



**MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI**  
**PROVVEDITORATO INTERREGIONALE PER LE OO.PP.**  
*Piemonte/Valle d'Aosta/Liguria - Sede di Genova*

**COMITATO TECNICO AMMINISTRATIVO**

Adunanza del 01 febbraio 2018

Voto n. 2 / G

**OGGETTO:** Autostrada A/10 Genova - Savona - Interventi di *retrofitting* strutturale del Viadotto Polcevera al km 000 + 551 – PROGETTO ESECUTIVO

**IL COMITATO**

Visto il rescritto direttoriale che sottopone all'esame di questo C.T.A. l'argomento indicato in oggetto;

Accertata la presenza di membri in numero legale ai sensi della normativa vigente;

Visti/esaminati gli atti;

Uditi i Relatori: ing. Salvatore Buonaccorso – ing. Giuseppe Sisca (Interni)  
prof. ing. Antonio Brencich Ph.D. - prof. ing. Mario Servetto (Esperti)

**1) PREMESSA**

**1.1) GENERALITÀ**

Il Viadotto di cui tratta il presente Voto è un'opera situata in Comune di GE al km 000+551 dell'Autostrada A10 GE-SV della rete ASPI (denominato anche Viadotto Morandi dal nome del suo Progettista ing. Riccardo Morandi). Inaugurato e aperto al traffico nel 1967 ha una lunghezza complessiva di 1.102 m con altezza media dal fondo valle di 56 m e attraversa la valle del Torrente Polcevera in un'area densamente urbanizzata.

L'impalcato è largo 18 metri e si sviluppa su 11 campate con luci variabili (65-208 m); tre le campate principali, necessarie per superare il torrente Polcevera, il parco ferroviario e alcune importanti arterie viarie cittadine sottostanti, realizzate con il "sistema bilanciato" (n. 9-10-11) il cui impalcato è sostenuto da tiranti in *c.a. precompresso (stralli)*, che partono dalle sommità di antenne ad "A", alte fino a 90 metri dal fondo valle. La restante parte del viadotto è stata realizzata con sistema classico.

Ciascun impalcato ospita due corsie di traffico (marcia e sorpasso).

Il viadotto è stato, nel tempo, doverosamente soggetto a continue attività di controllo, in esito alle quali fu eseguito, già negli anni '90, un rilevante intervento di manutenzione straordinaria mirato principalmente agli elementi di sospensione del sistema bilanciato n. 11. Intervento necessitato dalla rilevata constatazione dell'avanzato stato di corrosione dei cavi principali; sinteticamente: gli originari tiranti in *c.a. precompresso* furono affiancati da un sistema

esterno di cavi convenzionali in acciaio, ai quali fu progressivamente trasferita la maggior parte del carico che impegnava gli stralli originali.

Con nota n. 22127 del 05.12.2017 del M.I.T. – Dipartimento per le Infrastrutture, i Sistemi Informativi e Statistici – Direzione Generale per la Vigilanza sulle Concessioni Autostradali – Divisione 4<sup>a</sup> - inviata al Provveditorato Provveditorato Interregionale per le OO.PP. Piemonte/Valle d'Aosta/Liguria, è stato trasmesso il *Progetto Esecutivo per gli Interventi di retrofitting strutturale del Viadotto Polcevera al km 000 + 551 - Autostrada A/10 Genova - Savona* per l'acquisizione del parere di questo C.T.A. presso detto Istituto, secondo quanto previsto dagli artt. 215, c. 3 e 5 del D. Lgs n. 18.04.2016 n. 50 e dall'art. 127, c. 1, lett. b del D. Lgs 19.04. 2017 n. 56.

Il Progetto è stato redatto dalla *Spea Engineering* ed è a firma dell'ing. Emanuele De Angelis (Ord. Ingg. Viterbo n. A936) – Responsabile Progettazione Specialistica e ing. Massimiliano Giacobbi (Ord. Ingg. Milano n. 20746) - Responsabile Integrazione Prestazioni Specialistiche e Direttore Tecnico.

## 1.2) INDAGINI – ISPEZIONI - DIFETTI

Come detto, il viadotto è stato oggetto nel tempo di continue attività di controllo e monitoraggio, proseguite anche successivamente al richiamato intervento degli anni '90; le periodiche ispezioni e le indagini diagnostiche (sempre *in fieri*) consentono di tenere sotto controllo tutto il viadotto nel suo complesso (stralli, cassoni, solette, travi, appoggi, pile antenne ecc.).

La Relazione che accompagna il Progetto Esecutivo all'esame di questo Consesso richiama puntualmente tutte le indagini, prove ed ispezioni che hanno interessato gli stralli nel corso degli anni *i cui risultati, viene specificato, sono stati utilizzati per la taratura dei modelli di calcolo alla base della progettazione stessa.*

Alla Relazione Generale che accompagna il Progetto sono stati allegati tutti gli esiti delle indagini, che formano una corposa documentazione tecnica di 546 pagine; allegati a tale relazione sono i seguenti elaborati tecnici:

- 001A - Sorveglianza Riflettometrica dei Cavi di Precompressione degli Stralli Lato Valle
- 001B - Sorveglianza Riflettometrica dei Cavi di Precompressione degli Stralli Lato Monte
- 001C - Indagini diagnostiche sugli stralli di pila 9 e pila 10
- 001D - Caratterizzazione dinamica dei sistemi bilanciati n 9 e 10 del Viadotto
- 001E - Indagini Diagnostiche sulle travi di bordo esterno in c.a.precompresso
- 001F - Indagini diagnostiche sulle travi in c.a.precompresso
- 001G - Misure riflettometriche sui cavi di precompressione 2015

Si riporta di seguito una sintesi delle indagini richiamate nella Relazione Generale che accompagna il Progetto.

### INDAGINI - STRALLI PILE 9 E 10

- Indagini diagnostiche stralli Pile 9 e 10
  - estensimetri: variazioni tensioni cls sotto traffico
  - liberazione delle tensioni: valutazione sforzi di pre-compressione
  - esami visivi cavi di pre-compressione

esterno di cavi convenzionali in acciaio, ai quali fu progressivamente trasferita la maggior parte del carico che impegnava gli stralli originali.

Con nota n. 22127 del 05.12.2017 del M.I.T. – Dipartimento per le Infrastrutture, i Sistemi Informativi e Statistici – Direzione Generale per la Vigilanza sulle Concessioni Autostradali – Divisione 4<sup>a</sup> - inviata al Provveditorato Provveditorato Interregionale per le OO.PP. Piemonte/Valle d'Aosta/Liguria, è stato trasmesso il *Progetto Esecutivo per gli Interventi di retrofitting strutturale del Viadotto Polcevera al km 000 + 551 - Autostrada A/10 Genova - Savona* per l'acquisizione del parere di questo C.T.A. presso detto Istituto, secondo quanto previsto dagli artt. 215, c. 3 e 5 del D. Lgs n. 18.04.2016 n. 50 e dall'art. 127, c. 1, lett. b del D. Lgs 19.04. 2017 n. 56.

Il Progetto è stato redatto dalla *Spea Engineering* ed è a firma dell'ing. Emanuele De Angelis (Ord. Ingg. Viterbo n. A936) – Responsabile Progettazione Specialistica e ing. Massimiliano Giacobbi (Ord. Ingg. Milano n. 20746) - Responsabile Integrazione Prestazioni Specialistiche e Direttore Tecnico.

## 1.2) INDAGINI – ISPEZIONI - DIFETTI

Come detto, il viadotto è stato oggetto nel tempo di continue attività di controllo e monitoraggio, proseguite anche successivamente al richiamato intervento degli anni '90; le periodiche ispezioni e le indagini diagnostiche (sempre *in fieri*) consentono di tenere sotto controllo tutto il viadotto nel suo complesso (stralli, cassoni, solette, travi, appoggi, pile antenne ecc.).

La Relazione che accompagna il Progetto Esecutivo all'esame di questo Consesso richiama puntualmente tutte le indagini, prove ed ispezioni che hanno interessato gli stralli nel corso degli anni *i cui risultati, viene specificato, sono stati utilizzati per la taratura dei modelli di calcolo alla base della progettazione stessa.*

Alla Relazione Generale che accompagna il Progetto sono stati allegati tutti gli esiti delle indagini, che formano una corposa documentazione tecnica di 546 pagine; allegati a tale relazione sono i seguenti elaborati tecnici:

- 001A - Sorveglianza Riflettometrica dei Cavi di Precompressione degli Stralli Lato Valle
- 001B - Sorveglianza Riflettometrica dei Cavi di Precompressione degli Stralli Lato Monte
- 001C - Indagini diagnostiche sugli stralli di pila 9 e pila 10
- 001D - Caratterizzazione dinamica dei sistemi bilanciati n 9 e 10 del Viadotto
- 001E - Indagini Diagnostiche sulle travi di bordo esterno in c.a.precompresso
- 001F - Indagini diagnostiche sulle travi in c.a.precompresso
- 001G - Misure riflettometriche sui cavi di precompressione 2015

Si riporta di seguito una sintesi delle indagini richiamate nella Relazione Generale che accompagna il Progetto.

