

# PROVINCIA DI MODENA

Area Lavori Pubblici

Direttore Ing. Alessandro Manni

Servizio Lavori Speciali Opere Pubbliche

telefono 059 209 623 fax 059 343 706

viale Jacopo Barozzi 340, 41124 Modena c.f. e p.i. 01375710363

centralino 059 209 111 www.provincia.modena.it provinciadi Modena@cert.provincia.modena.it

Servizio Certificato UNI EN ISO 9001:2008 - Registrazione N. 3256 -A-

## SP1 SORBARESE Km 8+111 NUOVO PONTE SUL FIUME PANARO NEI COMUNI DI BOMPORTO E RAVARINO

### PROGETTO DEFINITIVO / ESECUTIVO

RIFERIMENTO ELABORATO

**PE 14**

## PIANO DI MANUTENZIONE

PROT. n° 11843

CL. 11-15-02

DEL 10/03/2016

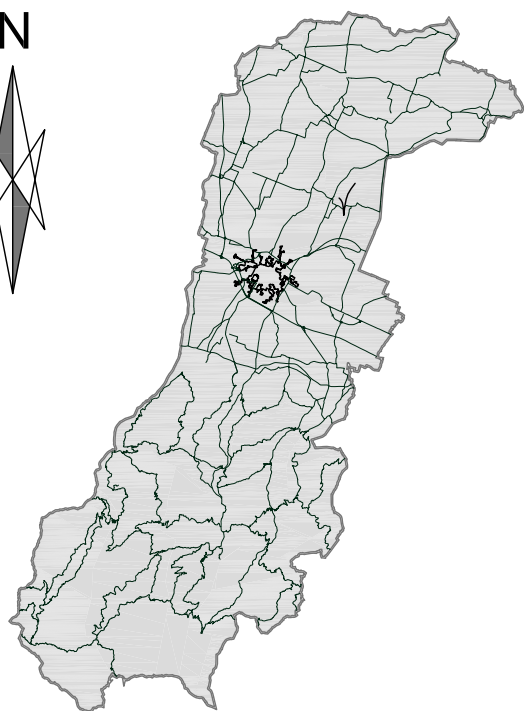
FASC. 72 SUB

A.D.

SCALA

DATA Gennaio 2016

| revisione | data     | descrizione | redatto | controllato | approvato |
|-----------|----------|-------------|---------|-------------|-----------|
| 0         | 20/06/14 | Emissione   | AM      | RP          | RP        |
|           |          |             |         |             |           |
|           |          |             |         |             |           |
|           |          |             |         |             |           |



ubicazione intervento

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Luca Rossi

PROGETTISTI

Dott. Ing. Alessandro Manni

Prof. Ing. Raffaele Poluzzi

Dott. Ing. Andrea Montalti

Dott. Ing. Eugenio Santi

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Dott. Ing. Eugenio Santi

PROGETTISTA

**PROF. ING. RAFFAELE POLUZZI**

Via Cristoni 14, 40033 Casalecchio di Reno (Bologna)  
Tel. 051.572737 – Fax. 051.6137420 – Email studio@poluzzi.com

COMMITTENTE

CODIFICA DOCUMENTO  
12.60-PB-REL-PE14\_PIANO DI  
MANUTENZIONE\_R01

FOGLIO

1 DI 43

## INDICE

|         |   |    |
|---------|---|----|
| 1       | INTRODUZIONE  | 4  |
| 2       | DESCRIZIONE DELL'OPERA  | 5  |
| 3       | NORMATIVA DI RIFERIMENTO  | 11 |
| 3.1     | OPERE IN C.A. E ACCIAIO   | 11 |
| 3.2     | PRINCIPALI NORME UNI  | 11 |
| 3.3     | PRINCIPALI ISTRUZIONI CNR   | 12 |
| 4       | ELABORATI DI RIFERIMENTO  | 13 |
| 5       | MARATTERISTICHE DEI MATERIALI   | 15 |
| 5.1     | STRUTTURE METALLICHE  | 15 |
| 5.1.1   | ACCIAIO   | 15 |
| 5.1.2   | BULLONI   | 16 |
| 5.2     | SALDATURE   | 16 |
| 5.3     | PIOLI   | 17 |
| 5.4     | TABELLA RIASSUNTIVA CLASSI DI ESPOSIZIONE SECONDO NORMATIVA<br>UNI EN 206-1 | 17 |
| 5.5     | PARAMETRI DI IDENTIFICAZIONE PER LA VERIFICA A FESSURAZIONE                 | 18 |
| 5.6     | CALCESTRUZZO PER SOLETTA IMPALCATO  | 19 |
| 5.7     | CALCESTRUZZO PER LASTRE PREFABBRICATE PREDALLES                             | 19 |
| 5.8     | ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO  | 20 |
| 5.8.1   | BARRE   | 20 |
| 5.8.2   | RETI  | 20 |
| 6       | PIANO DI MANUTENZIONE   | 21 |
| 6.1     | MANUALE D'USO   | 22 |
| 6.2     | MANUALE DI MANUTENZIONE   | 26 |
| 6.2.1   | STRUTTURE IN C.A.   | 28 |
| 6.2.1.1 | Anomalie  | 28 |
| 6.2.1.2 | Controlli   | 28 |
| 6.2.1.3 | Manutenzioni  | 29 |
| 6.2.2   | IMPALCATO METALLICO   | 29 |
| 6.2.2.1 | Anomalie  | 29 |
| 6.2.2.2 | Controlli   | 30 |
| 6.2.2.3 | Manutenzioni  | 30 |
| 6.2.3   | CORDOLI DEGLI IMPALCATI   | 31 |
| 6.2.3.1 | Controlli   | 31 |
| 6.2.3.2 | Manutenzioni  | 31 |
| 6.2.4   | APPARECCHI D'APPOGGIO   | 31 |

|         |  |    |
|---------|--|----|
| 6.2.4.1 | Controlli  | 31 |
| 6.2.4.2 | Manutenzioni   | 32 |
| 6.2.4.3 | Sostituzione degli apparecchi di appoggio            | 32 |
| 6.2.5   | GIUNTI SULLE SPALLE                                  | 32 |
| 6.2.5.1 | Controlli  | 32 |
| 6.2.5.2 | Manutenzioni   | 32 |
| 6.3     | PROGRAMMA DI MANUTENZIONE                            | 33 |
| 6.3.1   | SOTTOPROGRAMMA DELLE PRESTAZIONI                     | 33 |
| 6.3.2   | SOTTOPROGRAMMA CONTROLLI SULLE STRUTTURE             | 33 |
| 6.3.2.1 | La sorveglianza                                      | 33 |
| 6.3.2.2 | La scheda “Sottoprogramma controlli sulle strutture” | 35 |
| 6.3.2.3 | Il programma temporale delle ispezioni               | 35 |
| 6.3.3   | SOTTOPROGRAMMA MANUTENZIONI                          | 37 |
| 6.3.4   | MANUTENZIONE ORDINARIA                               | 39 |

## 1 INTRODUZIONE

Nel presente Piano di Manutenzione vengono analizzate le problematiche manutentive del nuovo ponte sul fiume Panaro sulla SP1 nei comuni di Bomporto e Ravarino.

Esso ha la finalità di prevedere, pianificare e programmare l'attività di manutenzione al fine di mantenere nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l'efficienza ed il valore economico delle opere oggetto dell'intervento.

