



# COMUNE DI RAVENNA

AREA INFRASTRUTTURE CIVILI

SERVIZIO STRADE

U.O. STRADE CENTRO/NORD



## INTERVENTO: RIFACIMENTO IMPALCATO SULLA VIA CLASSICANA E MANUTENZIONE VIABILITA' LIMITROFE IN AMBITO PORTUALE

### PROGETTO ESECUTIVO

|  |   |                                     |
|--|---|-------------------------------------|
| Segretario generale:<br>Dott. PAOLO NERI | Assessorato LL.PP.:<br>Sig. ENRICO LIVERANI | Sindaco:<br>Sig. FABRIZIO MATTEUCCI |
|--|---|-------------------------------------|

Capo Servizio: Ing. ANNA FERRI

Capo Area: Ing. MASSIMO CAMPRINI

Firme:

|   |                          |       |
|---|--------------------------|-------|
| <b>RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:</b>                   | Ing. ANNA FERRI          | _____ |
| <b>PROGETTISTA COORDINATORE:</b>                        | Ing. CECILIA ROSETTI     | _____ |
| <b>PROGETTISTA OPERE STRADALI :</b>                     | Ing. CECILIA ROSETTI     | _____ |
| <b>PROGETTISTA OPERE DI PUBBLICA<br/>ILLUMINAZIONE:</b> | P.I. IVANO PAPA          | _____ |
| <b>PROGETTISTA OPERE FOGNARIE:</b>                      | Dott. GIANLUCA RICEPUTI  | _____ |
| <b>PROGETTISTA OPERE DI SEGNALETICA:</b>                | Geom. AGNESE CENTOLANI   | _____ |
| <b>PROGETTISTA OPERE STRUTTURALI:</b>                   | Ing. EMILIANO PANZAVOLTA | _____ |



SAPIR Porto Intermodale Ravenna S.p.A.  
48122 Ravenna - Via G. A. Zani, 1 - Tel. 0544/289711 - Fax 0544/289901  
Email: segreteria@sapir.it - Internet: www.sapir.it



SAPIR Engineering S.r.l. Socio Unico  
48122 Ravenna - Via G. Antonio Zani, 1  
Tel. 0544/289711 - Fax 0544/289901  
e-mail: segreteria@sapir.it - Internet: www.sapir.it

|      |                             |          |             |           |            |
|------|-----------------------------|----------|-------------|-----------|------------|
|      |                             |          |             |           |            |
| 0    | EMISSIONE SAPIR Engineering | AB       | EP          | GS        | 30/01/2015 |
| Rev. | Descrizione:                | Redatto: | Controllato | Approvato | Data:      |

ELABORATO:

## PIANO DI USO E MANUTENZIONE

|  |  |                                     |
|--|--|-------------------------------------|
| Codice Intervento:<br><b>PT:06.05/203/2013</b> | Data:<br><b>GENNAIO 2015</b>             | Codice Elaborato:<br><b>R_1002d</b> |
| Scala:   | File:<br><b>CO-14-014_STR-REL-04_r00</b> | Revisione:<br><b>0</b>              |



# COMUNE DI RAVENNA

AREA INFRASTRUTTURE CIVILI  
SERVIZIO STRADE  
U.O. STRADE CENTRO/NORD



Sistema di Qualità certificato per:  
Progettazione, programmazione,  
affidamento, direzione lavori  
dei lavori pubblici  
e delle manutenzioni;  
gestione esproprio.

## INTERVENTO: RIFACIMENTO IMPALCATO SULLA VIA CLASSICANA E MANUTENZIONE VIABILITA' LIMITROFE IN AMBITO PORTUALE

### PROGETTO DEFINITIVO

|  |   |                                     |
|--|---|-------------------------------------|
| Segretario generale:<br>Dott. PAOLO NERI | Assessorato LL.PP.:<br>Dott. ANDREA CORSINI | Sindaco:<br>Sig. FABRIZIO MATTEUCCI |
|--|---|-------------------------------------|

|                                |                                  |
|--------------------------------|----------------------------------|
| Capo Servizio: Ing. ANNA FERRI | Capo Area: Ing. MASSIMO CAMPRINI |
|--------------------------------|----------------------------------|

Firme:

**RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:** Ing.ANNA FERRI

**PROGETTISTA COORDINATORE:** Ing.CECILIA ROSETTI

**PROGETTISTA OPERE STRADALI:** Ing.CECILIA ROSETTI

**PROGETTISTA OPERE DI PUBBLICA  
ILLUMINAZIONE:** P.I. IVANO PAPA

**PROGETTISTA OPERE DI SEGNALETICA:** Geom.AGNESE CENTOLANI

**PROGETTISTA OPERE STRUTTURALI:** Ing.EMILIANO PANZAVOLTA



SAPIR Porto Intermodale Ravenna S.p.A.  
48122 Ravenna - Via G. A. Zani, 1 - tel. 0544/289711 - fax 0544/289901  
Email: segreteria@sapir.it - Internet: www.sapir.it



SAPIR Engineering S.r.l. Socio Unico  
48122 Ravenna - Via G. Antonio Zani, 1  
Tel. 0544/289711 - Fax 0544/289901  
e-mail: segreteria@sapideng.it - Internet: www.sapideng.it

|      |                             |          |             |           |            |
|------|-----------------------------|----------|-------------|-----------|------------|
|      |                             |          |             |           |            |
| 0    | EMISSIONE SAPIR Engineering | EP       | EP          | GS        | 28/11/2014 |
| Rev. | Descrizione:                | Redatto: | Controllato | Approvato | Data:      |

ELABORATO:

## PIANO DI MANUTENZIONE

|   |                                   |                               |
|---|-----------------------------------|-------------------------------|
| Codice Intervento:<br>PT:06.05/203/2013 | Data:<br>NOVEMBRE 2014            | Codice Elaborato:<br>R 1002 d |
| Scala:<br>/                             | File:<br>CO-14-014_STR-REL-04_r00 | Revisione:<br>0               |

## **INDICE**

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>PREMESSA.....</b>   | <b>3</b>  |
| <b>2</b> | <b>MANUALE D'USO .....</b>   | <b>3</b>  |
| 2.1      | Spalla lato Ravenna.....   | 3         |
| 2.2      | Spalla lato porto.....   | 4         |
| 2.3      | Pila centrale .....  | 4         |
| 2.4      | Impalcato metallico .....  | 4         |
| 2.5      | Dispositivi d'appoggio .....   | 5         |
| <b>3</b> | <b>MANUALE DI MANUTENZIONE .....</b>   | <b>6</b>  |
| 3.1      | Organizzazione delle attività .....  | 7         |
| <b>4</b> | <b>PROGRAMMA MANUTENZIONE .....</b>  | <b>7</b>  |
| 4.1      | Ispezione e manutenzione ordinaria .....   | 7         |
|          | 4.1.1 Strutture in c.a. (sottostrutture) .....                                       | 8         |
|          | 4.1.2 Strutture metalliche di impalcato .....  | 9         |
|          | 4.1.3 Apparecchi di appoggio.....  | 9         |
|          | 4.1.4 Sistema di smaltimento acque meteoriche.....                                   | 10        |
|          | 4.1.5 Portali di accesso intradosso ponte.....                                       | 10        |
| 4.2      | Ispezione e manutenzione straordinaria .....   | 11        |
|          | 4.2.1 Strutture metalliche di impalcato .....  | 12        |
|          | 4.2.2 Sostituzione degli apparecchi di appoggio.....                                 | 12        |
|          | 4.2.3 Revisione/sostituzione del sistema di smaltimento delle acque meteoriche ..... | 12        |
|          | 4.2.4 Livellazione topografica.....  | 12        |
| <b>5</b> | <b>ALLEGATO A - METODI PER ACCERTAMENTI SPECIALISTICI.....</b>                       | <b>14</b> |