### INDAGINI - STRALLI PILE 9 E 10

- Indagini diagnostiche stralli Pile 9 e 10
  - estensimetri: variazioni tensioni cls sotto traffico
  - liberazione delle tensioni: valutazione sforzi di pre-compressione
  - esami visivi cavi di pre-compressione

- valutazioni resistenze a pre-compressione del cls
- stato conservativo degli stralli
- rilievi anomalie corrosione e iniezioni: misure riflettometriche
- indagini diagnostiche sugli stralli di pile 9 e 10
- prove dinamiche

#### DESCRIZIONE DIFETTI - STRALLI PILE 9 E 10

Sulla base della vasta banca dati ormai disponibile, è risultato uno stato di conservazione degli stralli delle pile 9 e 10 discreto; tuttavia i risultati delle prove riflettometriche hanno evidenziato un lento *trend* di degrado dei cavi costituenti gli stralli (riduzione d'area totale dei cavi dal 10 al 20%); e proprio per tale considerazione la Committente ha ritenuto opportuno avviare una progettazione finalizzata al rinforzo degli stralli delle pile 9 e 10.

Ogni considerazione nel merito è dettagliatamente trattata nella Documentazione Tecnica richiamata nella Relazione Generale e a questa allegata; in particolare si citano in questa sede:

- Relazione Tecnica di sorveglianza riflettometrica dei cavi di precompressione degli stralli pile 9 e 10 est lato Valle (Elaborato 001A):
  - Considerazioni sui cavi della pila 9 - lato Mare
  - Considerazioni sui cavi della pila 10 - lato Mare
- Relazione Tecnica di sorveglianza riflettometrica dei cavi di precompressione degli stralli pile 9 e 10 est lato Monte (Elaborato 001B):
  - Considerazioni sui cavi della pila 9 - lato Monte
  - Considerazioni sui cavi della pila 10 - lato Monte

#### INDAGINI SU ALTRI ELEMENTI STRUTTURALI

Oltre agli studi, osservazioni, monitoraggi, ispezioni etc. riguardanti gli stalli, le indagini sono state estese agli altri elementi strutturali costituenti il Viadotto, che hanno evidenziato quadri fessurativi (lesioni) più o meno estesi, presenza di umidità, fenomeni di distacchi, dilavamenti, efflorescenze, fenomeni di ossidazione, ammaloramenti in genere. I controlli erano stati infatti estesi a:

- Pile 9-10 e impalcati tra Pila 9 e Pila 11
  - Pile – Elevazioni
  - Antenne – Stalli
  - Impalcati Travi
  - Impalcati Traversi
  - Impalcati Solette
  - Impalcati Cassoni
  - Appoggi – Apparecchi
  - Appoggi - Baggioli

Sulla base delle indagini svolte la Società Progettista ha cautelativamente stimato un grado di ammaloramento medio oscillante dal 10% al 20%.

#### 2) LAVORI PREVISTI IN PROGETTO

La Società Progettista evidenzia come l'intervento proposto è in grado di coprire

*Proiet*

*RB*

ammaloramenti fino al 40% e che eventuali ammaloramenti maggiori possono essere gestiti dal sistema progettato che prevede la possibilità di effettuare operazioni successive di ritesatura.

Il Progetto Esecutivo prevede tutti gli interventi ritenuti indispensabili per il ripristino delle pile nn. 9 e 10 ed il rinforzo degli stralli di pile nn. 9 e 10, in esito alle risultanze delle analisi condotte e delle indagini ed ispezioni, in pratica riproponendo quanto già fatto negli anni 90 per la pila n.11: disposizione di nuovi cavi esterni *unbonded*, che vanno dal traversone dell'impalcato fino alla sommità delle antenne

La Relazione descrive e suddivide tutti i diversi interventi previsti utilizzando la medesima ripartizione riportata nel Capitolato Speciale d'Appalto – parte prima:

**INTERVENTI "A-B-C-D": RIPRISTINI CLS DI: PILE (A), ANTENNE (B), COSTITUENTI I TRAVERSI DI ATTACCO DEGLI STRALLI (C) e DI SOMMITA' ANTENNE (D)**

- Asportazione degli strati corticali di cls ammalorato mediante scalpellatura meccanica (spessore medio 3cm, estensione intervento 100%) e passivazione delle barre di armatura;
- Ripristino con malta cementizia, premiscelata, tixotropica con fibre e poliacrilonitrile e fibrorinforzata con fibre inorganiche flessibili "tipo MT1" (spessore medio 3cm, estensione intervento 100%);
- Fornitura e posa in opera di rivestimento protettivo impermeabilizzante costituito da malta cementizia bicomponente polimero modificata con resine acriliche (estensione intervento 100%);

**INTERVENTO "D1": RIPRISTINO BLOCCO ESISTENTE SOMMITA' ANTENNA PILA 10**

Sabbatura del blocco di acciaio esistente in sommità delle antenne di pila n°10 secondo grado Sa 2<sup>1/2</sup> fino alla eliminazione di tutte le parti ossidate e/o che presentino scarsa aderenza e/o non idonea adesione al supporto metallico e il tutto con un profilo di regolarità minimo di 30 micron; successiva verniciatura mediante vernice protettiva ad alta durabilità con applicazione del ciclo pittura con definito nella scheda ciclo "C" del C.S.A.

**INTERVENTO "E": RIPRISTINO CLS COSTITUENTI GLI STRALLI**

- Asportazione degli strati corticali di cls (sez. strallo) ammalorato mediante scalpellatura meccanica (spessore medio 3cm, estensione intervento 100%) e passivazione delle barre di armatura;
- Ripristino (sez. strallo) con malta cementizia, premiscelata, tixotropica con fibre e poliacrilonitrile e fibrorinforzata con fibre inorganiche flessibili "tipo MT1" (spessore medio 3cm, estensione intervento 100%);
- Fornitura e posa in opera (sez. strallo) di rivestimento protettivo impermeabilizzante costituito da malta cementizia bicomponente polimero modificata con resine acriliche (estensione intervento 100%);

**INTERVENTO "F": POSA IN OPERA DEL BLOCCO DI ANCORAGGIO IN SOMMITA' ANTENNA**

- Posizionamento e montaggio dispositivi in acciaio S355J2 alla sommità delle due antenne.

**INTERVENTO "G": POSA IN OPERA DEI BLOCCHI DI ANCORAGGIO AI TRAVERSI**

- Posizionamento e montaggio dispositivi in acciaio S355J2 per l'attacco dei cavi provenienti dall'impalcato.

**INTERVENTO "H": POSA IN OPERA PIASTRE PORTA CAVI**

- Posizionamento di piastre porta cavi in acciaio S355J2 lungo gli stralli delle pile.

**INTERVENTO "I": POSA IN OPERA CAVI**

- Passaggio cavi di precompressione e tesatura finale.

*{La Relazione (e il Capitolato Speciale di Appalto - Parte Prima) passa poi a descrivere la sequenza degli interventi "F" - "G" - "H" - "I" valida per pila n. 9 e per pila n. 10}.*

ammaloramenti fino al 40% e che eventuali ammaloramenti maggiori possono essere gestiti dal sistema progettato che prevede la possibilità di effettuare operazioni successive di ritesatura.

Il Progetto Esecutivo prevede tutti gli interventi ritenuti indispensabili per il ripristino delle pile nn. 9 e 10 ed il rinforzo degli stralli di pile nn. 9 e 10, in esito alle risultanze delle analisi condotte e delle indagini ed ispezioni, in pratica riproponendo quanto già fatto negli anni 90 per la pila n.11: disposizione di nuovi cavi esterni *unbonded*, che vanno dal traversone dell'impalcato fino alla sommità delle antenne

La Relazione descrive e suddivide tutti i diversi interventi previsti utilizzando la medesima ripartizione riportata nel Capitolato Speciale d'Appalto – parte prima:

**INTERVENTI "A-B-C-D": RIPRISTINI CLS DI: PILE (A), ANTENNE (B), COSTITUENTI I TRAVERSI DI ATTACCO DEGLI STRALLI (C) e DI SOMMITA' ANTENNE (D)**

- Asportazione degli strati corticali di cls ammalorato mediante scalpellatura meccanica (spessore medio 3cm, estensione intervento 100%) e passivazione delle barre di armatura;
- Ripristino con malta cementizia, premiscelata, tixotropica con fibre e poliacrilonitrile e fibrorinforzata con fibre inorganiche flessibili "tipo MT1" (spessore medio 3cm, estensione intervento 100%);
- Fornitura e posa in opera di rivestimento protettivo impermeabilizzante costituito da malta cementizia bicomponente polimero modificata con resine acriliche (estensione intervento 100%);

**INTERVENTO "D1": RIPRISTINO BLOCCO ESISTENTE SOMMITA' ANTENNA PILA 10**

Sabbiatura del blocco di acciaio esistente in sommità delle antenne di pila n°10 secondo grado Sa 2<sup>1/2</sup> fino alla eliminazione di tutte le parti ossidate e/o che presentino scarsa aderenza e/o non idonea adesione al supporto metallico e il tutto con un profilo di regolarità minimo di 30 micron; successiva verniciatura mediante vernice protettiva ad alta durabilità con applicazione del ciclo pittura con definito nella scheda ciclo "C" del C.S.A.

**INTERVENTO "E": RIPRISTINO CLS COSTITUENTI GLI STRALLI**

- Asportazione degli strati corticali di cls (sez. strallo) ammalorato mediante scalpellatura meccanica (spessore medio 3cm, estensione intervento 100%) e passivazione delle barre di armatura;
- Ripristino (sez. strallo) con malta cementizia, premiscelata, tixotropica con fibre e poliacrilonitrile e fibrorinforzata con fibre inorganiche flessibili "tipo MT1" (spessore medio 3cm, estensione intervento 100%);
- Fornitura e posa in opera (sez. strallo) di rivestimento protettivo impermeabilizzante costituito da malta cementizia bicomponente polimero modificata con resine acriliche (estensione intervento 100%);

**INTERVENTO "F": POSA IN OPERA DEL BLOCCO DI ANCORAGGIO IN SOMMITA' ANTENNA**

- Posizionamento e montaggio dispositivi in acciaio S355J2 alla sommità delle due antenne.