Il Piano di Manutenzione è composto dai seguenti documenti operativi:

- Manuale d'uso e di conduzione
- Manuale di manutenzione
- Programma di manutenzione

Nell'ultima pagina del presente documento si riporta una scheda di riferimento per il controllo delle strutture.

Sono da considerarsi inoltre complementari ed integranti il presente piano di manutenzione i seguenti elaborati:

Fascicolo adattato dell'opera: contiene informazioni relativamente agli aspetti connessi con la sicurezza:

- pericoli che possono presentarsi nel corso di lavori di manutenzione;
- dispositivi e/o provvedimenti programmati per prevenire tali rischi;
- equipaggiamenti in dotazione dell'opera (riepilogo della documentazione tecnica ed istruzioni per interventi di urgenza).

## 2 DESCRIZIONE DELL'OPERA

Il nuovo ponte puo' ospitare una carreggiata di larghezza complessiva pari a 14.00 m, con sezione stradale di cat.F1 caratterizzata da due corsie di transito di larghezza 3.50 m e banchine di larghezza 1.00 m (per un totale di 9.00 m) cui si aggiungono due piste ciclabili laterali.

Il ponte presenta una campata unica di luce  $L = 79.00\text{m}$ , con soluzione ad arco a via inferiore e pendini inclinati secondo lo schema Nielsen. Gli elementi principali della struttura sono due archi metallici convergenti e giacenti su piani inclinati di  $17.5^\circ$  circa rispetto la verticale, aventi freccia di 11.95m (misurata in proiezione verticale). Il ribassamento degli archi è pari a  $11.95/80 \cong 1/6.69$ .

Nel piano dell'arco giace il sistema di tiranti obliqui, che appendono la catena con punti di appensione ad interasse  $i = 9.20\text{m}$ . I traversi di impalcato hanno interasse 4.60m; si alternano così un traverso direttamente appeso ai pendini ed uno intermedio che è sostenuto dalla trave catena.

Longitudinalmente i traversi sono collegati da n.4 travi (longherine) che sostengono la soletta e assorbono una quotaparte della spinta degli archi.

Il sistema traversi-longherine-catene formano un graticcio d'impalcato, che viene irrigidito nel proprio piano da un controvento a croce, utile specie in fase di montaggio. L'impalcato presenta una leggera monta longitudinale, con una freccia (misurata in proiezione verticale) di 0.40m circa per assecondare il profilo altimetrico stradale

La struttura è poi completata da una soletta in c.a. gettata su elementi in cls prefabbricati (tipo predalles).

Planimetricamente le spalle presentano una geometria a sezione rettangolare, con smussi contro terra, per un ingombro complessivo di  $23.20 \times 5.70 \times (2.20 + 2.10)$  di altezza: il paraghiaia si sviluppa per una larghezza pari a 14.0m, mentre i risvolti si sviluppano per  $1.60\text{m} + 2.0\text{m}$  di orecchia a contenere il rilevato stradale.

Le spalle a sostegno del ponte in oggetto sono pressoché identiche, a meno dei muri di risvolto che devono assecondare la variabilità plano-altimetrica del profilo stradale; per poter interferire in maniera minimale con l'argine si è scelto di realizzare "spalle passanti" costituite da una platea di fondazione superficiale che si attesta su n.5 pali di grande diametro  $d=200\text{cm}$ .

Le spalle sono fondate su n.5 pali in c.a. di diametro 2000mm, di lunghezza differente date le differenti problematiche geotecniche presenti in destra e sinistra idraulica.

Il sistema di vincolamento prevede in corrispondenza delle spalle l'impiego di isolatori elastomerici antisismici ad alta dissipazione con le caratteristiche riportate nelle tavole grafiche, realizzati mediante un cuscino di elastomero armato ad alto valore di smorzamento, vulcanizzato sopra e sotto ad una piastra di acciaio a cui va fissata mediante viti una o più piastre con funzione di ancoraggio.

Di seguito si riportano alcune immagini riportanti le geometrie delle strutture (impalcato, spalle, apparecchi di appoggio e giunti di dilatazione).