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| 5.1      | Controlli magnetoscopici e ultrasonici sulle parti metalliche ..... | 14        |
| 5.2      | Controlli sui serraggi delle bullonature .....                      | 14        |
| 5.3      | Controllo della resistenza al distacco del rivestimento .....       | 15        |
| 5.4      | Endoscopie .....  | 15        |
| 5.5      | Prove non distruttive sui calcestruzzi .....                        | 15        |
|          | 5.5.1 Prove sclerometriche .....                                    | 16        |
|          | 5.5.2 Metodo della penetrazione (W.P.T.) .....                      | 18        |
|          | 5.5.3 Metodo della velocità dell'impulso ultrasonico (P.V.T.) ..... | 18        |
| 5.6      | Analisi chimico-fisiche .....                                       | 18        |
|          | 5.6.1 Presenza di efflorescenze .....                               | 18        |
|          | 5.6.2 Prove di carbonatazione .....                                 | 19        |
|          | 5.6.3 Rilievo della presenza di cloruri .....                       | 19        |
| 5.7      | Prove di carico .....   | 20        |
|          | 5.7.1 Prove statiche .....  | 20        |
|          | 5.7.2 Prove dinamiche .....   | 20        |
| <b>6</b> | <b>ALLEGATO B - SCHEDA DI ISPEZIONE .....</b>                       | <b>21</b> |

| Data       | Commessa                                       | Pag. | Pag. Tot. |
|------------|--|------|-----------|
| 15/12/2014 | CO-14-014_STR-REL-04_r00_PIANO DI MANUTENZIONE | 2    | 22        |

## 1 PREMESSA

La presente relazione individua il piano di manutenzione delle nuove opere strutturali previste nel progetto definitivo di un ponte in struttura mista da realizzare nel Comune di Ravenna (RA), al fine di consentire una maggiore altezza utile sotto trave e ripristinare una completa viabilità, attualmente interrotta a causa di urti sulla trave di bordo.

Il presente piano si dividerà nelle sue tre parti essenziali:

- manuale d'uso;
- manuale di manutenzione;
- programma di manutenzione.

## 2 MANUALE D'USO

La nuova opera oggetto della presente relazione, sarà realizzata nella zona portuale di Ravenna, all'incontro a piani sfalsati tra la strada via Classicana e la strada via Darsena San Vitale.

La struttura esistente in c.a.p., sarà sostituita con un ponte in struttura mista, con travi in acciaio Cor-ten e impalcato in c.a. gettato in opera su cassero in predalles prefabbricate.

La struttura del nuovo ponte è schematizzabile come un ponte su 3 appoggi, essendo prevista la realizzazione di una nuova pila centrale, e ogni carreggiata avrà dimensioni di 32 m x 11,40.

Il ponte è stato calcolato per supportare i carichi impressi dal transito di veicoli sulla carreggiata, come indicato dalla normativa vigente (NTC 2008), per ponti di I° Categoria, tutti gli usi e le azioni oltre a quelle di progetto, che ne comportano un uso improprio devono essere valutate in modo singolare.

### 2.1 SPALLA LATO RAVENNA

La spalla lato Ravenna è esistente ed è realizzata interamente in c.a., sulla quale verrà realizzata una struttura di ripartizione di dimensioni circa 23,00 m x 1,35 m altezza 0,60 m, sui

| Data       | Commessa                                       | Pag. | Pag. Tot. |
|------------|--|------|-----------|
| 15/12/2014 | CO-14-014_STR-REL-04_r00_PIANO DI MANUTENZIONE | 3    | 22        |

quali saranno realizzati dei batoli di vari altezza al fine di posizionare gli isolatori elastomerici alla quota corretta di posa.

Sarà realizzato un nuovo paraghiaia per poter assorbire quelle azioni trasmesse dai carichi esterni, di dimensioni circa 23 m x 0,40 m altezza 1,40 m.

## **2.2 SPALLA LATO PORTO**

La spalla lato porto è esistente ed è realizzata interamente in c.a., sulla quale verrà realizzata una struttura di ripartizione di dimensioni circa 23,00 m x 1,35 m altezza 0,60 m, sui quali saranno realizzati dei batoli di vari altezza al fine di posizionare gli isolatori elastomerici alla quota corretta di posa.

Sarà realizzato un nuovo paraghiaia per poter assorbire quelle che sono le azioni trasmesse dai carichi esterni, di dimensioni circa 23,00 m x 0,40 m altezza 1,40 m.

## **2.3 PILA CENTRALE**

Saranno realizzate due pile centrali interamente in c.a. con dimensioni in pianta pari a 10 m x 0,70 m altezza 5,50 m, distanziate di 1,00 m, in sommità saranno realizzati dei batoli di varie altezze al fine di posizionare gli isolatori elastomerici alla quota corretta di posa. Ogni fondazione è costituita da una ciabatta di dimensioni 11,00 m x 4,00 m altezza 1,20 m con piano di imposta a -1,50 m rispetto al piano attuale e poggiano su 12 pali tipo Franki diametro 600 mm con lunghezza utile di 7,50 m con una sbulbatura di 1,00 m.

## **2.4 IMPALCATO METALLICO**

L'impalcato metallico, realizzato in acciaio Cor-ten, ha una larghezza complessiva, fuori tutto, di 5,50 m. E' costituito da 12 travi anima piena (come meglio indicato dall'elaborato grafico). L'altezza totale delle travi è pari a 0,75 m. Le travi principali sono collegate dalla soletta realizzata su lastre predalles in c.a. e controventatura costituita da profili accoppiati L55x55x8.

L'impalcato poggia su predalles prefabbricate di varie dimensioni (come meglio indicato nell'elaborato grafico), che fungono da protezione e cassero per il getto della soletta che ha un'altezza utile di 0,20 m. Alle estremità è prevista la posa di una veletta per impedire agli

| Data       | Commessa                                       | Pag. | Pag. Tot. |
|------------|--|------|-----------|
| 15/12/2014 | CO-14-014_STR-REL-04_r00_PIANO DI MANUTENZIONE | 4    | 22        |

agenti atmosferici di bagnare le travi in acciaio, formando ristagni d'acqua in corrispondenza della giunzione Ala-anima.

La connessione tra travi in acciaio e impalcato in c.a. è garantito dai connettori saldati sull'ala superiore della trave ed annegati nel getto della soletta.