**INTERVENTO "G": POSA IN OPERA DEI BLOCCHI DI ANCORAGGIO AI TRAVERSI**

- Posizionamento e montaggio dispositivi in acciaio S355J2 per l'attacco dei cavi provenienti dall'impalcato.

**INTERVENTO "H": POSA IN OPERA PIASTRE PORTA CAVI**

- Posizionamento di piastre porta cavi in acciaio S355J2 lungo gli stralli delle pile.

**INTERVENTO "I": POSA IN OPERA CAVI**

- Passaggio cavi di precompressione e tesatura finale.

*{La Relazione (e il Capitolato Speciale di Appalto - Parte Prima) passa poi a descrivere la sequenza degli interventi "F" - "G" - "H" - "I" valida per pila n. 9 e per pila n. 10}.*

**INTERVENTO "L1": RINFORZO A TAGLIO E RINFORZO BULBO (valido per le travi con bulbo ringrossato: campata E11 Tr n°1 lato monte, campata E5 Tr n°1 lato monte e Tr n°1 e n°2 lato mare)**

- Asportazione degli strati corticali di cls ammalorato eseguita mediante scalpellatura meccanica e passivazione barre armatura (sp. medio 10cm) in corrispondenza dell'anima/trave per una lunghezza di 9m;
- Posa in opera di armatura integrativa saldata con l'armatura esistente ed inghisata alla struttura
- Casseratura e getto con calcestruzzo di tipo "CS"  $R_{ck} \geq 67 \text{MPa}$ , espansivo a stabilità volumetrica (spessore medio 10cm) in corrispondenza dell'anima della trave per una lunghezza di 9m;
- Posa in opera di n°2 piastre metalliche, spessore 10mm opportunamente inghisate ed incollate alla struttura esistente in corrispondenza delle testate delle travi;
- Asportazione degli strati corticali di cls ammalorato eseguita mediante scalpellatura meccanica e passivazione delle barre di armatura (spessore medio 1cm in corrispondenza del bulbo e spessore medio 10cm pareti orizzontali superiori del bulbo);
- Posa in opera di nuova armatura saldata con l'esistente (staffe ad "L") in corrispondenza delle pareti orizzontali superiori del bulbo;
- Casseratura e getto con calcestruzzo di tipo "CS"  $R_{ck} \geq 67 \text{MPa}$ , espansivo a stabilità volumetrica (spessore medio 10cm) in corrispondenza in corrispondenza delle pareti orizzontali superiori del bulbo;
- Ripristino con malta cementizia, premiscelata, tixotropica, con fibre sintetiche poliacrilonitrili e fibrorinforzata con fibre inorganiche flessibili, di "tipo MT1" (sp. medio di 1cm in corrispondenza del bulbo);

**INTERVENTO "L1'": RINFORZO A TAGLIO (valido per campata E11 Tr n°1 lato mare, già oggetto di precompressione)**

- Asportazione degli strati corticali di cls ammalorato eseguita mediante scalpellatura meccanica e passivazione barre armatura (sp. medio 10cm) in corrispondenza dell'anima/trave per una lunghezza di 9m;
- Posa in opera di armatura integrativa saldata con l'armatura esistente ed inghisata alla struttura;
- Casseratura e getto con calcestruzzo di tipo "CS"  $R_{ck} \geq 67 \text{MPa}$ , espansivo a stabilità volumetrica (spessore medio 10cm) in corrispondenza dell'anima della trave per una lunghezza di 9m;
- Posa in opera di n°2 piastre metalliche, spessore 10mm opportunamente inghisate ed incollate alla struttura esistente in corrispondenza delle testate delle travi;

**INTERVENTO "L2": RINFORZO A TAGLIO E RIPRISTINO BULBO (valido per le travi con bulbo non ringrossato)**

- Asportazione degli strati corticali di cls ammalorato eseguita mediante scalpellatura meccanica e passivazione barre armatura (sp. medio 10cm) in corrispondenza dell'anima/trave per una lunghezza di 9m;
- Posa in opera di armatura integrativa saldata con l'armatura esistente ed inghisata alla struttura;
- Casseratura e getto con calcestruzzo di tipo "CS"  $R_{ck} \geq 67 \text{MPa}$ , espansivo a stabilità volumetrica (spessore medio 10cm) in corrispondenza dell'anima della trave per una lunghezza di 9m;
- Posa in opera di n°2 piastre metalliche, spessore 10mm opportunamente inghisate ed incollate alla struttura esistente in corrispondenza delle testate delle travi;
- Asportazione degli strati corticali di cls ammalorato eseguita mediante scalpellatura meccanica e passivazione delle barre di armatura (spessore medio 5cm in corrispondenza del bulbo per 2m e spessore medio 3cm per la restante parte del bulbo);
- Ripristino con malta cementizia, premiscelata, tixotropica, con fibre sintetiche poliacrilonitrili e fibrorinforzata con fibre inorganiche flessibili, di "tipo MT1" (spessore medio 5cm in corrispondenza del bulbo per 2m e spessore medio 3cm per la restante parte del bulbo);

**INTERVENTO "L3": PRECOMPRESSIONE ESTERNA TRAVI (valido per campata E11 Tr n°1 lato monte e Tr n°2 lato mare, campata E5 Tr n°1 lato monte e Tr n°1 lato mare)**

- Preparazione ancoraggi in corrispondenza dell'estradosso della soletta (in ombra alle interferenze al traffico autostradale già previste per altre lavorazioni);
- Ancoraggio piastre di testata (in ombra alle interferenze al traffico autostradale già previste per altre lavorazioni);
- Getto di ringrosso con calcestruzzo di tipo "CS"  $R_{ck} \geq 67 \text{MPa}$ , espansivo a stabilità volumetrica per uno spessore medio di 55cm e nuova pavimentazione per chiusure nicchie (spessore 10cm) con impermeabilizzazione (bitume modificato), binder ed usura drenante;
- Maturazione getto ancoraggi testata;
- Ancoraggio piastra centrale;



- Posizionamento delle barre dywdag per precompressione trave (n°16 per trave L=8,50m) e dei manicotti;
- Tesatura delle barre (400KN a cavo) mediante martinetti posti in corrispondenza del blocco centrale (in ombra alle interferenze al traffico autostradale già previste per altre lavorazioni);

#### **INTERVENTO "L4": RAVVIVATURA E VERNICIATURA TRAVI DI BORDO**

- Ravvivatura mediante sabbiatura delle superfici non ripristinate (estensione intervento 100%, parete laterale esterna a meno di quella ripristinata con gli interventi L1 ed L2);
- F.P.O. in opera di rivestimento protettivo impermeabilizzante costituito da malta cementizia bicomponente polimero modificata con resine acriliche (estensione int. 100%, parete laterale esterna e bulbo).

#### **INTERVENTO "M1": RIPRISTINO SUPERFICIALE CASSONI IN PROSSIMITA' DEI GIUNTI (localizzato 2.0m)**

- Asportazione degli strati corticali di cls ammalorato eseguita mediante scalpellatura meccanica (spessore medio 5cm, estensione intervento 100%) e passivazione delle barre di armatura;
- Posa in opera, in corrispondenza degli spigoli, di rete elettrosaldata Ø 3 mm passo 5x5 con ganci/mq Ø 8 L = 20 cm (inghisati per una lunghezza di 12 cm in foro Ø 10);
- Ripristino con malta cementizia, premiscelata, tixotropica, con fibre sintetiche poliacrilonitrili e fibrorinforzata con fibre inorganiche flessibili, di "tipo MT1" (sp. medio di 5cm, estensione int. 100%);

#### **INTERVENTO "M2": RIPRISTINO SUPERFICIALE CASSONI**

- Asportazione degli strati corticali di cls ammalorato eseguita scalpellatura meccanica (spessore medio 3cm, estensione intervento 100%) e passivazione delle barre di armatura;
- Ripristino con malta cementizia, premiscelata, tixotropica, con fibre sintetiche poliacrilonitrili e fibrorinforzata con fibre inorganiche flessibili, di "tipo MT1" (spessore medio di 3cm, estensione int. 100%);

#### **INTERVENTO "M3": VERNICIATURA CASSONI**

- F.P.O. in opera di rivestimento protettivo impermeabilizzante costituito da malta cementizia bicomponente polimero modificata con resine acriliche (estensione intervento 100%);

#### **INTERVENTO "N": RIPRISTINO SUPERFICIALE SBALZI E CORDOLI (a meno delle zone demolite e ricostruite nell'ambito del progetto di riqualifica delle barriere di sicurezza)**

- Asportazione degli strati corticali di cls ammalorato eseguita scalpellatura meccanica (spessore medio 3cm, estensione intervento 100%) e passivazione delle barre di armatura;
- Ripristino con malta cementizia, premiscelata, tixotropica, con fibre sintetiche poliacrilonitrili e fibrorinforzata con fibre inorganiche flessibili, di "tipo MT1" (spessore medio di 3cm, estensione int. 100%);
- F.P.O. in opera di rivestimento protettivo impermeabilizzante costituito da malta cementizia bicomponente polimero modificata con resine acriliche (estensione intervento 100%);

#### **INTERVENTO "O": RIPRISTINO SUPERFICIALE TRAVERSI**

- Asportazione degli strati corticali di cls ammalorato eseguita scalpellatura meccanica (spessore medio 3cm, estensione intervento 100% traversi di testata traversi e di campata) e passivazione delle barre di armatura;
- Ripristino con malta cementizia, premiscelata, tixotropica, con fibre sintetiche poliacrilonitrili e fibrorinforzata con fibre inorganiche flessibili, di "tipo MT1" (spessore medio di 3cm, estensione int. 100%);
- F.P.O. in opera di rivestimento protettivo impermeabilizzante costituito da malta cementizia bicomponente polimero modificata con resine acriliche (estensione intervento 100%, traversi di testata);

