 4;



Materiali:

- Calcestruzzo per c.a.p. gettato a q.li 4.00/mc;
- Acciaio armatura lenta travi c.a.p.      G.S., A.Q.50,
- Acciaio per precompressione              Fili acciaio armonico Ø7 mm

**-Attrezzatura utilizzata-**

- Sclerometro Schmidt tipo N, n° identificativo Spea: 26206;
- Ferrosan HILTI mod. PS200, n° identificativo Spea: 18617;
- Calibro ventesimale;
- Martello demolitore e perforatore;
- Soluzione alcolica di Fenolftaleina

**-Modalità ed esecuzione delle indagini-**

Le indagini, volte alla valutazione dello stato di conservazione dell'opera ed alla raccolta di informazioni utili alla stesura di un progetto di manutenzione, sono state eseguite nelle zone indicate nel rapporto di ispezione.

Le prove sono consistite in indagini sclerometriche per stimare la resistenza in situ del cls, nella misura della profondità di carbonatazione e del copriferro delle armature, nonché dell'esame delle armature stesse (lente e di precompressione) per valutarne lo stato di conservazione.

Per accedere all'intradosso dell'opera è stato utilizzato un By-Bridge di proprietà della SPEA Engineering S.p.A., realizzando un restringimento di carreggiata e lavorando in orario notturno.

## - Risultati delle indagini -

### *Campata 11*

Nella parte inferiore della parete verticale lato esterno della **Trave 1**, in prossimità della sezione di mezzeria, è presente un carotaggio ( $\varnothing 80$  mm sp.  $\approx 15$  cm) e prove Pull Out di indagini precedenti, eseguiti a circa 50 cm dall'intradosso della trave.

Nella stessa sezione, all'intradosso della trave, si vede una lesione capillare longitudinale e localmente un cavo di precompressione all'interno di un saggio precedente, ubicato a 22 cm dallo spigolo esterno della trave, con copriferro di 65 mm: il cavo presenta la guaina superficialmente ossidata, iniezione presente e ben conservata e si sono osservati 6 fili risultati lucidi o superficialmente ossidati. Il copriferro dell'armatura lenta è  $\approx 10\div 15$  mm e la profondità di carbonatazione è circa 5 mm.

In questa zona sono state eseguite, infine, indagini sclerometriche che hanno permesso di stimare la resistenza del cls dell'ordine di circa 65 MPa.



Nella parte inferiore della parete verticale lato esterno della **Trave 2**, in prossimità del Traverso 3 (a 3-4 m), è presente una lesione capillare parabolica con efflorescenze e percolamenti biancastri.

Poco più in alto rispetto alla lesione (a  $\approx 23\div 24$  cm dall'intradosso della trave) e a  $\approx 1.25$  m dal Traverso 3, è stato eseguito un foro fino ad intercettare un cavo di precompressione che presenta la guaina superficialmente ossidata, iniezione presente e ben conservata. Sono stati visti 3 fili risultati lucidi o solo superficialmente ossidati. Il copriferro del cavo di precompressione è  $\approx 60\div 65$  mm e la profondità di carbonatazione, in questa zona, è circa 5 mm.

In questa zona sono state eseguite, infine, indagini sclerometriche che hanno permesso di stimare la resistenza in situ del cls dell'ordine di 70 MPa.



Nella parete verticale lato esterno della **Trave 3**, è presente una lesione capillare lungo tutta l'estensione della trave; sono presenti percolamenti biancastri di modesta estensione.

Anche nella parte inferiore della parete verticale lato esterno della **Trave 4**, in prossimità della sezione di mezzeria, è presente una lesione capillare parabolica con efflorescenze e percolamenti biancastri.

In questa sezione era già presente un saggio nella trave, derivante da indagini precedenti, in corrispondenza di un cavo di precompressione che presenta la guaina superficialmente ossidata, iniezione presente e si sono visti 2 fili risultati superficialmente ossidati.



La superficie di intradosso della soletta di intervia fra i due impalcati presenta un cls di copriferro diffusamente degradato e localmente assente con numerose barre di armatura in vista. L'armatura ( $\varnothing$  12 mm) risulta ossidata e corrosa ma senza sensibile riduzione di sezione; si nota il rilievo della "aderenza migliorata" delle barre.



Lo spessore del cls di copriferro è pari a 10÷20 mm.

Le indagini sclerometriche hanno permesso di stimare la resistenza in situ del cls dell'ordine di 65 MPa.



### *Campata 9*

Nella parete verticale lato esterno della **Trave 1**, a  $\approx 2$  ml dall'appoggio lato Firenze, sono presenti alcune lesioni capillari oblique che al momento delle indagini non risultano visibili nella parete verticale lato intervia. Queste lesioni sono state notate fino ad una altezza di  $\approx 50$  cm dall'intradosso.



All'intradosso della **Trave 4**, in prossimità della Pila 8, sono presenti lesioni capillari longitudinali con concrezioni biancastre a  $\approx 13+14$  cm dal bordo lato esterno.

È stato eseguito un foro a cavallo di una lesione per una profondità di  $\approx 80$  mm. Da quanto è stato possibile osservare all'interno del foro la lesione prosegue oltre la profondità della perforazione e non è stato raggiunto alcun cavo di precompressione.



Il copriferro dell'armatura lenta è  $\approx 25+30$  mm e la profondità di carbonatazione, in questa zona, è circa 5 mm. Le indagini sclerometriche hanno permesso di stimare una resistenza del cls dell'ordine di 65 MPa.

### Campata 7

Il calcestruzzo del pulvino della **Pila 4**, nella parete verticale lato esterno, presenta numerose lesioni capillari in corrispondenza della vecchia seggiola Gerber; non sono presenti barre di armatura in vista.