Dal punto di vista strutturale i carichi verticali (pesi propri, permanenti e azioni da traffico) sono trasferiti dalla soletta e da questa ultima alle travi principali a doppio T. La stabilità per flessio-torsione delle travi è garantita dal dimensionamento della trave stessa e gli irrigidimenti presenti, hanno la mera funzione di stabilizzare solo in fase di getto.

I carichi orizzontali longitudinali (frenamento) e trasversali (vento, serpeggio) sono riportati ai dispositivi di vincolo dalla controventatura orizzontale. Per quanto riguarda le azioni sismiche, i carichi in direzione longitudinale sono smorzati dagli isolatori posti sulle spalle laterali e sulla pila centrale e successivamente distribuiti in fondazione.

## 2.5 DISPOSITIVI D'APPOGGIO

L'impalcato è dotato complessivamente di 72 dispositivi di dissipazione, suddivisi tra spalle laterali e pila centrale, meglio indicati nell'elaborato grafico. La diversità dei dispositivi è dettata dal diverso carico ai quali sono sottoposti essendo la struttura semplificabile come una trave su 3 appoggi.

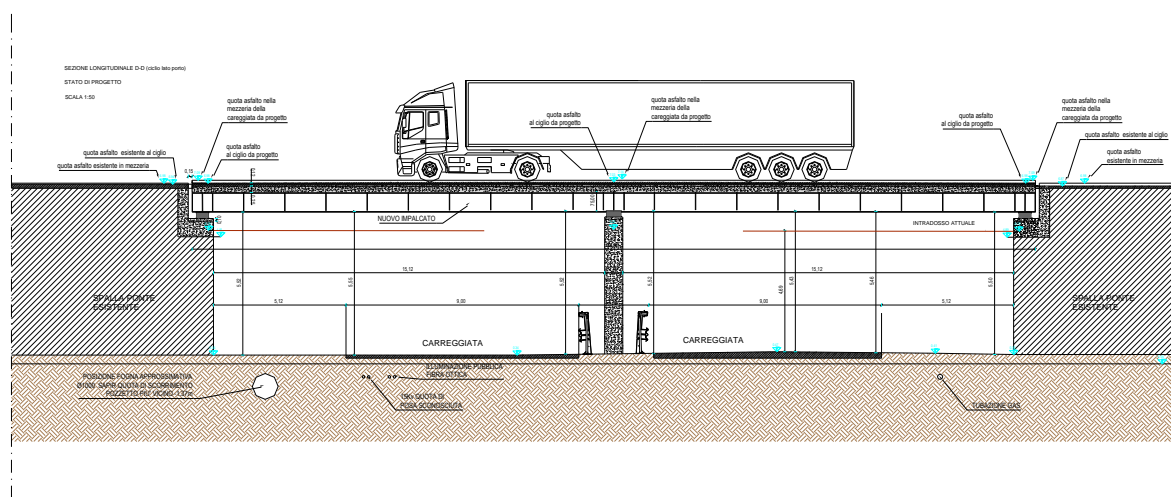
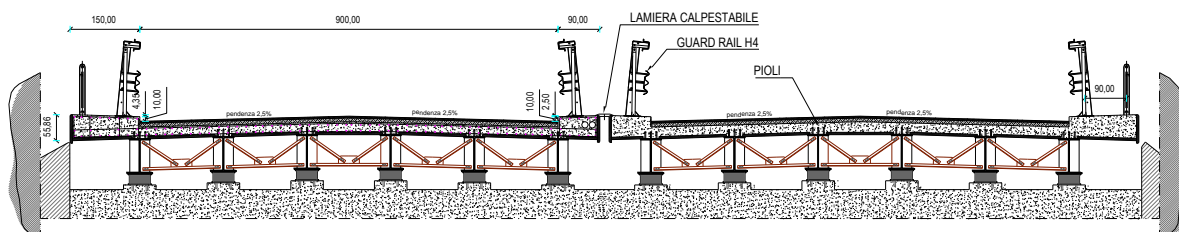


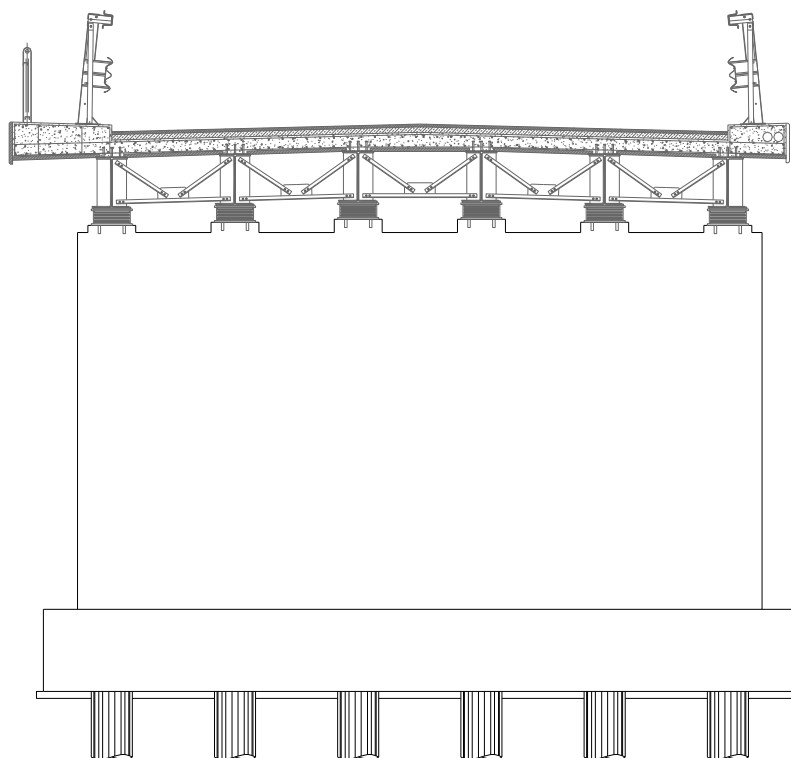
Figura 1 - Rappresentazione grafica del ponte intersezione a piani sfalsati

| Data       | Commessa                                       | Pag. | Pag. Tot. |
|------------|--|------|-----------|
| 15/12/2014 | CO-14-014_STR-REL-04_r00_PIANO DI MANUTENZIONE | 5    | 22        |

### 3 MANUALE DI MANUTENZIONE



*Figura 2 - Spalla lato Ravenna e Porto*



*Figura 3 - Pila centrale*

| Data       | Commessa                                       | Pag. | Pag. Tot. |
|------------|--|------|-----------|
| 15/12/2014 | CO-14-014_STR-REL-04_r00_PIANO DI MANUTENZIONE | 6    | 22        |



### **3.1 ORGANIZZAZIONE DELLE ATTIVITÀ**

L'ispezione delle strutture delle opere in oggetto, eseguita con sistematicità e periodicità è un elemento di garanzia nei confronti della sicurezza di esercizio.

Essa consente di:

- individuare tempestivamente l'insorgere di danneggiamenti e di anomalie di funzionamento;
- procedere ad effettuare con sollecitudine le necessarie attività di manutenzione e, con questo, di ridurre o di arrestare il danno;
- prolungare la vita utile delle opere;
- rendere il complesso delle attività manutentive, proiettato negli anni, meno oneroso di interventi straordinari, che, se effettuati tardivamente, consentono solo recuperi parziali, riducono la robustezza intrinseca dei manufatti e richiedono di solito costi molto più elevati che non la somma di interventi ordinari, periodici e mirati.