#### **INTERVENTO "P": RIPRISTINO SUPERFICIALE INTRADOSSO SOLETTE**

- Asportazione degli strati corticali di cls ammalorato eseguita scalpellatura meccanica (spessore medio 3cm, estensione intervento 50%) e passivazione delle barre di armatura;
- Ripristino con malta cementizia, premiscelata, tixotropica, con fibre sintetiche poliacrilonitrili e fibrorinforzata con fibre inorganiche flessibili, di "tipo MT1" (spessore medio di 3cm, estensione int. 50%);

#### **INTERVENTO "Q1": ALLARGAMENTO PASSI D'UOMO ESISTENTI (n°45)**

*Allargamento passi d'uomo esistenti e fornitura e posa in opera di griglie di chiusura apribili previa rimozione*

- Posizionamento delle barre dywdag per precompressione trave (n°16 per trave L=8,50m) e dei manicotti;
- Tesatura delle barre (400KN a cavo) mediante martinetti posti in corrispondenza del blocco centrale (in ombra alle interferenze al traffico autostradale già previste per altre lavorazioni);

#### **INTERVENTO "L4": RAVVIVATURA E VERNICIATURA TRAVI DI BORDO**

- Ravvivatura mediante sabbiatura delle superfici non ripristinate (estensione intervento 100%, parete laterale esterna a meno di quella ripristinata con gli interventi L1 ed L2);
- F.P.O. in opera di rivestimento protettivo impermeabilizzante costituito da malta cementizia bicomponente polimero modificata con resine acriliche (estensione int. 100%, parete laterale esterna e bulbo).

#### **INTERVENTO "M1": RIPRISTINO SUPERFICIALE CASSONI IN PROSSIMITA' DEI GIUNTI (localizzato 2.0m)**

- Asportazione degli strati corticali di cls ammalorato eseguita mediante scalpellatura meccanica (spessore medio 5cm, estensione intervento 100%) e passivazione delle barre di armatura;
- Posa in opera, in corrispondenza degli spigoli, di rete elettrosaldata Ø 3 mm passo 5x5 con ganci/mq Ø 8 L = 20 cm (inghisati per una lunghezza di 12 cm in foro Ø 10);
- Ripristino con malta cementizia, premiscelata, tixotropica, con fibre sintetiche poliacrilonitrili e fibrorinforzata con fibre inorganiche flessibili, di "tipo MT1" (sp. medio di 5cm, estensione int. 100%);

#### **INTERVENTO "M2": RIPRISTINO SUPERFICIALE CASSONI**

- Asportazione degli strati corticali di cls ammalorato eseguita scalpellatura meccanica (spessore medio 3cm, estensione intervento 100%) e passivazione delle barre di armatura;
- Ripristino con malta cementizia, premiscelata, tixotropica, con fibre sintetiche poliacrilonitrili e fibrorinforzata con fibre inorganiche flessibili, di "tipo MT1" (spessore medio di 3cm, estensione int. 100%);

#### **INTERVENTO "M3": VERNICIATURA CASSONI**

- F.P.O. in opera di rivestimento protettivo impermeabilizzante costituito da malta cementizia bicomponente polimero modificata con resine acriliche (estensione intervento 100%);

#### **INTERVENTO "N": RIPRISTINO SUPERFICIALE SBALZI E CORDOLI (a meno delle zone demolite e ricostruite nell'ambito del progetto di riqualifica delle barriere di sicurezza)**

- Asportazione degli strati corticali di cls ammalorato eseguita scalpellatura meccanica (spessore medio 3cm, estensione intervento 100%) e passivazione delle barre di armatura;
- Ripristino con malta cementizia, premiscelata, tixotropica, con fibre sintetiche poliacrilonitrili e fibrorinforzata con fibre inorganiche flessibili, di "tipo MT1" (spessore medio di 3cm, estensione int. 100%);
- F.P.O. in opera di rivestimento protettivo impermeabilizzante costituito da malta cementizia bicomponente polimero modificata con resine acriliche (estensione intervento 100%);

#### **INTERVENTO "O": RIPRISTINO SUPERFICIALE TRAVERSI**

- Asportazione degli strati corticali di cls ammalorato eseguita scalpellatura meccanica (spessore medio 3cm, estensione intervento 100% traversi di testata traversi e di campata) e passivazione delle barre di armatura;
- Ripristino con malta cementizia, premiscelata, tixotropica, con fibre sintetiche poliacrilonitrili e fibrorinforzata con fibre inorganiche flessibili, di "tipo MT1" (spessore medio di 3cm, estensione int. 100%);
- F.P.O. in opera di rivestimento protettivo impermeabilizzante costituito da malta cementizia bicomponente polimero modificata con resine acriliche (estensione intervento 100%, traversi di testata);

#### **INTERVENTO "P": RIPRISTINO SUPERFICIALE INTRADOSSO SOLETTE**

- Asportazione degli strati corticali di cls ammalorato eseguita scalpellatura meccanica (spessore medio 3cm, estensione intervento 50%) e passivazione delle barre di armatura;
- Ripristino con malta cementizia, premiscelata, tixotropica, con fibre sintetiche poliacrilonitrili e fibrorinforzata con fibre inorganiche flessibili, di "tipo MT1" (spessore medio di 3cm, estensione int. 50%);

#### **INTERVENTO "Q1": ALLARGAMENTO PASSI D'UOMO ESISTENTI (n°45)**

*Allargamento passi d'uomo esistenti e fornitura e posa in opera di griglie di chiusura apribili previa rimozione*

delle passerelle esistenti.

- Scalpellatura meccanica del calcestruzzo, salvaguardando l'armatura esistente non interferente, per un'impronta pari a 0.90mx0.80m intorno al passo d'uomo esistente (0.70mx0.40m);
- Posa in opera di armatura integrativa e di profilo ad "L" in acciaio S355 opportunamente inghisato alla struttura esistente ed incollato con resina per tutta l'impronta a contatto con il calcestruzzo;
- Getto con calcestruzzo di tipo "CS"  $R_{ck} \geq 67 \text{MPa}$ , espansivo a stabilità volumetrica per uno spessore medio 10cm così da realizzare un passo d'uomo delle dimensioni di 0.70mx0.60m;
- F.P.O. in opera di griglia apribile in acciaio zincato dimensione 0.70mx0.60m opportunamente collegata con la soletta esistente.

#### INTERVENTO "Q2": REALIZZAZIONE NUOVI PASSI D'UOMO (n°59)

Taglio del calcestruzzo per un'impronta pari alla dimensione del nuovo passo d'uomo (0.60mx0.60m);

- Scalpellatura meccanica del calcestruzzo, salvaguardando l'armatura esistente non interferente intorno al passo d'uomo esistente per uno spessore medio di 0.10m;
- Posa in opera di armatura integrativa e di profilo ad "L" in acciaio S355 opportunamente inghisato alla struttura esistente ed incollato con resina per tutta l'impronta a contatto con il calcestruzzo;
- Getto con calcestruzzo di tipo "CS"  $R_{ck} \geq 67 \text{MPa}$ , espansivo a stabilità volumetrica per uno spessore medio 10cm così da realizzare un passo d'uomo delle dimensioni di 0.60mx0.60m;
- F.P.O. in opera di griglia apribile in acciaio zincato dimensione 0.60mx0.60m opportunamente collegata con la soletta esistente.

#### INTERVENTO "R": RIPRISTINO SISTEMA SMALTIMENTO ACQUE

- Smontaggio pluviali esistenti e fornitura e posa in opera di nuovi pluviali in PVC diam. 160mm raccordati da dorsali ancorate alle travi ed ai cassoni con staffoni in acciaio inossidabili per poi essere convogliati al piede delle pile (lunghezza di 1750m complessivi).

#### INTERVENTO "S": RIPRISTINO APPOGGI E BAGGIOLI (in corrispondenza degli appoggi fissi - totale 12 elementi)

- Asportazione degli strati corticali di cls ammalorato eseguita scalpellatura meccanica (spessore medio 5cm, estensione intervento 100%) e passivazione delle barre di armatura;
- Ripristino con malta cementizia, premiscelata, tixotropica, con fibre sintetiche poliacrilonitrili e fibrorinforzata con fibre inorganiche flessibili, di "tipo MT1" (spessore medio di 5cm, estensione intervento 100%) con eventuale aggiunta di armatura integrativa;
- Sabbatura a metallo bianco degli apparecchi di appoggio esistenti e successiva protezione con grasso grafitato (totale n°12).

#### INTERVENTO "T": RIPRISTINO LOCALIZZATO STRALLI PILA N°11

- Asportazione degli strati corticali di cls ammalorato mediante scalpellatura meccanica (spessore medio 3cm, estensione intervento 20%) e passivazione delle barre di armatura;
- Ripristino con malta cementizia, premiscelata, tixotropica con fibre e poliacrilonitrile e fibrorinforzata con fibre inorganiche flessibili "tipo MT1" (spessore medio 3cm, estensione intervento 20%);
- Ravvivatura mediante sabbatura delle superfici non soggette a ripristino (estensione intervento 80%).
- Fornitura e posa in opera di rivestimento protettivo impermeabilizzante costituito da malta cementizia bicomponente polimero modificata con resine acriliche (estensione intervento 100%);

#### INTERVENTO "U": SABBATURA E VERNICIATURA DELLE PARTI METALLICHE SUGLI STRALLI DI PILA N°11

- Sabbatura secondo grado Sa 2<sup>1/2</sup> (estensione intervento 50%) fino alla eliminazione di tutte le parti ossidate e/o che presentino scarsa aderenza e/o non idonea adesione al supporto metallico e il tutto con un profilo di regolarità minimo di 30 micron e successiva verniciatura mediante vernice protettiva ad alta durabilità con applicazione del ciclo di pittura con definito nella scheda ciclo "C" del C.S.A (estensione intervento 100%).