SEZIONE 2-2 1:100

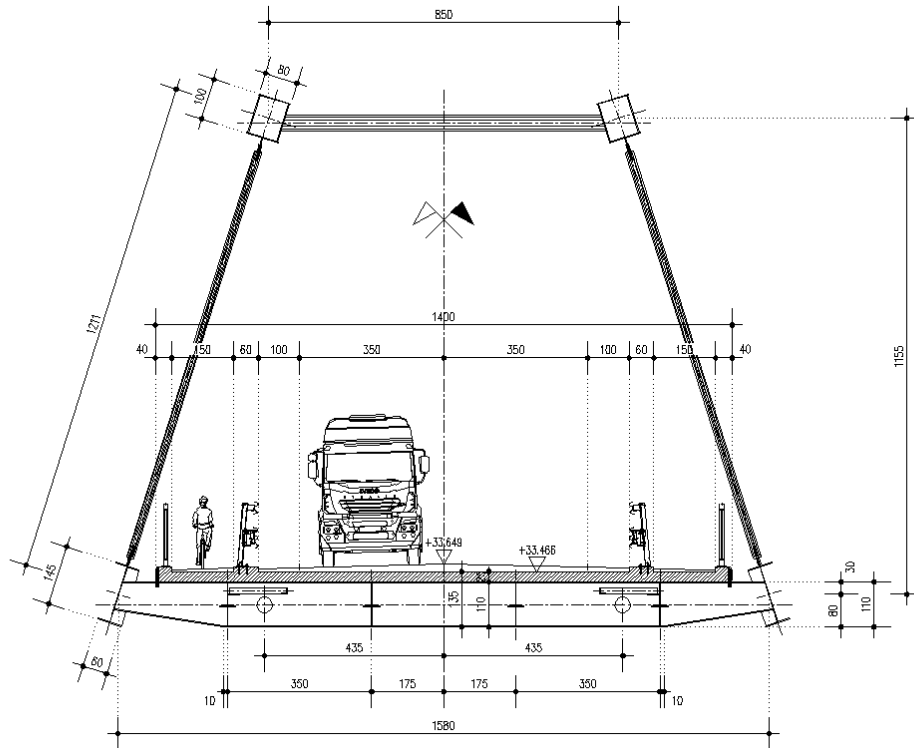


Figura 2.4 Impalcato- Sezione trasversale in mezzeria

SEZIONE 1-1 1:100

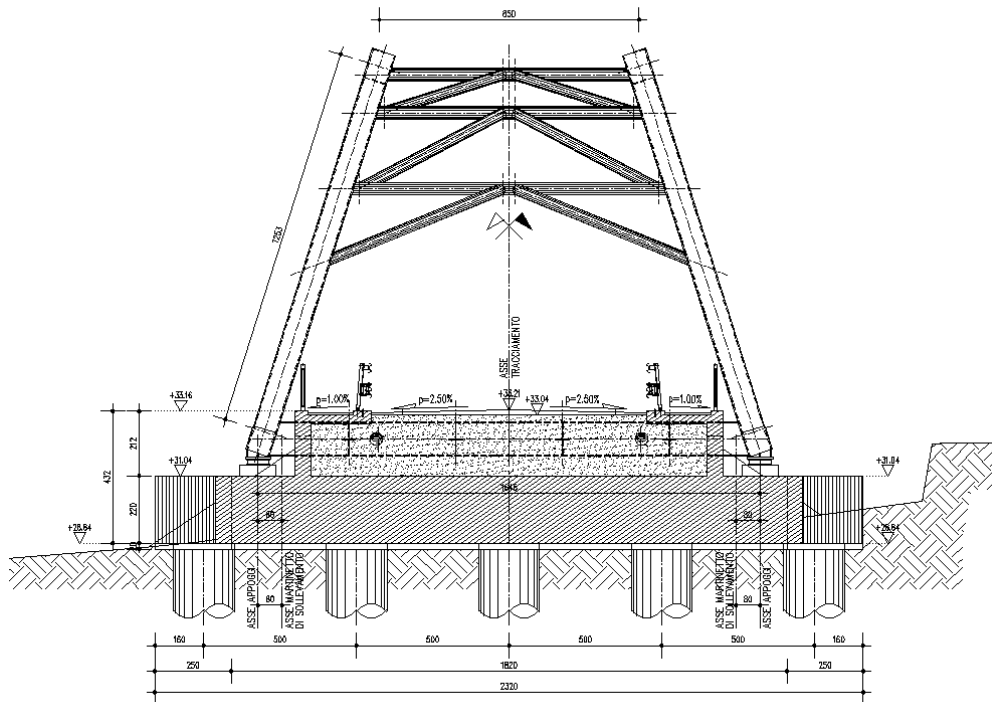
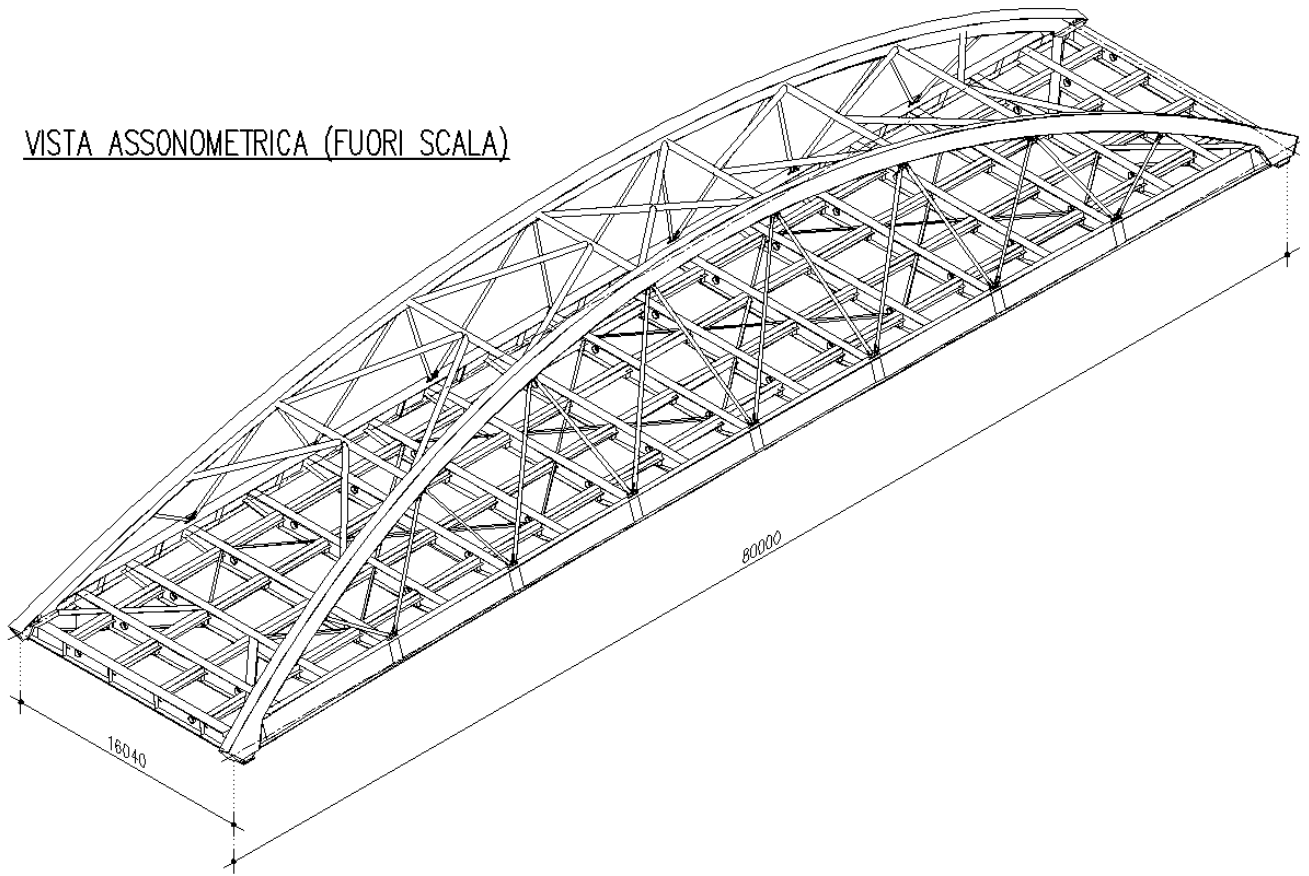


Figura 2.5 Impalcato-Vista frontale



VISTA ASSONOMETRICA (FUORI SCALA)