Scopo di questo manuale è quello di presentare e di inquadrare il complesso delle attività ispettive e manutentive.

Nel seguito si individuano gli elementi che devono essere oggetto delle attività di ispezione e manutenzione e si danno indicazioni sulla periodicità con la quale effettuare tali controlli.

Nell'allegato A si svolge una rassegna di alcuni metodi da utilizzare per accertamenti specialistici.

## **4 PROGRAMMA MANUTENZIONE**

### **4.1 ISPEZIONE E MANUTENZIONE ORDINARIA**

Le attività di manutenzione ordinaria sono sempre precedute dal controllo visivo delle opere, in genere effettuato con cadenza semestrale (per giunti ed elementi per lo smaltimento delle acque) o annuale (per le opere nel loro complesso).

| <b>Data</b> | <b>Commessa</b>                                | <b>Pag.</b> | <b>Pag. Tot.</b> |
|-------------|--|-------------|------------------|
| 15/12/2014  | CO-14-014_STR-REL-04_r00_PIANO DI MANUTENZIONE | 7           | 22               |

Le ispezioni visive consistono in un controllo dettagliato di tutte le parti dell'opera e in particolare dell'impalcato, al fine di verificare la presenza di ogni possibile segnale di degrado, di malfunzionamento o di danneggiamento.

Le ispezioni visive possono essere effettuate da Tecnici del Gestore dell'opera e hanno il duplice scopo di controllare la presenza di danneggiamenti superficiali (degrado superficiale del calcestruzzo, distacchi di verniciature, corrosione delle armature e delle parti in acciaio, espulsione dei copriferri, distacchi delle impermeabilizzazioni) e controllare la presenza di segnali di un comportamento anomalo della struttura (anomala escursione di giunti e appoggi, possibili allentamenti dei giunti bullonati).

Lo svolgimento delle attività sarà guidato da una check-list e da apposite schede di ispezione (un esempio di scheda di ispezione è riportata nell'Allegato B), e i risultati saranno poi raccolti in un verbale di ispezione.

Qualora a seguito delle ispezioni visive fosse emersa la presenza di zone localmente danneggiate o di malfunzionamenti, si svolgeranno le seguenti azioni:

- esecuzione di ulteriori indagini locali e/o generali (prove chimico-fisiche; endoscopie; prove magnetoscopiche; livellazioni topografiche; prove dinamiche);
- risanamento di parti circoscritte, ovvero programmazione di interventi di ampia portata, se l'estensione del degrado risultasse generalizzata.

Gli elementi da esaminare nel corso dei controlli visivi sono elencati nel seguito.

#### **4.1.1 STRUTTURE IN C.A. (SOTTOSTRUTTURE)**

Frequenza: 1 anno

L'ispezione delle parti in c.a. delle spalle deve prevedere i seguenti controlli:

- ricerca di segnali di distacco del copriferro e di armature affioranti (eventualmente ammalorate);
- ricerca stati fessurativi;
- ricerca di macchie di sali e da dilavamento dovute ad acqua piovana;
- ricerca di nidi di ghiaia, affiorati in data successiva alle precedente ispezione;

| Data       | Commessa                                       | Pag. | Pag. Tot. |
|------------|--|------|-----------|
| 15/12/2014 | CO-14-014_STR-REL-04_r00_PIANO DI MANUTENZIONE | 8    | 22        |

#### **4.1.2 STRUTTURE METALLICHE DI IMPALCATO**

Frequenza: 1 anno

L'ispezione visiva delle strutture metalliche dell'impalcato prevede i seguenti controlli:

- ricerca di eventuali collegamenti bullonati allentati (assenza del contatto tra gli elementi del collegamento). L'ispezione visiva sarà effettuata a campione sui collegamenti tra traversi, controventi. Per il controllo sarà necessario l'utilizzo di una piattaforma elevatrice.
- ricerca di eventuali cricche o difetti visibili in corrispondenza delle saldature e in particolare:
  - Saldature di composizione delle travi principali: le saldature tra le flange e l'anima sono completamente accessibili con l'utilizzo di un mezzo elevatore;
- controllo dello stato di conservazione delle superfici esterne, con particolare attenzione alle zone nell'intorno delle saldature (si veda il punto precedente);
- ricerca di eventuali colature di sali e/o altri materiali;

#### **4.1.3 APPARECCHI DI APPOGGIO**

Frequenza: 6 mesi.

L'ispezione degli apparecchi di appoggio dovrà prevedere i seguenti controlli:

- verifica di un sufficiente margine per scorrimento residuo, per garantire il corretto movimento dell'opera a seguito di variazioni termiche;
- ricerca di difetti visibili negli apparecchi e dispositivi, quali:
  - posizioni, parallelismi o planarità anomali
  - movimenti anomali
- ricerca di difetti visibili nelle parti strutturali adiacenti al dispositivo (ad esempio: fessurazioni delle zone di supporto in c.a. nell'intorno dell'appoggio);
- controllo dello stato di conservazione e pulizia delle zone di alloggiamento e dei fissaggi;
- controllo dello stato di conservazione delle superfici di scorrimento;

| Data       | Commessa                                       | Pag. | Pag. Tot. |
|------------|--|------|-----------|
| 15/12/2014 | CO-14-014_STR-REL-04_r00_PIANO DI MANUTENZIONE | 9    | 22        |

- controllo dello stato di conservazione della protezione anticorrosiva e delle guarnizioni.

Si raccomanda di provvedere alla pulizia periodica delle zone di appoggio mediante soffiatura con aria compressa. Eventuali interventi di modifica sugli apparecchi di appoggio e sui dispositivi vanno effettuati solamente da personale specializzato della ditta costruttrice degli appoggi.

#### **4.1.4 SISTEMA DI SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE**

Frequenza: 1 anno.

L'efficienza del sistema di smaltimento delle acque meteoriche deve evitare dilavamenti, percolazioni ed infiltrazioni di acqua, nonché il dilavamento delle superfici esterne. I tubi di scolo dell'acqua, in caso di danneggiamento, piegatura o rottura, possono creare flussi localizzati di acqua contro le superfici, provocando stati di degrado localizzati sul calcestruzzo.

Durante il controllo, vanno verificate:

- l'efficienza dei tubi di scarico (assenza di occlusioni);
- l'impermeabilizzazione dei convogliatori;
- l'integrità dei tubi di scarico per tutta la loro lunghezza.

#### **4.1.5 PORTALI DI ACCESSO INTRADOSSO PONTE**

Frequenza: 6 mesi.

L'efficienza del sistema di interdizione all'accesso all'intradosso del ponte per mezzi di dimensione superiore alla massima consentita è di fondamentale importanza per eliminare il rischio di urto sull'impalcato.