#### INTERVENTO "V1" NUOVI GIUNTI A TAMPONE

- Fornitura e posa in opera di n°2 giunti a tampone viscoelastico (lunghezza 17.0m);

#### INTERVENTO "V2" NUOVI GIUNTI ACCIAIO - GOMMA

Fornitura e posa in opera di n°3 giunti in acciaio gomma (lunghezza 17.0m) mediante:

- Demolizione del giunto esistente –  
Taglio/scarifica pavimentazione (5 cm per parte oltre il giunto esistente) e rimozione del giunto esistente.
- Posa in opera nuovo giunto e ricostruzione della pavimentazione  
F.P.O. in opera di armatura integrativa all'intradosso (n.6 Ø8mm per parte) e posa di ganci Ø12/25, L=45cm;  
F.P.O. in opera di nuovo giunto in elastomero armato 200 (±100mm) completo di scossalina;  
Casseratura-getto nuovo massetto (largh. 0.20m, 0.10m per parte) con malta colabile tipo "MC4" (s = 4 cm).  
Nuova pavimentazione (strato di usura drenante) con bitume modificato hard per uno spessore di 4 cm.

Molto importante ai fini della realizzazione dei lavori e della riuscita dell'intervento, l'operazione di tesatura dei cavi.

### TESATURA NUOVI CAVI

I cavi per la realizzazione degli stralli sono formati da 25 trefoli *unbonded* da 15,7mm di diametro conformi alle UNI 7676 Y1860T7-15,7-ZoZA-CR, con proprietà  $f_{ptk}=1860\text{N/mm}^2$  e  $f_{pk}=1670\text{N/mm}^2$  inalterate dopo il rivestimento metallico, paralleli, infilabili uno alla volta e sostituibili, contenuti in un condotto continuo ed impermeabile liscio di HDPE-PN80 non inferiore a PN6 il diametro esterno della guaina dovrà essere  $\leq 160\text{mm}$ , resistente ai raggi UV.

Gli stralli saranno completi di elementi terminali fissi e regolabili a tendere.

Gli stralli dovranno essere provvisti di tutti i componenti ed accessori necessari per renderli completi e finiti, conformi alle indicazioni di progetto.

La tesatura potrà avvenire in una o più fasi, in una o più tappe, da una o due estremità anche con tiro parziale dei trefoli; potrà essere eseguita con un unico martinetto atto a tirare simultaneamente l'intero fascio di trefoli o tesando un trefolo per volta con un martinetto monotrefolo (*monojects*), purché sia garantita l'uniformità del tiro in tutti i trefoli con una tolleranza non superiore al  $\pm 2\%$  (per maggiore dettaglio si rimanda agli elaborati grafici).

Gli stralli dovranno essere completi dei cappellotti d'acciaio debitamente protetti dalla corrosione con guarnizioni di impermeabilizzazione, riempiti di cera montati a protezione delle fruste di tiro e/o rilascio dei trefoli.

Dovranno essere disposte delle celle dinamometriche di carico anulari sul 50% degli stralli, complete dei cavi di collegamento alla centralina di acquisizione dei dati e della centralina medesima.

L'impresa dovrà documentare tutte le fasi di tesatura fornendo un dettagliato documento alla D.L. contenente le fasi intermedie di tesatura, il tiro finale nei cavi e le tensioni nello strallo esistente.

Tale documento unitamente al monitoraggio consentirà di valutare futuri interventi.

Inoltre, data l'importanza della struttura e la complessità delle lavorazioni, il progetto prevede la realizzazione di un complesso SISTEMA DI MONITORAGGIO da installarsi sulle Pile 9, 10 e 11 del Viadotto. L'*Elaborato Progettuale MOI 001 "Piano di monitoraggio sistemi bilanciati nn. 9 -10 e 11"* riguarda appunto l'installazione di un network di sensori per monitoraggio statico e dinamico, le scelte di natura tecnologica, la selezione del tipo di sensore ed il posizionamento, l'approvvigionamento energetico, la frequenza di campionamento e di lettura, il sistema di trasmissione e l'analisi dei dati acquisiti, cui dovrà attenersi l'Esecutore dell'opera.

La Società Progettista ha evidenza che l'intervento proposto è in grado di coprire ammaloramenti fino al 40% e che eventuali successivi ammaloramenti maggiori possono essere gestiti dal sistema progettato che prevede la possibilità di effettuare operazioni successive di ritesatura.

### INTERFERENZE

Il Progetto analizza dettagliatamente tutte le interferenze che inevitabilmente si verificheranno durante l'esecuzione dei lavori (*Elaborati di Progetto da n. 046 a n. 055*).

Fornitura e posa in opera di n°3 giunti in acciaio gomma (lunghezza 17.0m) mediante:

- Demolizione del giunto esistente –  
Taglio/scarifica pavimentazione (5 cm per parte oltre il giunto esistente) e rimozione del giunto esistente.
- Posa in opera nuovo giunto e ricostruzione della pavimentazione  
F.P.O. in opera di armatura integrativa all'intradosso (n.6 Ø8mm per parte) e posa di ganci Ø12/25, L=45cm;  
F.P.O. in opera di nuovo giunto in elastomero armato 200 (±100mm) completo di scossalina;  
Casseratura-getto nuovo massetto (largh. 0.20m, 0.10m per parte) con malta colabile tipo "MC4" (s = 4 cm).  
Nuova pavimentazione (strato di usura drenante) con bitume modificato hard per uno spessore di 4 cm.

Molto importante ai fini della realizzazione dei lavori e della riuscita dell'intervento, l'operazione di tesatura dei cavi.

### TESATURA NUOVI CAVI

I cavi per la realizzazione degli stralli sono formati da 25 trefoli *unbonded* da 15,7mm di diametro conformi alle UNI 7676 Y1860T7-15,7-ZoZA-CR, con proprietà  $f_{ptk}=1860\text{N/mm}^2$  e  $f_{pk}=1670\text{N/mm}^2$  inalterate dopo il rivestimento metallico, paralleli, infilabili uno alla volta e sostituibili, contenuti in un condotto continuo ed impermeabile liscio di HDPE-PN80 non inferiore a PN6 il diametro esterno della guaina dovrà essere  $\leq 160\text{mm}$ , resistente ai raggi UV.

Gli stralli saranno completi di elementi terminali fissi e regolabili a tendere.

Gli stralli dovranno essere provvisti di tutti i componenti ed accessori necessari per renderli completi e finiti, conformi alle indicazioni di progetto.

La tesatura potrà avvenire in una o più fasi, in una o più tappe, da una o due estremità anche con tiro parziale dei trefoli; potrà essere eseguita con un unico martinetto atto a tirare simultaneamente l'intero fascio di trefoli o tesando un trefolo per volta con un martinetto monotrefolo (*monojacks*), purché sia garantita l'uniformità del tiro in tutti i trefoli con una tolleranza non superiore al  $\pm 2\%$  (per maggiore dettaglio si rimanda agli elaborati grafici).

Gli stralli dovranno essere completi dei cappellotti d'acciaio debitamente protetti dalla corrosione con guarnizioni di impermeabilizzazione, riempiti di cera montati a protezione delle fruste di tiro e/o rilascio dei trefoli.

Dovranno essere disposte delle celle dinamometriche di carico anulari sul 50% degli stralli, complete dei cavi di collegamento alla centralina di acquisizione dei dati e della centralina medesima.

L'impresa dovrà documentare tutte le fasi di tesatura fornendo un dettagliato documento alla D.L. contenente le fasi intermedie di tesatura, il tiro finale nei cavi e le tensioni nello strallo esistente.

Tale documento unitamente al monitoraggio consentirà di valutare futuri interventi.

Inoltre, data l'importanza della struttura e la complessità delle lavorazioni, il progetto prevede la realizzazione di un complesso SISTEMA DI MONITORAGGIO da installarsi sulle Pile 9, 10 e 11 del Viadotto. L'*Elaborato Progettuale MOI 001 "Piano di monitoraggio sistemi bilanciati nn. 9 -10 e 11"* riguarda appunto l'installazione di un network di sensori per monitoraggio statico e dinamico, le scelte di natura tecnologica, la selezione del tipo di sensore ed il posizionamento, l'approvvigionamento energetico, la frequenza di campionamento e di lettura, il sistema di trasmissione e l'analisi dei dati acquisiti, cui dovrà attenersi l'Esecutore dell'opera.

La Società Progettista ha evidenza che l'intervento proposto è in grado di coprire ammaloramenti fino al 40% e che eventuali successivi ammaloramenti maggiori possono essere gestiti dal sistema progettato che prevede la possibilità di effettuare operazioni successive di ritesatura.

### INTERFERENZE

Il Progetto analizza dettagliatamente tutte le interferenze che inevitabilmente si verificheranno durante l'esecuzione dei lavori (*Elaborati di Progetto da n. 046 a n. 055*).