Il copriferro dell'armatura lenta è  $\approx 40\div60$  mm e la profondità di carbonatazione, in questa zona, è  $40\div45$  mm. Le indagini sclerometriche hanno permesso di stimare una resistenza in situ del cls dell'ordine di 45 MPa.



La sommità pila 3 (faccia lato Firenze) tra T1 e T2, risulta ripristinata.

Sul ripristino sono presenti numerose lesioni capillari ramificate con percolamenti e concrezioni biancastre.

A seguito di una perforazione volta alla valutazione dello spessore del ripristino (pari a  $10\div15$  mm), dal foro è uscita acqua, che probabilmente ristagna a tergo del ripristino stesso nell'interfaccia fra il ripristino e il cls originario dell'opera.



Il copriferro dell'armatura lenta è  $\approx 40$  mm e la profondità di carbonatazione, in questa zona, è  $15\div20$  mm.

La superficie di intradosso dello sbalzo esterno della soletta presenta un calcestruzzo in discreto stato di conservazione, con alcuni tratti di armatura in vista (principalmente attorno ai pluviali). Lo spessore del cls di copriferro è pari a  $20\div25$  mm la profondità di carbonatazione è  $25\div30$  mm. Le indagini sclerometriche hanno permesso di stimare una resistenza in situ del cls dell'ordine di 65 MPa.



## Campata 5

Nella parete verticale lato intervia della **Trave 1** sono presenti delle lesioni capillari estese dall'appoggio lato Firenze fino circa alla mezzeria.

È stata eseguita una perforazione a cavallo di una lesione capillare (a  $\approx 11$  cm dall'intradosso della trave e a  $\approx 40$  cm dal Traverso 3) per una profondità di  $\approx 40$  mm dove è stato intercettato un cavo di precompressione con iniezione presente e ben conservata, guaina e fili lucidi.



Il copriferro dell'armatura lenta è  $\approx 25\div 35$  mm e la profondità di carbonatazione, in questa zona, è  $0\div 5$  mm. Le indagini sclerometriche hanno permesso di stimare una resistenza in situ del cls dell'ordine di 65 MPa.

Anche nella parete verticale lato intervia della **Trave 2** sono presenti delle lesioni capillari con andamento parabolico.

Nella **Trave 3** le lesioni capillari con andamento parabolico sono presenti sia nella parete verticale lato esterno sia in quella lato intervia, maggiormente visibili in prossimità della sezione di mezzeria.

Nella parete lato intervia è stato eseguito un foro a cavallo di una lesione (a  $\approx 16$  cm dall'intradosso della trave e a  $\approx 2.20$  ml dal Traverso 3) per una profondità di  $\approx 50$  mm dove è stato intercettato un cavo di precompressione che è risultato asciutto, con iniezione presente, guaina e fili lucidi o solo superficialmente ossidati. La profondità di carbonatazione in questo punto è pari a circa 5 mm.



#### *Campata 4*

Il calcestruzzo del pulvino della **Pila 2**, nella parete verticale lato esterno, si presenta superficialmente ammalorato con inerti in rilievo. Il cls di copriferro risulta localmente risonante alla percussione col martello ed alcune barre di armatura sono vista (ossidate e corrose), soprattutto in corrispondenza della vecchia seggiola Gerber lato Firenze.

Il copriferro dell'armatura è  $\approx 30$  mm e la profondità di carbonatazione, in questa zona, è pari a  $5\div 10$  mm.

Le indagini sclerometriche hanno permesso di stimare una resistenza in situ del cls dell'ordine di 55 MPa.



### Campata 3

Il **Traverso di testata** lato Firenze (su Pila 2) tra T3 e T4, presenta alcune lesioni capillari con concrezioni biancastre e tracce di percolamenti di acque meteoriche.



All'intradosso della **Trave 3**, in prossimità del Traverso 1, è presente un saggio, derivante da indagini precedenti in corrispondenza di un cavo di precompressione che presenta guaina ossidata, iniezione presente e sono stati visti 4 fili, risultati lucidi o solo superficialmente ossidati.



All'intradosso della trave è presente una lesione capillare longitudinale in corrispondenza del saggio, che si riesce a seguire fino ad intercettare una barra di armatura.



La sommità Pila 1 (faccia lato Firenze) tra T1 e T2, risulta ripristinato con spessore pari a circa 10 mm. Sul ripristino sono presenti numerose lesioni capillari ramificate con percolamenti e concrezioni biancastre. Il copriferro dell'armatura è  $\approx 30\div 45$  mm e la profondità di carbonatazione, in questa zona, è circa 15 mm.



### **- Considerazioni riepilogative -**

Nelle zone indagate si sono rilevati valori elevati ed omogenei dell'indice sclerometrico e modesti spessori di carbonatazione in relazione all'età dell'opera.

Sono stati osservati numerosi stati fessurativi capillari, con concrezioni biancastre, sulle travi e sui traversi: sulle travi in corrispondenza dei cavi di precompressione, con andamento longitudinale all'intradosso e parabolico sulle pareti verticali delle travi stesse; sulle superfici di sommità pila visibili tra le travi, lesioni ramificate sul ripristino.

I cavi di precompressione osservati hanno presentato fili e guaine lucidi o superficialmente ossidati con iniezione presente e generalmente ben conservata.

All'intradosso della soletta di intervia si evidenzia un diffuso ammaloramento con assenza del calcestruzzo di copriferro ed armatura ossidata in vista.

Per il dettaglio dei risultati si rimanda ai singoli paragrafi della Relazione.