Durante il controllo, vanno verificate:

- integrità strutturale;
- ricerca di eventuali collegamenti bullonati allentati (assenza del contatto tra gli elementi del collegamento). L'ispezione visiva sarà effettuata a campione sui collegamenti tra traversi, controventi. Per il controllo sarà necessario l'utilizzo di una piattaforma elevatrice.

| Data       | Commessa                                       | Pag. | Pag. Tot. |
|------------|--|------|-----------|
| 15/12/2014 | CO-14-014_STR-REL-04_r00_PIANO DI MANUTENZIONE | 10   | 22        |

- controllo dello stato di conservazione delle superfici esterne, con particolare attenzione alle zone nell'intorno delle saldature (si veda il punto precedente);
- Integrità della segnaletica;

La tabella successiva riepiloga le attività relative alla manutenzione ordinaria.

| Tipologia Struttura                  | Controllo         | Periodicità | Tipo di controllo | Intervento a seguito del rilievo del danneggiamento |
|--------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------|---|
| Strutture in c.a.                    | Superfici esterne | 1 anno      | Visivo            | Indagini di approfondimento e ripristino            |
| Strutture metalliche                 |                   |             |                   |   |
|                                      | Saldature         | 1 anno      | Visivo            | Indagini di approfondimento e ripristino            |
|                                      | Bullonature       | 1 anno      | Visivo            | Indagini di approfondimento e ripristino            |
|                                      | Superfici esterne | 1 anno      | Visivo            | Indagini di approfondimento e ripristino            |
| Appoggi                              |                   | 6 mesi      | Visivo            | Riparazione   |
| Sistema smaltimento acque meteoriche |                   | 1 anno      | Visivo            | Riparazione   |
| Portali di accesso                   | Superfici esterne | 6 mesi      | Visivo            | Riparazione   |

## 4.2 ISPEZIONE E MANUTENZIONE STRAORDINARIA

Le attività di manutenzione straordinaria sono sempre precedute oltre che dal controllo visivo delle opere anche da esami più approfonditi di tipo strumentale (per esempio prove magnetoscopiche, ultrasuono per gli acciai, prove di carbonatazione, sclerometriche, endoscopiche per i calcestruzzi).

### Strutture in c.a. (sottostrutture)

Frequenza: 12 anni

L'ispezione delle parti in c.a. delle spalle deve prevedere i controlli previsti per la manutenzione ordinaria ed esami più approfonditi per la valutazione dello stato dell'opera in particolare in presenza di ammaloramenti. L'allegato A descrive alcune metodologie per controlli di tipo specialistico e strumentali. In questa fase manutentiva di rilievo dello stato delle superfici in calcestruzzo (avanzamento carbonatazione, stato fessurativo, tenori di cloruri) andrà valutata la possibilità di applicare un rivestimento protettivo alle superfici (per

| Data       | Commessa                                       | Pag. | Pag. Tot. |
|------------|--|------|-----------|
| 15/12/2014 | CO-14-014_STR-REL-04_r00_PIANO DI MANUTENZIONE | 11   | 22        |

esempio applicando malte bicomponenti), al fine di migliorare le prestazioni in termini di durabilità.

#### **4.2.1 STRUTTURE METALLICHE DI IMPALCATO**

Frequenza: 12 anni

L'ispezione delle parti in acciaio deve prevedere i controlli previsti per la manutenzione ordinaria ed esami più approfonditi per la valutazione dello stato dell'opera in particolare:

- prove strumentali sulle saldature (magnetoscopiche, ultrasuono). Il numero e la localizzazione dei controlli sarà definito in funzione del grado del danneggiamento e comunque effettuato sulle saldature maggiormente impegnate;
- prove strumentali su giunti bullonati (con chiave dinamometrica tarata). Il controllo deve essere eseguito, per ogni giunto, su un numero di bulloni pari al 10% e comunque non inferiore a 4 bulloni/giunto;

#### **4.2.2 SOSTITUZIONE DEGLI APPARECCHI DI APPOGGIO**

Frequenza: 24 anni

L'intervento di sostituzione degli apparecchi di appoggio va definito in funzione dell'attività manutentiva precedentemente svolta (manutenzione ordinaria) e dello stato di efficienza residua.

#### **4.2.3 REVISIONE/SOSTITUZIONE DEL SISTEMA DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE**

Frequenza: 12 anni

L'intervento di sostituzione del sistema di smaltimento acque meteoriche va definito in funzione dell'attività manutentiva precedentemente svolta (manutenzione ordinaria) e dello stato di efficienza residua.

#### **4.2.4 LIVELLAZIONE TOPOGRAFICA**

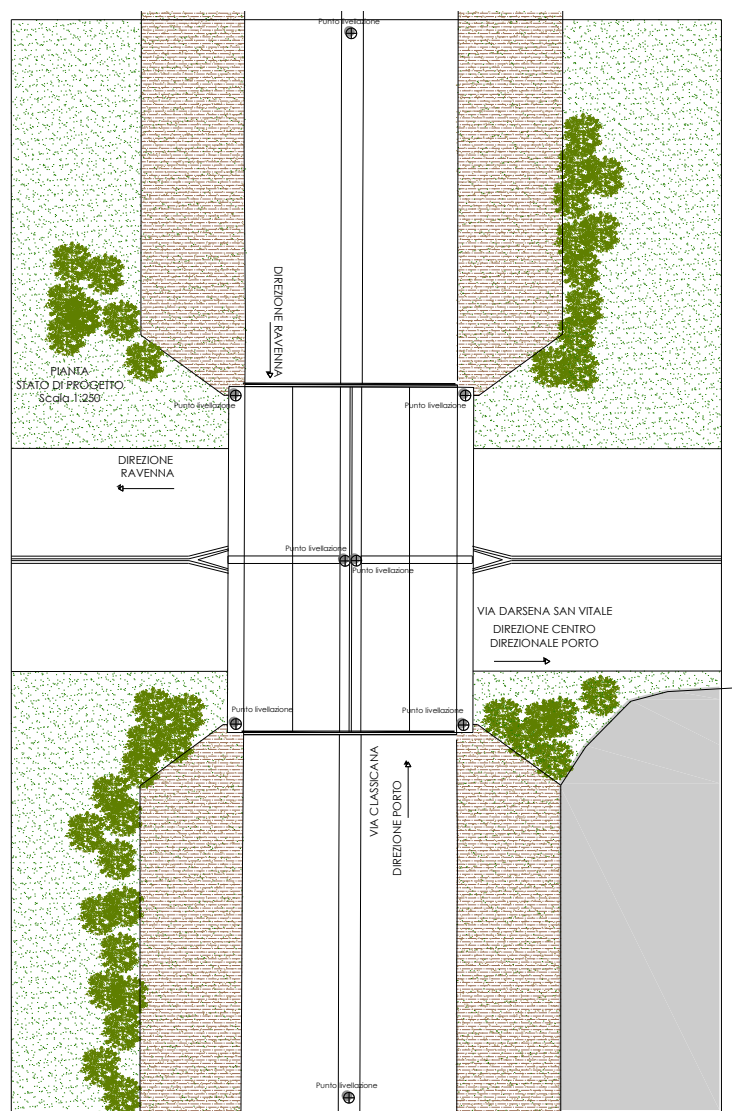
Frequenza: 12 anni

Sul manufatto andrà installata una serie di capisaldi atti a consentire il rilievo topografico al fine di verificare l'assetto complessivo del ponte (strutture in c.a. e metalliche).

| Data       | Commessa                                       | Pag. | Pag. Tot. |
|------------|--|------|-----------|
| 15/12/2014 | CO-14-014_STR-REL-04_r00_PIANO DI MANUTENZIONE | 12   | 22        |

I capisaldi devono essere in materiale resistente e fissati in maniera da poter essere utilizzati per almeno 6 anni. La rete di livellazione deve essere concepita in maniera da rilevare eventuali anomalie nel comportamento della struttura e delle fondazioni. Un possibile schema di disposizione dei capisaldi è riportato nella figura successiva, nella quale si riportano i punti di livellazione sulle spalle (per l'assetto delle sottostrutture e la verifica di eventuali cedimenti delle fondazioni) e sulla travata metallica (per l'assetto dell'impalcato).