A parte le interferenze di tipo strettamente tecnico quali quella *con gli impianti tecnologici* presenti nella tratta interessata dall'intervento (cui dovrà provvedere la Committenza), e quella *con la guida carroponte* (sul Viadotto è presente una navetta installata in corrispondenza degli sbalzi di entrambe le carreggiate appositamente prevista per l'esecuzione di lavori: attrezzatura che risulta essere di proprietà della Committenza e relativamente alla quale dovrà provvedersi ad una formale consegna di tale attrezzatura all'impresa appaltatrice, previa verifica della stessa e redazione di "stato di consistenza"), le interferenze principali sono quelle con la viabilità e col traffico veicolare, perché più impattanti: sia quelle con la viabilità autostradale, sia quelle con la viabilità (e altri vincoli) sottostante al Viadotto.

#### INTERFERENZE CON IL TRAFFICO AUTOSTRADALE

L'autostrada A10 nel tratto oggetto dell'intervento ospita due corsie (sorpasso e marcia) per ogni carreggiata. Il Progetto ha studiato e analizzato 6 possibili scenari di interferenze cui fanno riferimento altrettanti schemi.

- Schema 1 - Chiusure temporanee notturne di entrambe le carreggiate contemporaneamente con deviazione del traffico autostradale sulle viabilità locali in particolare sulla strada a mare che collega Genova Sestri con Genova Sampierdarena - Sono previste n° 24 chiusure notturne
- Schema 2 - Chiusure temporanee notturne della carreggiata Est con deviazione del traffico autostradale sulle viabilità locali in particolare sulla strada a mare che collega Genova Sestri con Genova Sampierdarena  
Sono previste n° 61 chiusure notturne
- Schema 3 - Chiusure temporanee notturne della carreggiata Ovest con deviazione del traffico autostradale sulle viabilità locali in particolare sulla strada a mare che collega Genova Sestri con Genova Sampierdarena  
Sono previste n° 61 chiusure notturne
- Schema 4 - Riduzioni temporanee notturne con chiusura delle corsie di marcia delle carreggiate contemporaneamente (Est-Ovest) con limitazione del traffico pesante deviandolo sulle viabilità locali in particolare sulla strada a mare che collega Genova Sestri con Genova Sampierdarena  
Sono previste n° 10 chiusure notturne
- Schema 5 - Riduzioni temporanee notturne della carreggiata Est con chiusura della corsia di marcia  
Sono previste n° 27 chiusure notturne
- Schema 6 - Riduzioni temporanee notturne della carreggiata Ovest con chiusura della corsia di marcia  
Sono previste n° 30 chiusure notturne

#### INTERFERENZE CON LA VIABILITÀ SOTTOSTANTE / ALTRO

Il Viadotto Polcevera è inserito nel tratto cittadino dell'Autostrada A/10 Genova-Savona, in un contesto assai densamente urbanizzato: nelle zone sottostanti all'opera infatti sono pertanto presenti, oltre all'alveo del Torrente, numerose strade facenti parte della viabilità urbana del Comune di Genova, la ferrovia Milano-Genova, diversi insediamenti sia abitativi sia industriali.

Il Progetto studia questa tipologia di interferenze analizzando caso per caso impatti e necessità.

- Interferenze con la viabilità Ordinaria e l'Isola Ecologica sottostanti - Al di sotto della pila n. 9 in corrispondenza della parte centrale è presente la via Argine del Polcevera mentre lato Savona l'Avia Giorgio Perlasca; sul lato Genova è presente l'Isola Ecologica. Sono previste alcune chiusure notturne di via Argine del Polcevera e parziali chiusure notturne (una sola corsia) di via Giorgio Perlasca.
- Interferenze con il Torrente Polcevera - Sotto la pila n. 9 - lato SV - è presente il torrente Polcevera: a tipologia di ponteggi previsti in progetto non interferisce con il torrente.
- Interferenze con RFI - Tra la pila n. 9 e la n. 10 sono presenti binari e sedime ferroviario mentre in



corrispondenza della pila n. 10 lato Genova un'area di proprietà RFI. Sono state rilevate modeste zone di interferenza in esito alle quali la D.L. concorderà a momento opportuno con R.F.I. le modalità, le chiusure e la durata delle stesse.

- Altre interferenze con le Pile nn. 9 e 10 – Sono state rilevate presenze di cavi elettrici, di rete anti-caduta, di un Condominio, nonché la necessità di occupazioni di suolo pubblico. La risoluzione di tali minori interferenze sarà affrontata con la collaborazione della Committenza, degli Enti Gestori, dei Proprietari.

### 3) DURATA DEI LAVORI E COSTO DELL'INTERVENTO

Il Progetto prevede una durata complessiva dei lavori di 784 giorni naturali consecutivi come risulta dagli elaborati Cronoprogramma GEN – 002 A e GEN – 002 B.

Il Costo complessivo dell'intervento discende dalla redazione del Computo Metrico-Estimativo riguardante i lavori; dall'applicazione degli Oneri di Sicurezza, e dalla stima delle Somme a Disposizione. I prezzi applicati per i lavori sono stati desunti dall'Elenco Prezzi Unico Anas 2017 e della annessa appendice all'elenco prezzi: relativamente a quest'ultima è stata redatta apposita analisi.

Il *QUADRO ECONOMICO* che ne discende è il seguente:

<b>QUADRO ECONOMICO</b>				
<b>A</b>	<b>LAVORI</b>			
	<b>DESCRIZIONE</b>	<b>LAVORI A CORPO</b>	<b>LAVORI A MISURA</b>	<b>TOTALE</b>
	<b>Ripristini calcestruzzi</b>			
	Stralli		519.703,35	519.703,35
	Antenne	15.931,62	991.707,27	1.007.638,89
	Cavalletti		1.102.354,54	1.102.354,54
	Impalcato	184.173,70	1.917.338,41	2.101.512,11
	<b>sommano</b>	<b>200.105,32</b>	<b>4.531.103,57</b>	<b>4.731.208,89</b>
	<b>Rinforzo stralli</b>			
	Carpenterie speciali di aggancio alla struttura	5.557.041,25		5.557.041,25
	Cavi esterni	3.710.855,10		3.710.855,10
	<b>sommano</b>	<b>9.267.896,35</b>		<b>9.267.896,35</b>
	<b>Altre attività (sovrapprezzi)</b>			
	Magg.ne per LL. nott.-festivi		236.560,50	236.560,50
	Magg.ne per LL. con traffico		522.517,95	522.517,95
	<b>sommano</b>		<b>759.078,45</b>	<b>759.078,45</b>
	<b>Sommano A</b>	<b>9.468.001,67</b>	<b>5.290.182,02</b>	<b>14.758.183,69</b>
<b>S</b>	<b>ONERI DELLA SICUREZZA</b>			
	O.Specifici (non soggetti a rib.)			5.401.160,57
	<b>Sommano A + S</b>			<b>20.159.344,26</b>
<b>B</b>	<b>SOMME A DISPOSIZIONE</b>			
	Servizi ausiliari a cantierizzazione			500.000,00

corrispondenza della pila n. 10 lato Genova un'area di proprietà RFI. Sono state rilevate modeste zone di interferenza in esito alle quali la D.L. concorderà a momento opportuno con R.F.I. le modalità, le chiusure e la durata delle stesse.

- Altre interferenze con le Pile nn. 9 e 10 – Sono state rilevate presenze di cavi elettrici, di rete anti-caduta, di un Condominio, nonché la necessità di occupazioni di suolo pubblico. La risoluzione di tali minori interferenze sarà affrontata con la collaborazione della Committenza, degli Enti Gestori, dei Proprietari.

### **3) DURATA DEI LAVORI E COSTO DELL'INTERVENTO**

Il Progetto prevede una durata complessiva dei lavori di 784 giorni naturali consecutivi come risulta dagli elaborati Cronoprogramma GEN – 002 A e GEN – 002 B.

Il Costo complessivo dell'intervento discende dalla redazione del Computo Metrico-Estimativo riguardante i lavori; dall'applicazione degli Oneri di Sicurezza, e dalla stima delle Somme a Disposizione. I prezzi applicati per i lavori sono stati desunti dall'Elenco Prezzi Unico Anas 2017 e della annessa appendice all'elenco prezzi: relativamente a quest'ultima è stata redatta apposita analisi.

Il *QUADRO ECONOMICO* che ne discende è il seguente:

<b>QUADRO ECONOMICO</b>				
<b>A</b>	<b>LAVORI</b>			
	<b>DESCRIZIONE</b>	<b>LAVORI A CORPO</b>	<b>LAVORI A MISURA</b>	<b>TOTALE</b>
	<b>Ripristini calcestruzzi</b>			
	Stralli		519.703,35	519.703,35
	Antenne	15.931,62	991.707,27	1.007.638,89
	Cavalletti		1.102.354,54	1.102.354,54
	Impalcato	184.173,70	1.917.338,41	2.101.512,11
	sommano	200.105,32	4.531.103,57	4.731.208,89
	<b>Rinforzo stralli</b>			
	Carpenterie speciali di aggancio alla struttura	5.557.041,25		5.557.041,25
	Cavi esterni	3.710.855,10		3.710.855,10
	sommano	9.267.896,35		9.267.896,35
	<b>Altre attività (sovrapprezzi)</b>			
	Magg.ne per LL. nott.-festivi		236.560,50	236.560,50
	Magg.ne per LL. con traffico		522.517,95	522.517,95
	sommano		759.078,45	759.078,45
	<b>Sommano A</b>	9.468.001,67	5.290.182,02	14.758.183,69
<b>S</b>	<b>ONERI DELLA SICUREZZA</b>			
	O.Specifici (non soggetti a rib.)			5.401.160,57
	<b>Sommano A + S</b>			20.159.344,26
<b>B</b>	<b>SOMME A DISPOSIZIONE</b>			
	Servizi ausiliari a cantierizzazione			500.000,00