**Figura 2.6 Vista assonometrica**

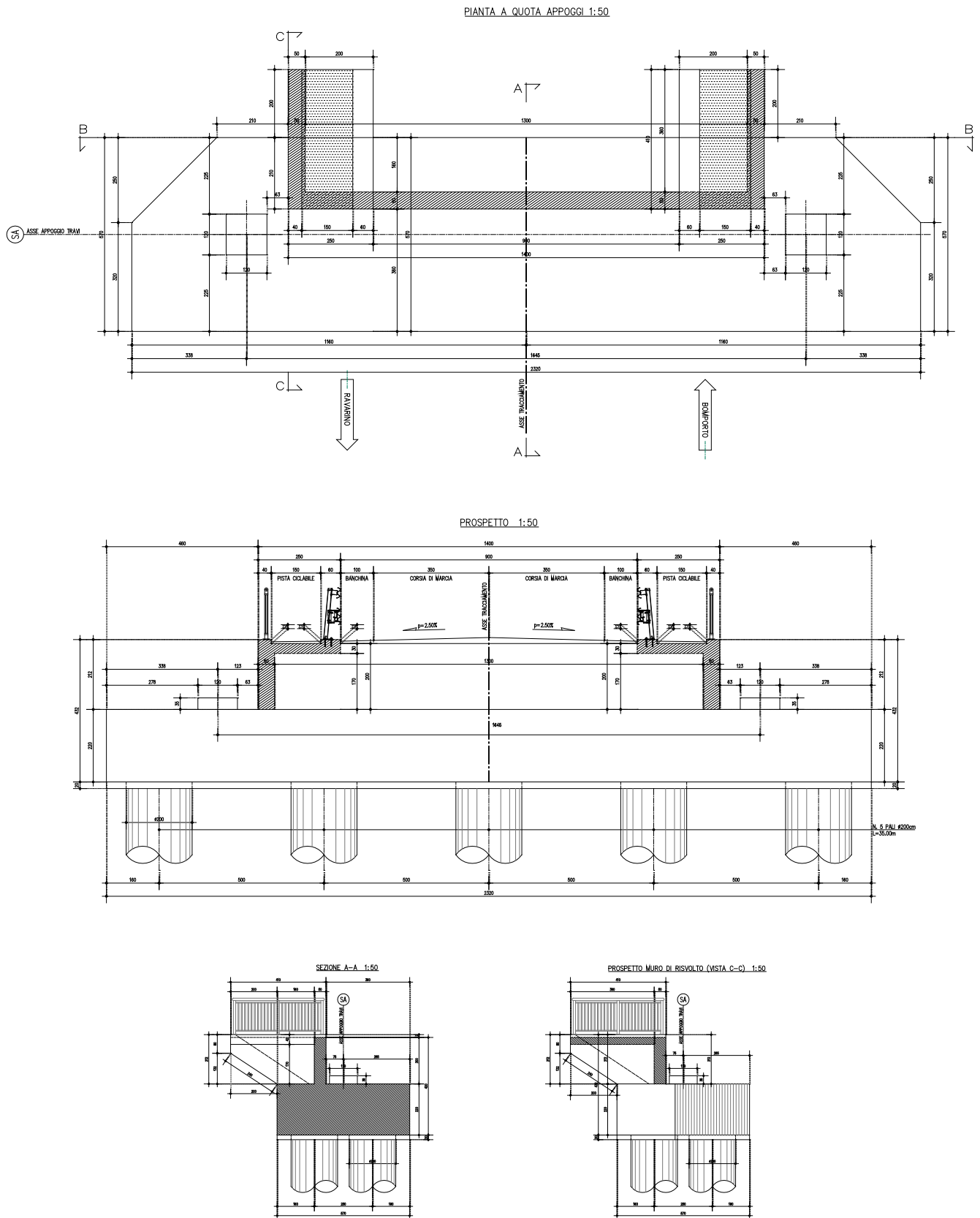


Figura 2.7 Spalla SA – Pianta, Prospetto, Sezione

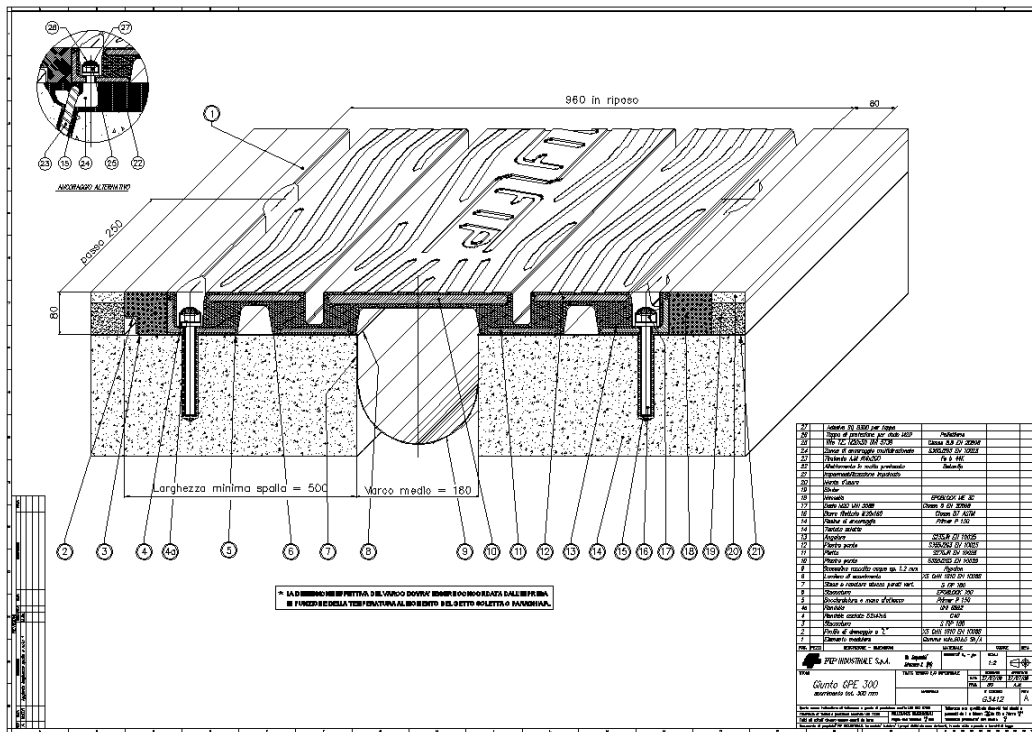
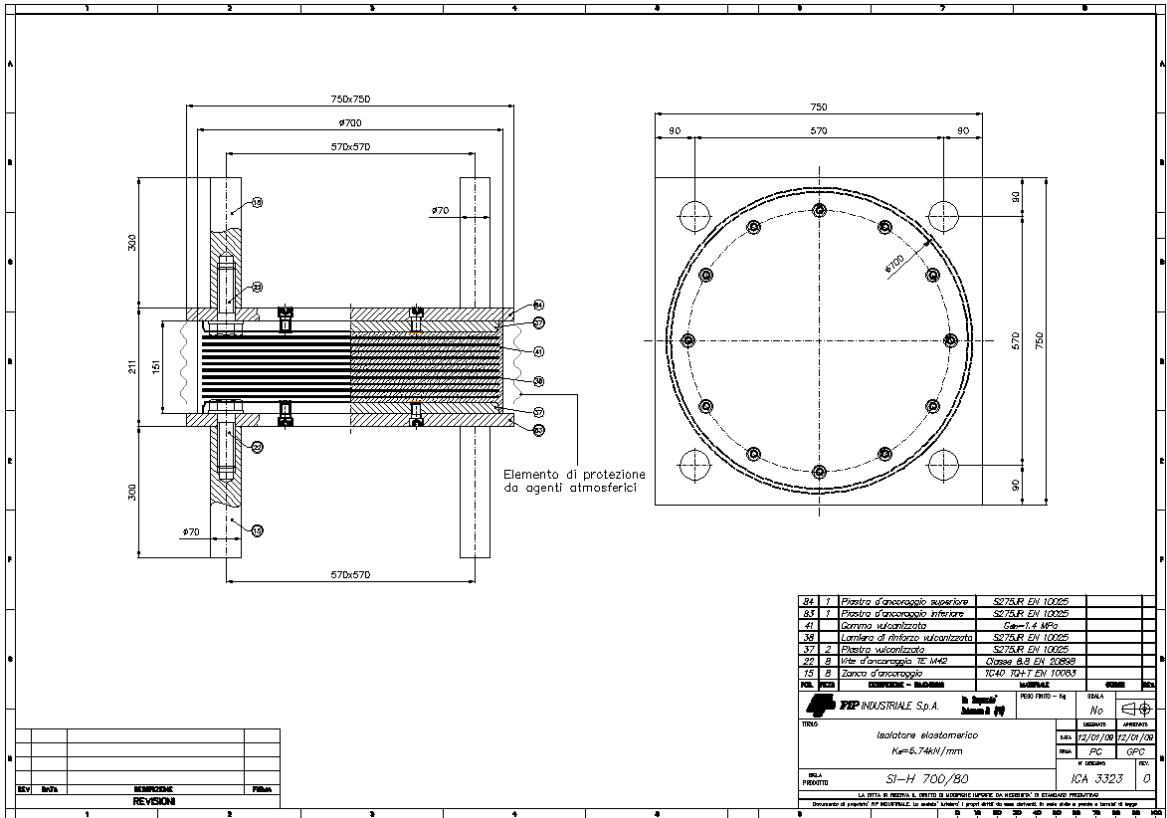