La livellazione topografica può essere effettuata in concomitanza con le visite sessennali previste per le opere metalliche.



*Figura 4 – Posizione dei punti di livellazione*

| Data       | Commessa                                       | Pag. | Pag. Tot. |
|------------|--|------|-----------|
| 15/12/2014 | CO-14-014_STR-REL-04_r00_PIANO DI MANUTENZIONE | 13   | 22        |

La tabella successiva riepiloga le attività relative alla manutenzione straordinaria.

| Tipologia Struttura                  | Controllo         | Periodicità | Tipo di controllo | Intervento a seguito del rilievo del danneggiamento     |
|--------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------|---|
| Strutture in c.a.                    | Superfici esterne | 12 anni     | Strumentale       | Ripristino e/o applicazione di rivestimenti protettivi  |
| Strutture metalliche                 |                   |             |                   |   |
|                                      | Saldature         | 12 anni     | Strumentale       | Ripristino a seguito di danneggiamento                  |
|                                      | Bullonature       | 12 anni     | Strumentale       | Ripristino e/o sostituzione a seguito di danneggiamento |
| Appoggi                              |                   | 24 anni     | Visivo            | Sostituzione  |
| Sistema smaltimento acque meteoriche |                   | 12 anni     | Visivo            | Sostituzione  |
| Struttura in c.a. e metallica        |                   | 6 anni      | Strumentale       | Indagine di approfondimento                             |

## 5 ALLEGATO A - METODI PER ACCERTAMENTI SPECIALISTICI

### 5.1 CONTROLLI MAGNETOSCOPICI E ULTRASONICI SULLE PARTI METALLICHE

I controlli magnetoscopici e ultrasonorici si utilizzano per individuare la presenza di cricche non visibili ad occhio nudo, o per valutare la profondità e la gravità di cricche individuate durante l'esame visivo della struttura.

A differenza dei controlli magnetoscopici, che indagano lo strato sub-corticale, i controlli ultrasonorici consentono di valutare l'esistenza di cricche in tutto lo spessore della saldatura. Tali rilevamenti vanno effettuati da ditte specializzate.

La ditta incaricata dei controlli provvederà a fornire una relazione nella quale sono contenuti i dati rilevati, opportunamente ordinati ed interpretati.

### 5.2 CONTROLLI SUI SERRAGGI DELLE BULLONATURE

Il serraggio delle bullonature è svolto con chiave dinamometrica tarata. Il certificato che accompagna lo strumento, rilasciato da un Laboratorio Autorizzato, dovrà riportare una data non anteriore ad un mese, rispetto alla data di svolgimento della verifica di serraggio.

| Data       | Commessa                                       | Pag. | Pag. Tot. |
|------------|--|------|-----------|
| 15/12/2014 | CO-14-014_STR-REL-04_r00_PIANO DI MANUTENZIONE | 14   | 22        |



### **5.3 CONTROLLO DELLA RESISTENZA AL DISTACCO DEL RIVESTIMENTO**

Il controllo è eseguito mediante prova di quadrettatura, come indicato nella norma UNI 2409.

### **5.4 ENDOSCOPIE**

Le prove endoscopiche possono essere utili per effettuare ispezioni visive entro cavità nascoste o, dopo foratura, nello spessore di membrature massicce. Questo tipo di controllo è utile, in particolare, per rilevare eventuale presenza di stati corrosivi diffusi in zone non accessibili.

### **5.5 PROVE NON DISTRUTTIVE SUI CALCESTRUZZI**

Nel caso si fossero rilevati, durante uno dei controlli visivi periodici, segnali di ammaloramento del calcestruzzo, è opportuno raccogliere informazioni sulla sua resistenza nell'intorno della zona ammalorata. Ciò è possibile applicando le metodologie di prova descritte nel seguito. Per risalire alle caratteristiche di resistenza del calcestruzzo può essere utile sottoporre la stessa a zona a più tipi di controlli: questo consente di instaurare confronti incrociati e di individuare eventuali errori di misura.

Nel seguito sono descritte brevemente le metodologie di prova su calcestruzzo più frequentemente utilizzate. Per tutte va applicata la seguente procedura:

- 1 rilievo locale delle armature mediante pacometro e loro tracciamento sulla superficie di calcestruzzo da provare, al fine di individuare zone libere da ferri su cui svolgere l'indagine senza arrecare danno a questi ultimi e senza falsare la prova;
- 2 pulizia e spianatura delle superfici da esaminare con mole abrasive;
- 3 tracciamento sulla zona di prova di un reticolo a maglie quadrate di 3 x 3 punti ed esecuzione delle prove sclerometriche;
- 4 prove con ultrasuoni con la tecnica per trasparenza, svolta ponendo le sonde di trasmissione e di ricezione su due facce opposte dell'elemento da provare, allineate sulla stessa direttrice. Sono possibili anche altre configurazioni di prova (facce in

| Data       | Commessa                                       | Pag. | Pag. Tot. |
|------------|--|------|-----------|
| 15/12/2014 | CO-14-014_STR-REL-04_r00_PIANO DI MANUTENZIONE | 15   | 22        |

spigolo). Per evitare dispersioni, tra sonda e parete va predisposto uno strato di grasso siliconico. A fenomeno stabilizzato si esegue la misura;

- 5 esecuzione delle prove di penetrazione mediante l'infissione di sonde tipo Windsor, a gruppi di tre, con esame del materiale disgregato per effetto dell'infissione, ed in particolare, esame della natura, qualità e pezzatura degli inerti.

### **5.5.1 PROVE SCLEROMETRICHE**

Note anche come Metodo della durezza superficiale o R.H.T. (Rebound Hammer Test), le prove sclerometriche sono finalizzate alla determinazione della resistenza a compressione del calcestruzzo. Il metodo consiste nel proiettare una massa calibrata con una determinata energia di percussione contro la superficie del calcestruzzo: la misura consiste nella determinazione dell'indice sclerometrico (IS) o Rebound Number (RN), legato all'entità del rimbalzo della massa battente. Per ogni area indagata verranno effettuate 9 battute, disposte all'incirca su un quadrato. I valori rilevati saranno poi elaborati e inseriti nel verbale di ispezione.

Lo strumento va tenuto in posizione normale alla superficie di prova, in quanto l'angolo di battuta influisce fortemente sul valore rilevato.