Monitoraggi		1.300.000,00
Espropri ed Interferenze		911.000,00
Serv. propedeutici lavorazioni		560.000,00
Imprevisti (5% di A + S)		1.007.967,21
Accordi bonari (3% di A + S)		604.780,33
Prove (1% di A + S)		201.593,44
Spese generali (8% di A + S)		1.612.747,54
	<b>Sommano B</b>	<b>6.698.088,52</b>
<b>TOTALE INTERVENTO</b>	<b>A + S + B</b>	<b>26.857.432,78</b>

### 5) ELENCO DEGLI ELABORATI COSTITUENTI IL PROGETTO

	<i>SERIE N° ELABORATO</i>	<i>TITOLO DELL'ELABORATO</i>
<b>DOCUMENTAZIONE GENERALE</b>	GEN - 000 GEN - 001 GEN - 001 A GEN - 002 A GEN - 002 B GEN - 003 GEN - 004 GEN - 005 GEN - 006	Elenco elaborato Relazione Allegati alla relazione Cronoprogramma 1 / 2 Cronoprogramma 2 / 2 Ubicazione discariche C.S.A. - parte 1^ C.S.A. - parte 2^ - Norme Tecniche Piano di manutenzione
<b>PAESAGGISTICA</b>	AUA - 001	Censimento fotografico dello stato attuale e foto-simulazioni dello stato di progetto
<b>ACUSTICA</b>	PAC - 010	Documentazione di impatto acustico - Fase di Cantiere
<b>ESPROPRI</b>	ESC - 001 ESC - 002 ESC - 003	Piano particellare Elenco ditte Q.E. indennità di esproprio
<b>VINCOLI</b>	SUA - 001	Relazione sui vincoli
<b>MONITORAGGIO</b>	MOI - 001	Piano di monitoraggio sistemi bilanciati nn. 9 -10 - 11
<b>SICUREZZA</b>	SIC - 001 SIC - 002 SIC - 003 SIC - 004	Piano di sicurezza e di coordinamento Fascicolo tecnico dell'opera Tavola di cantierizzazione 1 / 2 Tavola di cantierizzazione 2 / 2
<b>INTERVENTI</b>	STR - 001 STR - 002 STR - 003 STR - 004 STR - 005 STR - 006	Relazione di calcolo - Stralli Relazione di calcolo - Travi Corografia Inquadramento generale dell' opera Carpenteria pila P9 Carpenteria pila P10

*Handwritten signature and initials*

*Handwritten signature*

	<p>STR - 007  STR - 008  STR - 009  STR - 010  STR - 011  STR - 012  STR - 013  STR - 014  STR - 015  STR - 016  STR - 017  STR - 018  STR - 019  STR - 020  STR - 021  STR - 022  STR - 023  STR - 024  STR - 025  STR - 026  STR - 027  STR - 028  STR - 029  STR - 030  STR - 031  STR - 032  STR - 033  STR - 034  STR - 035  STR - 036  STR - 037  STR - 038  STR - 039  STR - 040  STR - 041  STR - 042  STR - 043  STR - 044  STR - 045  STR - 046  STR - 047  STR - 048  STR - 049  STR - 050  STR - 051  STR - 052  STR - 053  STR - 054  STR - 055</p>	<p>Ubicazione interventi pile P9 - P10  Ubicazione interventi impalcato e stralli pila P11  Ripristini antenna P9 - Interventi B, D - Elab. 1 / 2  Ripristini pila e stralli P9 - Interventi A,C,E - Elab. 2 / 2  Ripristini antenna P10 - Interventi B, D - Elab. 1 / 2  Ripristini pila e stralli P10 - Int.ti A, C, E - Elab. 2 / 2  Ripristini impalcato a travi E5 - E11  Intervento di rinforzo a taglio travi e rinforzo bulbo  Intervento di rinforzo a taglio travi e ripristino bulbo  Intervento di precompressione travi - Elab. 1 / 2  Intervento di precompressione travi - Elab. 2 / 2  Ripristino impalcato campate strallate - Pila P9 e P10  Ripristino impalcato campate strallate - Pila P11  Passi d'uomo - Dettagli  Ingombri sui traversi del dispositivo inferiore  Ingombri cavi e dispositivi - Intervento F, G, H, I  Carp. metallica porta cavi - Intervento H - Elab. 1 / 2  Carp. metallica porta cavi - Intervento H - Elab. 2 / 2  Carp. metallica disp. inferiore - Intervento G  Assemblaggio disp. inferiore - Intervento G  Sequenza di saldature disp. inferiore - Elab. 1 / 3  Sequenza di saldature disp. inferiore - Elab. 2 / 3  Sequenza di saldature disp. inferiore - Elab. 3 / 3  Posizionamento e montaggio disp. inferiore  Carp. metallica disp. superiore P9 - Intervento F  Assemblaggio disp. superiore P9 - Intervento F  Sequenza di saldature disp. superiore P9  Posizionamento e montaggio disp. superiore P9  Carp. metallica disp. superiore P10 - Intervento F  Assemblaggio disp. superiore P10 - Intervento F  Sequenza di saldature disp. superiore P10 - Tav. 1 / 2  Sequenza di saldature disp. superiore P10 - Tav. 2 / 2  Posizionamento e montaggio disp. superiore P10  Posizionamento inghisaggi  Passaggio cavi - Elab. 1 / 2  Passaggio cavi - Elab. 2 / 2  Fasi di tesatura e punti di monitoraggio  Ripristini base antenna P9  Ripristini base antenna P10  Fasi di lavoro ed interferenze - Elab. 1 / 8  Fasi di lavoro ed interferenze - Elab. 2 / 8  Fasi di lavoro ed interferenze - Elab. 3 / 8  Fasi di lavoro ed interferenze - Elab. 4 / 8  Fasi di lavoro ed interferenze - Elab. 5 / 8  Fasi di lavoro ed interferenze - Elab. 6 / 8  Fasi di lavoro ed interferenze - Elab. 7 / 8  Fasi di lavoro ed interferenze - Elab. 8 / 8  Tipologie opere provvisionali  Interferenze con R.F.I.</p>
<p><b>COMPUTI - STIME  DATI ECONOMICI</b></p>	<p>CCP - 001  CCP - 002  CCP - 003  CCP - 004  CCP - 005  CCP - 006  CCP - 007  CCP - 008</p>	<p>Quadro economico  Computo metrico  Stima dei lavori  Elenco prezzi unitari  Sistema di qualificazione soggetti esecutori di LL.PP.  incidenza manodopera per le ctg. Qualificazione LL.PP.  Riepilogo di stima per articoli  Analisi dei prezzi</p>

	<p>STR -007 STR -008 STR -009 STR -010 STR -011 STR -012 STR -013 STR -014 STR -015 STR -016 STR -017 STR -018 STR -019 STR -020 STR -021 STR -022 STR -023 STR -024 STR -025 STR -026 STR -027 STR -028 STR -029 STR -030 STR -031 STR -032 STR -033 STR -034 STR -035 STR -036 STR -037 STR -038 STR -039 STR -040 STR -041 STR -042 STR -043 STR -044 STR -045 STR -046 STR -047 STR -048 STR -049 STR -050 STR -051 STR -052 STR -053 STR -054 STR -055</p>	<p>Ubicazione interventi pile P9 - P10 Ubicazione interventi impalcato e stralli pila P11 Ripristini antenna P9 - Interventi B, D - Elab. 1 / 2 Ripristini pila e stralli P9 - Interventi A,C,E - Elab. 2 / 2 Ripristini antenna P10 - Interventi B, D - Elab. 1 / 2 Ripristini pila e stralli P10 - Int.ti A, C, E - Elab. 2 / 2 Ripristini impalcato a travi E5 - E11 Intervento di rinforzo a taglio travi e rinforzo bulbo Intervento di rinforzo a taglio travi e ripristino bulbo Intervento di precompressione travi - Elab. 1 / 2 Intervento di precompressione travi - Elab. 2 / 2 Ripristino impalcato campate strallate - Pila P9 e P10 Ripristino impalcato campate strallate - Pila P11 Passi d'uomo - Dettagli Ingombri sui traversi del dispositivo inferiore Ingombri cavi e dispositivi - Intervento F, G, H, I Carp. metallica porta cavi - Intervento H - Elab. 1 / 2 Carp. metallica porta cavi - Intervento H - Elab. 2 / 2 Carp. metallica disp. inferiore - Intervento G Assemblaggio disp. inferiore - Intervento G Sequenza di saldature disp. inferiore - Elab. 1 / 3 Sequenza di saldature disp. inferiore - Elab. 2 / 3 Sequenza di saldature disp. inferiore - Elab. 3 / 3 Posizionamento e montaggio disp. inferiore Carp. metallica disp. superiore P9 - Intervento F Assemblaggio disp. superiore P9 - Intervento F Sequenza di saldature disp. superiore P9 Posizionamento e montaggio disp. superiore P9 Carp. metallica disp. superiore P10 - Intervento F Assemblaggio disp. superiore P10 - Intervento F Sequenza di saldature disp. superiore P10 - Tav. 1 / 2 Sequenza di saldature disp. superiore P10 - Tav. 2 / 2 Posizionamento e montaggio disp. superiore P10 Posizionamento inghisaggi Passaggio cavi - Elab. 1 / 2 Passaggio cavi - Elab. 2 / 2 Fasi di tesatura e punti di monitoraggio Ripristini base antenna P9 Ripristini base antenna P10 Fasi di lavoro ed interferenze - Elab. 1 / 8 Fasi di lavoro ed interferenze - Elab. 2 / 8 Fasi di lavoro ed interferenze - Elab. 3 / 8 Fasi di lavoro ed interferenze - Elab. 4 / 8 Fasi di lavoro ed interferenze - Elab. 5 / 8 Fasi di lavoro ed interferenze - Elab. 6 / 8 Fasi di lavoro ed interferenze - Elab. 7 / 8 Fasi di lavoro ed interferenze - Elab. 8 / 8 Tipologie opere provvisorie Interferenze con R.F.I.</p>
<p>COMPUTI - STIME DATI ECONOMICI</p>	<p>CCP - 001 CCP - 002 CCP - 003 CCP - 004 CCP - 005 CCP - 006 CCP - 007 CCP - 008</p>	<p>Quadro economico Computo metrico Stima dei lavori Elenco prezzi unitari Sistema di qualificazione soggetti esecutori di LL.PP. incidenza manodopera per le ctg. Qualificazione LL.PP. Riepilogo di stima per articoli Analisi dei prezzi</p>

## CONSIDERAZIONI

Complessivamente il Progetto Esecutivo esaminato appare ben redatto e completo in ogni dettaglio. Lo stesso risulta studiato in modo metodologicamente ineccepibile non solo alla luce delle verifiche delle strutture esistenti, degli effetti del degrado constatati, dei rinforzi, ma anche tenendo in considerazione la grande mole dei dati di monitoraggio e controllo raccolti via via negli anni precedenti.