Figura 2.8 Apparecchi di appoggio e giunti di dilatazione

### 3      **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

#### **3.1 OPERE IN C.A. E ACCIAIO**

**Legge 5 novembre 1971 n. 1086** - Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica;

**Circ. Min. LL.PP.14 Febbraio 1974, n. 11951** – Applicazione della L. 5 novembre 1971, n. 1086;

**Legge 2 febbraio 1974 n. 64**, recante provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;

**D. M. Min. II. TT. del 14 gennaio 2008** – Norme tecniche per le costruzioni;

**Circolare 2 febbraio 2009, n. 617** – Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008;

**Linee guida sul calcestruzzo strutturale** - Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale

#### **3.2 PRINCIPALI NORME UNI**

**UNI EN 1990 (Eurocodice 0)** – Aprile 2006: "Criteri generali di progettazione strutturale";

**UNI EN 1991-1-1 (Eurocodice 1)** – Agosto 2004 – Azioni in generale- Parte 1-1: "Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici";

**UNI EN 1991-1-4 (Eurocodice 1)** – Agosto 2004 – Azioni in generale: "Azione del vento";

**UNI EN 1991-2 (Eurocodice 1)** – Marzo 2005 – Azioni sulle strutture- Parte 2: "Carico da traffico sui ponti";

**UNI EN 1992-1-1 (Eurocodice 2)** – Novembre 2005: "Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: "Regole generali e regole per gli edifici";

**UNI EN 1992-2 (Eurocodice 2)** – Gennaio 2006: "Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 2: "Ponti in calcestruzzo - progettazione e dettagli costruttivi";

**UNI EN 1993-1-1 (Eurocodice 3)** – Agosto 2005: "Progettazione delle strutture in acciaio – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici";

**UNI EN 1993-1-8 (Eurocodice 3)** – Agosto 2005: "Progettazione delle strutture in acciaio – Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti";

**UNI EN 1993-1-9 (Eurocodice 3)** – Agosto 2005: "Progettazione delle strutture in acciaio – Parte 1-9: Fatica";

**UNI EN 1993-2 (Eurocodice 3)** –Gennaio 2007: "Progettazione delle strutture in acciaio – Parte 2: Ponti in acciaio";

**UNI EN 1997-1 (Eurocodice 7)** – Febbraio 2005: "Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali";

**UNI EN 1998-1 (Eurocodice 8)** – Marzo 2005: "Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali – Azioni sismiche e regole per gli edifici";

**UNI EN 1998-2 (Eurocodice 8)** – Febbraio 2006: "Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 2: Ponti";

**UNI ENV 1998-5 (Eurocodice 8)** – Gennaio 2005: "Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 2: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici".

**UNI EN 197-1 giugno 2001** – "Cemento: composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni;

**UNI EN 11104 marzo 2004** – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”, Istruzioni complementari per l'applicazione delle EN 206-1;

**UNI EN 206-1 ottobre 2006** – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”.

### **3.3 PRINCIPALI ISTRUZIONI CNR**

CNR 10011/97 – Costruzioni di acciaio. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione;

CNR 10016/00 – Strutture composte di acciaio e calcestruzzo. Istruzioni per l'impiego nelle costruzioni;

CNR 10018/99 – Apparecchi di appoggio per le costruzioni. Istruzioni per l'impiego;

CNR 10024/86 – Analisi mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo.

Norme stradali

D.M. 5 novembre 2001 – Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade

D.M. 22 aprile 2004 – Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”

Decreto Legislativo 30 aprile 1992 n. 285 – Nuovo codice della strada;

D.P.R. 16 dicembre 1992 n. 495 – Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada;

D.Lgs. 15 gennaio 2002 n. 9 – Disposizioni integrative e correttive del nuovo codice della strada, a norma dell'articolo 1, comma 1, della L. 22 marzo 2001, n. 85.

D.L. 20 giugno 2002 n. 121 – Disposizioni urgenti per garantire la sicurezza nella circolazione stradale

L. 1 agosto 2002 n. 168 – Conversione in legge, con modificazioni, del D.L. 20 giugno 2002, n. 121, recante disposizioni urgenti per garantire la sicurezza nella circolazione stradale

D.L. 27 giugno 2003 n. 151 – Modifiche ed integrazioni al codice della strada

L. 1 agosto 2003 n. 214 – Conversione in legge, con modificazioni, del D.L. 27 giugno 2003, n. 151, recante modifiche ed integrazioni al codice della strada

D.M. 30 novembre 1999 n. 557 – Regolamento recante norme per la definizione delle caratteristiche tecniche delle piste ciclabili

Bollettino CNR n. 150 – Norme sull'arredo funzionale delle strade urbane.

## 4 ELABORATI DI RIFERIMENTO

La presente relazione è inscindibile dagli elaborati grafici e dai seguenti documenti:

|          |   |  |
|----------|---|--|
| <b>1</b> |   | <b>RELAZIONI</b>   |
|          | 1 | Relazione generale   |
|          | 2 | Quadro generale di spesa   |
|          | 3 | 1 Relazione geologica geotecnica e sulla modellazione sismica                  |
|          |   | 2 Relazione sugli interventi per la mitigazione del potenziale di liquefazione |
|          | 4 | <b>IDRAULICA</b>   |
|          |   | 1 Relazione idraulica  |
|          |   | 2 Sezione idraulica  |
|          | 5 | Relazione di calcolo impalcato ad arco   |
|          | 6 | Relazione sugli apparecchi d'appoggio con analisi sismica                      |
|          | 7 | Relazione di calcolo spalle  |
|          | 8 | Relazione sulle procedure di montaggio e varo dell'impalcato metallico ad arco |
| <b>2</b> |   | <b>COROGRAFIA</b>  |
| <b>3</b> |   | <b>PLANIMETRIE</b>   |
|          | 1 | Planimetria generale   |
|          | 2 | Planimetria tecnica  |
|          | 3 | Planimetria tracciamento   |
|          | 4 | Planimetria viabilita' provvisoria   |
|          | 5 | Planimetria segnaletica  |
|          | 6 | Planimetria interferenze   |
|          | 7 | Planimetria reti tecnologiche: illuminazione pubblica                          |
|          | 8 | Interventi in alveo: planimetria, sezioni e particolari costruttivi            |
| <b>4</b> |   | <b>PROFILO LONGITUDINALE</b>   |
|          | 1 | Profilo longitudinale asse principale  |
|          | 2 | Profilo longitudinale assi secondari   |
| <b>5</b> |   | <b>SEZIONI TIPO</b>  |
| <b>6</b> |   | <b>SEZIONI TRASVERSALI</b>   |
|          | 1 | Sezioni trasversali asse principale  |
|          |   | 1 Sezioni 1-13 asse principale   |
|          |   | 2 Sezioni 14-21 asse principale  |
|          |   | 3 Sezioni 22-29 asse principale  |
|          |   | 4 Sezioni 30-37 asse principale  |
|          |   | 5 Sezioni 38-45 asse principale  |
|          |   | 6 Sezioni 46-53 asse principale  |
|          |   | 7 Sezioni 54-61 asse principale  |
|          | 2 | Sezioni trasversali asse 1   |
|          |   | 1 Sezioni 1-10 asse 1  |
|          |   | 2 Sezioni 11-17 asse 1   |
|          |   | 3 sezioni 18-22 asse 1   |
|          | 3 | Sezioni trasversali asse 2   |
|          |   | 1 Sezioni 1-8 asse 2   |
|          |   | 2 Sezioni 9-16 asse 2  |
|          |   | 3 Sezioni 17-24 asse 2   |
| <b>7</b> |   | <b>ELABORATI STRUTTURALI</b>   |
|          | 1 | Prescrizioni materiali e note generali   |
|          | 2 | Prospetto e Planimetria  |
|          | 3 | Sezione Longitudinale e Sezioni trasversali                                    |
|          | 4 | <b>SPALLE</b>  |
|          |   | 1 Planimetria tracciamento pali  |
|          |   | 2 Armatura Pali di fondazione  |
|          |   | 3 Carpenteria Spalla A   |