Una volta raccolti i dati (ad esempio nella tabella successiva), essi vanno trattati nel seguente modo:

- 1 Per ogni area di prova, vanno riportati i valori di rimbalzo ottenuti: ad ogni valore di rimbalzo corrisponde un valore di resistenza media  $W_m$  e uno di resistenza minima  $W_{min}$ . La tabella delle corrispondenze è riportata sia sulla cassa dello strumento, sia sul suo manuale d'uso.
- 2 Vanno calcolati la media e la deviazione standard dei nove valori di rimbalzo di ogni area. Dal valore medio si risalirà a valori di  $W_m$  loc e di  $W_{min}$  loc medi rispetto all'area di prova in questione.
- 3 Va infine calcolato il valor medio totale dei valori ottenuti in tutte le aree, al quale vanno associate una  $W_m$  tot e una  $W_{min}$  tot. Se le aree di prova sono state opportunamente scelte, questi valori possono dare un buon campionamento della resistenza a compressione.

| Data       | Commessa                                       | Pag. | Pag. Tot. |
|------------|--|------|-----------|
| 15/12/2014 | CO-14-014_STR-REL-04_r00_PIANO DI MANUTENZIONE | 16   | 22        |

Tabella griglia per la raccolta e l'interpretazione dei dati di prove sclerometriche:

|   | N°<br>Battuta | Rimbalzo | W <sub>m</sub> | W <sub>min</sub> | Media<br>del<br>rimbalzo | Devizione<br>standard<br>del<br>rimbalzo | W <sub>m loc</sub> | W <sub>min loc</sub> |
|---|---------------|----------|----------------|------------------|--------------------------|--|--------------------|----------------------|
| Area 1  | 1             |          |                |                  |                          |  |                    |                      |
|   | 2             |          |                |                  |                          |  |                    |                      |
|   | 3             |          |                |                  |                          |  |                    |                      |
|   | 4             |          |                |                  |                          |  |                    |                      |
|   | 5             |          |                |                  |                          |  |                    |                      |
|   | 6             |          |                |                  |                          |  |                    |                      |
|   | 7             |          |                |                  |                          |  |                    |                      |
|   | 8             |          |                |                  |                          |  |                    |                      |
|   | 9             |          |                |                  |                          |  |                    |                      |
| Area 2  | 1             |          |                |                  |                          |  |                    |                      |
|   | 2             |          |                |                  |                          |  |                    |                      |
|   | ...           |          |                |                  |                          |  |                    |                      |
|   | 9             |          |                |                  |                          |  |                    |                      |
| Area n  | 1             |          |                |                  |                          |  |                    |                      |
|   | 2             |          |                |                  |                          |  |                    |                      |
|   | ...           |          |                |                  |                          |  |                    |                      |
|   | 9             |          |                |                  |                          |  |                    |                      |
| Valore medio totale del rimbalzo:   |               |          |                |                  |                          |  |                    |                      |
| Resistenza media basata sul valor medio totale del rimbalzo W <sub>m tot</sub>    |               |          |                |                  |                          |  |                    |                      |
| Resistenza minima basata sul valor medio totale del rimbalzo W <sub>min tot</sub> |               |          |                |                  |                          |  |                    |                      |

| Data       | Commessa                                       | Pag. | Pag. Tot. |
|------------|--|------|-----------|
| 15/12/2014 | CO-14-014_STR-REL-04_r00_PIANO DI MANUTENZIONE | 17   | 22        |

### **5.5.2 METODO DELLA PENETRAZIONE (W.P.T.)**

Il metodo, conosciuto come Windsor Penetration Test, consiste nell'infiggere nel calcestruzzo con un'assegnata energia, generata da una carica esplosiva calibrata, delle sonde metalliche di forma e dimensioni prefissate. La misura consiste nella determinazione dell'indice EPL (Exposed Probe Length), ovvero della lunghezza del tratto di sonda affiorante dalla superficie. Il dispositivo di prova è costituito da una pistola di tipo Windsor e dal relativo corredo di cariche e sonde.

### **5.5.3 METODO DELLA VELOCITÀ DELL'IMPULSO ULTRASONICO (P.V.T.)**

Il metodo consiste nel propagare entro il calcestruzzo una serie di impulsi ultrasonici, emessi da un trasmettitore posto a contatto col materiale in un punto della superficie, e nel misurare il ritardo con cui tali impulsi vengono percepiti da un ricevitore posizionate in un secondo punto, posto ad una certa distanza dal primo: la misura consiste nella determinazione della velocità di propagazione dell'impulso P.V.(Pulse Velocity) nel percorso tra trasmettitore e ricevitore. Il dispositivo di prova è costituito da un generatore di impulsi ad onda quadra nel campo delle frequenze ultrasoniche, da un ricevitore e da un dispositivo comparatore per la misura del ritardo tra emissione e ricezione.

## **5.6 ANALISI CHIMICO-FISICHE**

Qualora dall'analisi visiva si sia rilevata la presenza sulle superfici dilavate, di tracce di efflorescenze o di sali, è opportuno eseguire analisi chimiche che consentano di rilevare l'eventuale presenza di agenti aggressivi sul calcestruzzo o sull'acciaio ed eventualmente di individuarne l'origine. Tali prove vanno effettuate all'occorrenza e in numero proporzionato al numero ed all'estensione delle zone nelle quali è stato rilevato il degrado.

Le analisi riguarderanno i fattori di seguiti elencati.

### **5.6.1 PRESENZA DI EFFLORESCENZE**

In zone soggette a un dilavamento lento, ma con apporto d'acqua costante, è possibile osservare la formazione di mucillagini, alghe o addirittura di muschio.

Efflorescenze biancastre di aspetto salino possono formarsi a seguito di un attacco acido o di dilavamento dei composti a base di calcio del calcestruzzo.

| Data       | Commessa                                       | Pag. | Pag. Tot. |
|------------|--|------|-----------|
| 15/12/2014 | CO-14-014_STR-REL-04_r00_PIANO DI MANUTENZIONE | 18   | 22        |

Se il fenomeno risultasse diffuso, un laboratorio specializzato provvederà al prelievo dei campioni ed all'effettuazione delle analisi chimico-fisiche che possono contribuire ad accertarne la composizione. Il laboratorio fornirà una relazione sui risultati ottenuti e provvederà a fornire delle indicazioni circa le possibili metodologie di ripristino.

### **5.6.2 PROVE DI CARBONATAZIONE**

Per valutare la gravità del fenomeno di carbonatazione è utile effettuare prelievi di piccole carote di calcestruzzo, aventi diametro di 2 cm circa, profonde circa il doppio del copriferro (8 cm circa). Le carote saranno poi trattate in un laboratorio specializzato con fenoltaleina, che consentirà di valutare fino a quale profondità il calcestruzzo risulta carbonatato. Sarà anche utile effettuare una sezione longitudinale della carote per avere un'indicazione sulla distribuzione della carbonatazione, come previsto dalla norma UNI 9944.

Il laboratorio incaricato delle analisi provvederà a fornire una relazione nella quale sono esposti i risultati delle analisi.