Dal punto di vista normativo, gli interventi in progetto sono da considerarsi "interventi locali" ai sensi del cap. 8, par. 4 del D.M. 14/01/2008 (NTC 2008) e della Circolare 02.02.2009 (n. 617/C.S.LL.PP.) in quanto:

- Non alterano lo schema statico del ponte
- Non alterano la risposta dinamica del ponte, intesa sia quella in esercizio sotto i carichi accidentali (traffico, vento, etc.) e/o in occasione di eventi sismici;
- Inducono sugli stralli una favorevole coazione di compressione;
- Introducono un elemento di ridondanza nella statica dello strallo che esclude in maniera permanente potenziali problemi di stabilità dell'opera;
- Sono confinati ai soli stralli del ponte, inducendo al di fuori di essi effetti parassiti trascurabili.

Altri interventi evidentemente "locali" sono il ripristino conservativo sulle superfici di calcestruzzo ammalorato, gli interventi di rinforzo strutturale delle travi a tampone per le pile 9, 10 e 11.

Relativamente all'inquadramento dell'iniziativa ai fini della vigente Convenzione Unica col M.I.T., la Relazione evidenzia che l'intervento principale consiste nella realizzazione di un sistema di tesatura esterna degli stralli in calcestruzzo relativi alle pile n. 9 e 10, resosi necessario per sopperire alla progressiva perdita di funzionalità dei cavi di precompressione inglobati nello strallo stesso: intervento complesso che non si limita mero ripristino di una configurazione statica di primo impianto, ma che col il sistema di ancoraggio studiato per i cavi esterni, consente anche la regolazione del tiro da imporre agli stessi, anche in momenti successivi all'intervento progettato, in modo da adattarsi perfettamente ad eventuali mutamenti dello stato tensionale dell'opera dovuti a fattori esterni. Sistema consente anche di gestire l'eventuale comparsa di trazioni nel calcestruzzo nocive per lo stato di conservazione dei cavi originari annegati nel getto.

L'intervento proposto, unitamente al sistema di monitoraggio che verrà contestualmente installato sugli stralli, è pertanto da considerarsi come un provvedimento migliorativo che, pur non portando a sostanziali modifiche del comportamento dell'opera, induce sugli stralli una favorevole coazione di compressione che allunga la vita utile di questi elementi, fondamentali per la statica del ponte, incrementando così il valore del cespite.

Considerata pertanto la natura e le finalità migliorative dell'intervento proposto si ritiene che lo stesso possa trovare allocazione economica all'interno dei casi previsti dalla Convenzione Unica.

Il Quadro economico appare redatto tenendo conto – nelle somme a disposizione – di tutte le necessità che sono connesse all'esecuzione dell'intervento: Servizi ausiliari a cantierizzazione, Monitoraggi, Espropri ed Interferenze, Servizi propedeutici alle lavorazioni, Imprevisti, Accordi bonari, Prove, Spese Generali.



Il capitolato Speciale d'Appalto (Parte 1^ n. 34 pagine) e Parte 2^ "Norme Tecniche" (919 pagine) appare ben redatto ed idoneo a regolare i rapporti tra Stazione Appaltante ed Impresa Esecutrice.

Appare corretta l'individuazione delle Categorie di Qualificazione per gli Esecutori di lavori Pubblici di cui allegato A del D.P.R. 05.10.2010 n. 207, individuate dal Capitolato Speciale d'Appalto (Parte 1^) come segue:

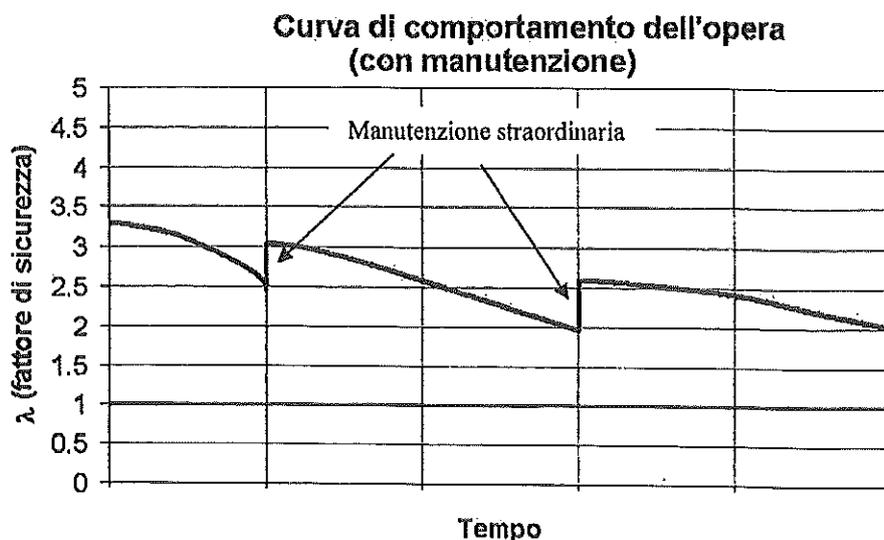
OS-18A	Componenti strutturali in acciaio	8.396.658,36	41,65%	Categoria Prevalente
OG03	Strade, Autostrade, Ponti, Viadotti, Ferrovie, Linee tranviarie, etc	56.614.930,38	32,81%	
OS11	Apparecchiature strutturali speciali	5.147.755,52	25,54%	

Il progetto ha preso in esame e affrontato gli altri aspetti connessi ai lavori quali le aree di cantiere e la logistica correlata, il trasporto, lo stoccaggio materiali e le aree di conferimento a discarica, le ponteggiature e le opere provvisorie, i vincoli, e lo studio acustico: tutte problematiche che trovano riscontro nella documentazione progettuale.

#### Osservazioni

Le osservazioni che seguono vogliono costituire un contributo ulteriore alla qualità del progetto e possono costituire elementi di miglioramento, senza tuttavia inficiarne la complessiva validità sostanziale in quanto non si riferiscono a dati cruciali per il consolidamento progettato.

1. Per una migliore lettura dei documenti progettuali ma, soprattutto, per una più sintetica rappresentazione dell'efficacia del lavoro eseguito potrebbe essere utile rappresentare gli effetti del degrado e dei lavori progettati in un digramma "capacità portante - tempo" analogo a quello riportato di seguito (l'ampio periodo di studio del ponte consente infatti di formulare questo approccio con una certa precisione):



Curva di comportamento del manufatto (andamento temporale del fattore di sicurezza in presenza di degrado del materiale, ma con adeguata manutenzione)

2. In generale, le Relazioni sarebbero molto più chiare se fossero integrate da figure esplicative; a titolo di esempio, allorché la Relazione Generale fa riferimento a livelli delle torri di sostegno, una rappresentazione grafica faciliterebbe la comprensione al lettore.
3. Benché come già notato le indagini sperimentali ed il sistema di monitoraggio appaiano completi e molto dettagliati, si rilevano alcuni aspetti discutibili per quanto riguarda la stima della resistenza del calcestruzzo; in particolare:
  - a) Il Metodo *SONREB-WIN* è scientificamente ormai ritenuto fallace. Il margine di errore dello sclerometro è  $\pm 80\%$  (un cls. di resistenza 40 viene rilevato dallo sclerometro con resistenza da 8 a 72) mentre la sonda *Windsor* definisce una penetrazione nel cls. indipendente dalla resistenza del cls. Stesso. Si osserva a tal proposito che la tecnica *Windsor* è stata abbandonata dal contesto scientifico.
  - b) non viene precisato quale tassello per *pull-out* sia stato impiegato. Questa notazione non è marginale perché nella letteratura scientifica è documentato che determinati tasselli per *pull-out*, specie se la curva di taratura non tiene conto dello stato tensionale nell'elemento strutturale, potrebbero portare a sovrastime anche del 100% della resistenza del calcestruzzo.

## CONCLUSIONI

Nelle Considerazioni che precedono il parere di questo Comitato Tecnico Amministrativo.

## I RELATORI

Ing. Salvatore Buonaccorso

.....

Ing. Giuseppe Sisco

.....

Prof. Ing. Antonio Brencich Ph.D.

.....

Prof. Ing. Mario Servetto

.....

## IL PRESIDENTE

Arch. Roberto Ferrazza

.....