|           |    |  |
|-----------|----|--|
|           | 4  | Armatura Fondazione Spalla A   |
|           | 5  | Armatura Elevazione Spalla A   |
|           | 6  | Carpenteria Spalla B   |
|           | 7  | Armatura Fondazione Spalla B   |
|           | 8  | Armatura Elevazione Spalla B   |
| 5         |    | <b>IMPALCATO AD ARCO</b>   |
|           | 1  | Carpenteria metallica: Prospetto, Sezione longitudinale, Pianta, Sezioni trasversali |
|           | 2  | Carpenteria metallica: Archi e Catene. Tav.1/2                                       |
|           | 3  | Carpenteria metallica: Archi e Catene. Tav.2/2                                       |
|           | 4  | Carpenteria metallica: Pendini di appensione   |
|           | 5  | Carpenteria metallica: Controvento degli archi                                       |
|           | 6  | Carpenteria metallica: Traversi Tav.1/2  |
|           | 7  | Carpenteria metallica: Traversi Tav.2/2  |
|           | 8  | Carpenteria metallica: Travi longitudinali e controvento dell'impalcato              |
|           | 9  | Carpenteria metallica: Pioli connettori  |
|           | 10 | Carpenteria metallica: Dettagli saldature  |
|           | 11 | Soletta: Carpenteria e abaco elementi prefabbricati. Tavola 1/3                      |
|           | 12 | Soletta: Carpenteria e abaco elementi prefabbricati. Tavola 2/3                      |
|           | 13 | Soletta: Carpenteria e abaco elementi prefabbricati. Tavola 3/3                      |
|           | 14 | Soletta: Armatura  |
|           | 15 | Impalcato: Elementi di arredo  |
| 6         |    | Isolatori e giunti   |
| 7         |    | Fasi di montaggio impalcato ad arco  |
| 8         |    | Varo impalcato ad arco   |
| 9         |    | Interventi per la mitigazione del potenziale di liquefazione                         |
| <b>8</b>  |    | <b>TAVOLE GEOLOGICHE E GEOTECNICHE</b>   |
|           | 1  | sezione litotecnica  |
| <b>9</b>  |    | <b>ESPROPRI</b>  |
|           | 1  | Planimetria catastale  |
|           | 2  | Piano particellare di esproprio  |
|           | 3  | Elenco proprietari   |
| <b>10</b> |    | <b>OPERE PROVVISORIALI</b>   |
|           | 1  | Cava di prestito: planimetria  |
|           | 2  | Cava di prestito: sezioni trasversali  |
|           | 3  | Rampa di accesso: planimetria, profilo e sezioni                                     |
| <b>11</b> |    | <b>SCHEMA DI ORGANIZZAZIONE DEL CANTIERE</b>   |
| <b>12</b> |    | <b>CRONOPROGRAMMA</b>  |
| <b>13</b> |    | <b>PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO</b>  |
| <b>14</b> |    | <b>PIANO DI MANUTENZIONE</b>   |
| <b>15</b> |    | <b>ELENCO PREZZI UNITARI</b>   |
| <b>16</b> |    | <b>COMPUTO METRICO ESTIMATIVO</b>  |
| <b>17</b> |    | <b>CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO. NORME GENERALI</b>                                |
| <b>18</b> |    | <b>CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO. NORME TECNICHE</b>                                |
| <b>19</b> |    | <b>SCHEMA DI CONTRATTO</b>   |
| <b>20</b> |    | <b>STATO DI FATTO</b>  |
|           | 1  | Planimetria di rilievo   |
|           | 2  | Elenco punti di rilievo  |
|           | 3  | Monografie capisaldi   |
| <b>21</b> |    | <b>DOCUMENTAZIONE STORICA</b>  |
| <b>22</b> |    | <b>DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA</b>  |

## 5 MARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Materiali come prescritti dal Decreto Ministeriale 14.01.2008 “Norme Tecniche per le Costruzioni”.

### 5.1 STRUTTURE METALLICHE

#### 5.1.1 ACCIAIO

Per archi, catene, traversi, longherine, si prevede l'impiego di acciaio da carpenteria tipo S355 (ex Fe 510) con le seguenti caratteristiche (materiale secondo UNI EN 10025-5):

Elementi composti per saldatura: S355J2W (ex Fe510D) per  $t \leq 40\text{mm}$   
 S355K2W (ex Fe510DD) per  $t > 40\text{mm}$

Elementi non saldati, angolari (controventi): S355J0W (ex Fe510C)

Per i profilati cavi (pendini a sostegno dell'impalcato e controventi superiori) si prevede l'impiego di acciaio da carpenteria tipo S355 (ex Fe 510) aventi le seguenti caratteristiche (materiale secondo UNI EN 10210 - Tubi non saldati):

Profilati cavi: S355J2H+N (ex Fe510D) per  $t \leq 40\text{mm}$

In base al punto 11.3.4.1 delle NTC 2008 per i materiali si fa riferimento alla tabella 11.3.IX

Per spessori fino a 40 mm:  $f_{yk} = 355 \text{ N/mm}^2$

Per spessori maggiori di 40 mm e fino a 80 mm:  $f_{yk} = 335 \text{ N/mm}^2$

Per spessori superiori agli 80 mm si fa riferimento alla norma europea EN 10025

Per spessori maggiori di 80 mm e fino a 100 mm:  $f_{yk} = 315 \text{ N/mm}^2$

Per i perni di attacco dei pendini si prevede l'impiego di acciaio da carpenteria tipo S460 con le seguenti caratteristiche (materiale secondo UNI EN 10025-3):

Perni di attacco pendini: S460J2+N

In base al punto 11.3.4.1 delle NTC 2008 per i materiali si fa riferimento alla tabella 11.3.IX

Per spessori maggiori di 40 mm e fino a 80 mm:  $f_{yk} = 430 \text{ N/mm}^2$  e  $f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$

Designazione degli acciai impiegati:

S: acciaio per impieghi strutturali

J0: Resilienza min.27J a 0°C

J2: Resilienza min.27J a -20°C

K2: Resilienza min.40J a -20°C

N: a grano fino allo stato normalizzato

H: acciaio per profilati cavi

W: resistenza migliorata alla corrosione atmosferica (tipo Corten)



## 5.1.2 BULLONI

### Giunzioni a taglio

Per i collegamenti di controventi di impalcato sono previsti giunzioni a taglio, le cui caratteristiche dimensionali dovranno essere conformi alle norme UNI EN ISO 4016: 2002 e UNI 5592: 1968.

Classi secondo UNI EN ISO 898-1: 2001

Viti classe 10.9 (UNI 14399: 2005), Dadi classe 10 (UNI 14399: 2005)

### Giunzioni ad attrito

Per il collegamento dei traversi di impalcato sono previsti giunzioni ad attrito con bulloni classe 10.9.