In attesa di un intervento di ripristino, i fori provocati dai carotaggi andranno tempestivamente riempiti con malte espansive, al fine di evitare infiltrazioni.

### **5.6.3 RILIEVO DELLA PRESENZA DI CLORURI**

Un metodo veloce per verificare la presenza di cloruri in campo consiste nello spruzzare sulla superficie di calcestruzzo di una soluzione a base di argento nitrato, seguita dallo spruzzo di una soluzione con fluorosceina. Nel tempo la colorazione assunta dal campione consente di individuare le zone in cui sono presenti i cloruri. Questo è un metodo puramente qualitativo, che può essere utile per escludere la presenza di cloruri. Quando invece se ne rileva la presenza, tale metodo non consente di valutare il contenuto di cloruri alle diverse profondità, parametro indispensabile per capire se il contenuto critico a livello delle armature è stato superato e, quindi, se il processo di corrosione può innescarsi. Occorre in questo caso analizzare i campioni di calcestruzzi. Tali campioni possono consistere in carote, che poi vengono sezionate a lamine, o in prelievi di polveri prelevate a diverse profondità durante una perforazione con trapano. Sciogliendo tali campioni in acido nitrico si misura il contenuto di cloruri nella soluzione così ottenuta. Tale contenuto è espresso in percentuale rispetto alla quantità di calcestruzzo disciolto. Noto lo spessore del copriferro e la concentrazione critica dei cloruri, è possibile determinare se esistono le condizioni per l'innescio della corrosione.

| Data       | Commessa                                       | Pag. | Pag. Tot. |
|------------|--|------|-----------|
| 15/12/2014 | CO-14-014_STR-REL-04_r00_PIANO DI MANUTENZIONE | 19   | 22        |

## **5.7 PROVE DI CARICO**

Qualora si volessero avere indicazioni generali circa il funzionamento globale della struttura, è possibile prevedere la ripetizione delle prove di carico già effettuate in sede di collaudo:

### **5.7.1 PROVE STATICHE**

Le prove di carico statiche devono essere eseguite in modo tale da riprodurre le massime sollecitazioni flettenti nelle sezioni critiche dell'impalcato, se possibile disponendo i carichi in base agli stessi schemi già utilizzati per il collaudo statico, in modo da fare un confronto sul comportamento dell'opera.

### **5.7.2 PROVE DINAMICHE**

Le prove dinamiche sono effettuate per contribuire all'identificazione del comportamento dinamico della struttura mediante il rilievo delle frequenze dei primi modi liberi di vibrare. Un controllo del valore delle prime frequenze consente di effettuare un controllo delle caratteristiche di rigidità globale della struttura.

I test dinamici devono essere effettuate da operatori specializzati sotto la supervisione di un esperto.

Per le misurazioni sarà richiesto un numero minimo di strumenti disposto lungo l'impalcato (accelerometri, trasduttori di velocità, ecc.) sufficiente a cogliere almeno le prime 5 forme modali.

Il rateo di acquisizione deve essere calibrato in modo da consentire una corretta elaborazione della FFT fino alla quinta frequenza.

L'eccitazione dinamica può essere ottenuta utilizzando l'eccitazione provocata dal traffico oppure tramite un'eccitazione diretta (provocata ad esempio dal passaggio su ostacolo, opportunamente sagomato, di un automezzo pesante).

| <b>Data</b> | <b>Commessa</b>                                | <b>Pag.</b> | <b>Pag. Tot.</b> |
|-------------|--|-------------|------------------|
| 15/12/2014  | CO-14-014_STR-REL-04_r00_PIANO DI MANUTENZIONE | 20          | 22               |

## 6 ALLEGATO B - SCHEDA DI ISPEZIONE

Ponte su VIA CLASSICANA e VIA DARSENA SAN VITALE in STRUTTURA MISTA

ISPEZIONE N° \_\_\_\_\_ DEL \_\_\_\_\_

ESEGUITA DA \_\_\_\_\_

### REPORT ISPEZIONE VISIVA:

| 1. SPALLA LATO RAVENNA                          | SI | NO | Note |
|---|----|----|------|
| Distacco di copriferro                          |    |    |      |
| Presenza di armatura affioranti                 |    |    |      |
| Presenza di fessurazioni                        |    |    |      |
| Presenza di nidi di ghiaia                      |    |    |      |
| Presenza di efflorescenze saline                |    |    |      |
| Presenza di dilavamento dovuto ad acqua piovana |    |    |      |

| 2. SPALLA LATO PORTO                            | SI | NO | Note |
|---|----|----|------|
| Distacco di copriferro                          |    |    |      |
| Presenza di armatura affioranti                 |    |    |      |
| Presenza di fessurazioni                        |    |    |      |
| Presenza di nidi di ghiaia                      |    |    |      |
| Presenza di efflorescenze saline                |    |    |      |
| Presenza di dilavamento dovuto ad acqua piovana |    |    |      |

| 3. PILA CENTRALE                                | SI | NO | Note |
|---|----|----|------|
| Distacco di copriferro                          |    |    |      |
| Presenza di armatura affioranti                 |    |    |      |
| Presenza di fessurazioni                        |    |    |      |
| Presenza di nidi di ghiaia                      |    |    |      |
| Presenza di efflorescenze saline                |    |    |      |
| Presenza di dilavamento dovuto ad acqua piovana |    |    |      |

| Data       | Commessa                                       | Pag. | Pag. Tot. |
|------------|--|------|-----------|
| 15/12/2014 | CO-14-014_STR-REL-04_r00_PIANO DI MANUTENZIONE | 21   | 22        |

| <b>4. IMPALCATO METALLICO</b>  | <b>SI</b> | <b>NO</b> | <b>Note</b> |
|--|-----------|-----------|-------------|
| Rivestimento protettivo e superfici esterne in buono stato           |           |           |             |
| Presenza di segnali anomali di corrosione                            |           |           |             |
| Presenza di cricche o difetti visibili in prossimità delle saldature |           |           |             |
| Presenza di collegamenti bullonati allentati                         |           |           |             |

| <b>5. APPOGGI</b>   | <b>SI</b> | <b>NO</b> | <b>Note</b> |
|---|-----------|-----------|-------------|
| Superfici striscianti sporche   |           |           |             |
| Carter di protezione danneggiati  |           |           |             |
| Appoggi a fine corsa  |           |           |             |
| Appoggi bloccati  |           |           |             |
| Presenza di difetti visibili negli apparecchi di appoggio                       |           |           |             |
| Presenza di difetti nel calcestruzzo in prossimità degli apparecchi di appoggio |           |           |             |
| Presenza di ruggine   |           |           |             |

| <b>6. SISTEMA SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE</b> | <b>SI</b> | <b>NO</b> | <b>Note</b> |
|--|-----------|-----------|-------------|
| Verifica integrità tubi di scolo               |           |           |             |
| Verifica di occlusioni nei tubi di scolo       |           |           |             |

| <b>Data</b> | <b>Commessa</b>                                | <b>Pag.</b> | <b>Pag. Tot.</b> |
|-------------|--|-------------|------------------|
| 15/12/2014  | CO-14-014_STR-REL-04_r00_PIANO DI MANUTENZIONE | 22          | 22               |