Tabella 11.3.XII.a

|      | Normali |     |     | Ad alta resistenza |      |
|------|---------|-----|-----|--------------------|------|
| Vite | 4.6     | 5.6 | 6.8 | 8.8                | 10.9 |
| Dado | 4       | 5   | 6   | 8                  | 10   |

Le tensioni di snervamento  $f_{yb}$  e di rottura  $f_{tb}$  delle viti appartenuti alle classi indicate nella precedente tabella 11.3.XII.a sono riportate nella seguente tabella 11.3.XII.b:

Tabella 11.3.XII.b

| Classe                        | 4.6 | 5.6 | 6.8 | 8.8 | 10.9 |
|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|------|
| $F_{yb}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 240 | 300 | 480 | 649 | 900  |
| $F_{tb}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 400 | 500 | 600 | 800 | 1000 |

I bulloni per giunzioni ad attrito devono essere conformi alle prescrizioni della Tab. 11.3.XIII Viti e dadi, devono essere associati come indicato nella Tab. 11.3.XII.

Tabella 11.3.XIII

| Elemento  | Materiale  | Riferimento                    |
|-----------|--|--------------------------------|
| Viti      | 8.8 – 10.9 secondo UNI EN ISO 898-1 : 2001                         | UNI EN 14399 :2005 parti 3 e 4 |
| Dadi      | 8 - 10 secondo UNI EN 20898-2 :1994                                |                                |
| Rosette   | Acciaio C 50 UNI EN 10083-2: 2006 temperato e rinvenuto HRC 32÷ 40 | UNI EN 14399 :2005 parti 5 e 6 |
| Piastrine | Acciaio C 50 UNI EN 10083-2: 2006 temperato e rinvenuto HRC 32÷ 40 |                                |

Gli elementi di collegamento strutturali ad alta resistenza adatti al precarico devono soddisfare i requisiti di cui alla norma europea armonizzata UNI EN 14399-1, e recare la relativa marcatura CE.

## 5.2 SALDATURE

Esecuzione secondo UNI EN 1011: 2005.

Preparazione lembi secondo UNI EN ISO 9692-1: 2005.

Controlli secondo UNI EN 12062: 2004

### 5.3 PIOLI

Secondo UNI EN ISO 13918

Pioli tipo Nelson (diametro ed altezza come da elaborati grafici): Acciaio ex ST37-3K (S235J2G3+C450)

Tensione di snervamento -  $f_y \geq$  350.00 N/mm<sup>2</sup>

Tensione di rottura -  $f_t \geq$  450.00 N/mm<sup>2</sup>

### 5.4 TABELLA RIASSUNTIVA CLASSI DI ESPOSIZIONE SECONDO NORMATIVA UNI EN 206-1

Questa tabella è da compilarsi in funzione dell'opera da eseguire: associare ad ogni elemento progettuale (fondazione, elevazione.....) .

Tab 2

| Classi di esposizione ambientale secondo UNI EN 206-1   |  |   |          |             |   |                              |   |                      |
|---|--|---|----------|-------------|---|------------------------------|---|----------------------|
| Classe di esposizione ambientale  | Descrizione dell'ambiente di esposizione                                   | Esempi di condizioni ambientali   | UNI 9858 | A/C massimo | Contenuto minimo di cemento kg/m <sup>3</sup> | Rck minima N/mm <sup>2</sup> | Contenuto minimo di aria %                    | Copriferro minimo Mm |
| <b>1 Assenza di rischio di corrosione o attacco</b>   |  |   |          |             |   |                              |   |                      |
| X0  | Molto secco  | Dis per interni di edifici con umidità relativa molto bassa   | 1        | -           |   | C12/15                       | -   | 15                   |
| <b>2 Composizione delle armature per effetto della carbonatazione</b>                                     |  |   |          |             |   |                              |   |                      |
| XC1   | Secco o permanentemente bagnato  | Dis per interni di edifici con umidità relativa bassa o immerso in acqua  | 2a       | 0,65        | 280   | C20/25                       | -   | 20                   |
| XC2   | Bagnato, raramente secco   | Superfici in dis a contatto con acqua per lungo tempo es. fondazioni  | 2a       | 0,60        | 280   | C25/30                       | -   | 20                   |
| XC3   | Umidità moderata   | Dis per interni con umidità relativa moderata o alta e dis all'esterno protetto dalla pioggia                                     | 5a       | 0,55        | 280   | C30/37                       | -   | 30                   |
| XC4   | Ciclicamente bagnato ed asciutto   | Superfici in dis a contatto con l'acqua, non nella classe XC2.  | 4a, 5b   | 0,50        | 300   | C30/37                       | -   | 30                   |
| <b>3 Composizione delle armature per effetto di cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare</b> |  |   |          |             |   |                              |   |                      |
| XD1   | Umidità moderata   | Superfici in dis esposte a nebbia salina  | 5a       | 0,55        | 300*  | C30/37                       | -   | 30                   |
| XD2   | Bagnato, raramente asciutto  | Pisone; dis esposto ad acque industriali contenenti cloruri   | 4a, 5b   | 0,55        | 300   | C30/37                       | -   | 30                   |
| XD3   | Ciclicamente bagnato ed asciutto   | Parti di ponti esposte a spruzzi contenenti cloruri, pavimentazioni di parcheggio   | 5c       | 0,45        | 320   | C35/45                       | -   | 40                   |
| <b>4 Composizione delle armature indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare</b>                       |  |   |          |             |   |                              |   |                      |
| XS1   | Esposto alla nebbia salina ma non all'acqua di mare                        | Strutture prossime o sulla costa  | 4a, 5b   | 0,50        | 300   | C30/37                       | -   | 30                   |
| XS2   | Permanentemente sommerso   | Parti di strutture marine   | 5c       | 0,45        | 320   | C35/45                       | -   | 40                   |
| XS3   | Zone esposte alle onde o alla marea  | Parti di strutture marine   | 5c       | 0,45        | 340   | C35/45                       | -   | 40                   |
| <b>5 Attacco dei cicli di gelo/di disgelo con o senza sali di disgelanti</b>                              |  |   |          |             |   |                              |   |                      |
| XF1   | Moderata saturazione d'acqua in assenza di sali disgelanti                 | Superfici verticali in dis esposte alla pioggia e al gelo   | 2b       | 0,55        | 300   | C30/37                       | -   | 30                   |
| XF2   | Moderata saturazione d'acqua in presenza di sali disgelanti                | Superfici verticali in dis di strutture stradali esposte al gelo e nebbia dei sali disgelanti                                     | 3, 4b    | 0,55        | 300   | C25/30                       | 4,0 e aggregati resistenti al gelo/di disgelo | 30                   |
| XF3   | Elevata saturazione d'acqua in assenza di sali disgelanti                  | Superfici orizzontali in dis esposte alla pioggia e al gelo   | 2b       | 0,50        | 320   | C30/37                       | 4,0 e aggregati resistenti al gelo/di disgelo | 30                   |
| XF4   | Elevata saturazione d'acqua in presenza di sali disgelanti o acqua di mare | Strade e impalcati da ponte esposti ai sali disgelanti. Superfici in dis esposte direttamente a nebbia contenente sali disgelanti | 3, 4b    | 0,45        | 340   | C30/37                       | 4,0 e aggregati resistenti al gelo/di disgelo | 40                   |
| <b>6 Attacco chimico</b>  |  |   |          |             |   |                              |   |                      |
| XA1   | Ambiente chimico debolmente aggressivo (vd. prospetto 2 della EN 206)      | -   | 5a       | 0,55        | 300   | C30/37                       | -   | 30                   |
| XA2   | Ambiente chimico moderatamente aggressivo (vd. prospetto 2 della EN 206)   | -   | 4*, 5b   | 0,50        | 320 cemento resistente ai solfati             | C30/37                       | -   | 30                   |
| XA3   | Ambiente chimico fortemente aggressivo (vd. prospetto 2 della EN 206)      | -   | 5c       | 0,45        | 360 cemento resistente ai solfati             | C35/45                       | -   | 40                   |

**Conglomerato cementizio per elementi strutturali opere principali (Ponti)**

| ELEMENTO            | CLASSE DI ESPOSIZIONE | CLASSE DI RESISTENZA MINIMA (Mpa) | RICOPRIMENTO (mm)      | CLASSE DI CONSISTENZA | RAPPORTO ACQUA/CEMENTO (+Aria %) | DIMENSIONE MASSIMA NOMINALE DEGLI AGGREGATI (mm) |
|---------------------|-----------------------|-----------------------------------|------------------------|-----------------------|----------------------------------|--|
| PALI                | XC2                   | C25/30                            | $c_{nom}=25+10+25=60$  | S4                    | 0.60                             | 32   |
| PLATEA SPALLA       | XC4+XD1+XF3           | C32/40                            | $c_{nom}=30+10+10=50$  | S4                    | 0.50 (+3%)                       | 32   |
| ELEVAZIONE SPALLA   | XC4+XD1+XF3           | C32/40                            | $c_{nom}=30+10+10=50$  | S4                    | 0.50 (+3%)                       | 25   |
| BAGGIOLI            | XC4+XD2+XF4           | C32/40                            | $c_{nom}=40+10+5+5=60$ | S4                    | 0.45 (+3%)                       | 10   |
| SOLETTA             | XC4+XD1+XF3           | C32/40                            | $c_{nom}=30+10+5=45$   | S4                    | 0.50 (+3%)                       | 25   |
| CORDOLI MARCIAPIEDI | XC4+XD2+XF4           | C32/40                            | $c_{nom}=40+10+5=55$   | S4                    | 0.45 (+3%)                       | 25   |
| PREDALLES E VELETTE | XC3                   | C28/35                            | $c_{nom}=20+10+5=35$   | S4                    | 0.55                             | 20   |

In cui nei copriferri nominali si è considerato: +10mm per la vita nominale  $V_N = 100$ anni  
 +5mm o +10mm per le tolleranze (+25mm per i pali)  
 +5mm per la classe di resist.  $C < C_{min}$  (per cordoli e baggioli)

**5.5 PARAMETRI DI IDENTIFICAZIONE PER LA VERIFICA A FESSURAZIONE**

Nel capitolo 4 del DM 14.01.2008 si identificano i parametri a cui fare riferimento per la verifica a fessurazione.

**Tabella 4 LIII** – Descrizione delle condizioni ambientali

| CONDIZIONI AMBIENTALI | CLASSE DI ESPOSIZIONE             |
|-----------------------|-----------------------------------|
| Ordinarie             | X0, XC1, XC2, XC3, XF1            |
| Aggressive            | XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3 |
| Molto aggressive      | XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4      |

**Tabella 4 LIV** – Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione

| Gruppi di esigenze | Condizioni ambientali | Combinazione di azioni | Armatura           |            |                |            |
|--------------------|-----------------------|------------------------|--------------------|------------|----------------|------------|
|                    |                       |                        | Sensibile          |            | Poco sensibile |            |
|                    |                       |                        | Stato limite       | $w_d$      | Stato limite   | $w_d$      |
| <b>a</b>           | Ordinarie             | frequente              | ap. fessure        | $\leq w_2$ | ap. fessure    | $\leq w_3$ |
|                    |                       | quasi permanente       | ap. fessure        | $\leq w_1$ | ap. fessure    | $\leq w_2$ |
| <b>b</b>           | Aggressive            | frequente              | ap. fessure        | $\leq w_1$ | ap. fessure    | $\leq w_2$ |
|                    |                       | quasi permanente       | decompressione     | -          | ap. fessure    | $\leq w_1$ |
| <b>c</b>           | Molto aggressive      | frequente              | formazione fessure | -          | ap. fessure    | $\leq w_1$ |
|                    |                       | quasi permanente       | decompressione     | -          | ap. fessure    | $\leq w_1$ |

$w_1, w_2, w_3$  sono definiti al § 4.1.2.2.4.1, il valore di calcolo  $w_d$ , è definito al § 4.1.2.2.4.6.

Scheda riassuntiva parametri di fessurazione secondo DM2008 – Opere Principali:

| ELEMENTO                   | Classe di esposizione | Gruppo di esigenza | Combinazione     | $w_d$ |
|----------------------------|-----------------------|--------------------|------------------|-------|
| IMPALCATI GETTATI IN OPERA | XC4+XD1+XF3           | b                  | frequente        | 0.3   |
|                            |                       |                    | quasi permanente | 0.2   |
| CORDOLI MARCIAPIEDI        | XC4+XD2+XF4           | c                  | frequente        | 0.2   |
|                            |                       |                    | quasi permanente | 0.2   |
| PREDALLES E VELETTE        | XC3                   | a                  | frequente        | 0.4   |
|                            |                       |                    | quasi permanente | 0.3   |

### 5.6 CALCESTRUZZO PER SOLETTA IMPALCATO

Per la realizzazione della soletta d'impalcato in cemento armato ed i relativi cordoli e marciapiedi, si prevede l'utilizzo di calcestruzzo in classe C32/40 ( $R_{ck} \geq 40 \text{ N/mm}^2$ ), che presenta le seguenti caratteristiche:

|   |  |                       |
|---|--|-----------------------|
| Resistenza a compressione (cilindrica)        | → $f_{ck} = 0.83 * R_{ck} =$   | 33.20 $\text{N/mm}^2$ |
| Resistenza di calcolo a compressione          | → $f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c = 0.85 * f_{ck} / 1.5 =$ | 18.81 $\text{N/mm}^2$ |
| Resistenza di calcolo a compressione elastica | → $\sigma_c = 0.60 * f_{ck} =$                                       | 19.92 $\text{N/mm}^2$ |
| Resistenza a trazione media                   | → $f_{ctm} = 0.30 * f_{ck}^{2/3} =$                                  | 3.10 $\text{N/mm}^2$  |
| Resistenza a trazione                         | → $f_{ctk} = 0.7 * f_{ctm} =$  | 2.169 $\text{N/mm}^2$ |
| Resistenza a trazione di calcolo              | → $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c =$                                   | 1.446 $\text{N/mm}^2$ |

### 5.7 CALCESTRUZZO PER LASTRE PREFABBRICATE PREDALLES

Per la realizzazione delle predalles e delle velette prefabbricate per la realizzazione dell'impalcato, si prevede l'utilizzo di calcestruzzo in classe C28/35 ( $R_{ck} \geq 35 \text{ N/mm}^2$ ), che presenta le seguenti caratteristiche:

|   |  |                       |
|---|--|-----------------------|
| Resistenza a compressione (cilindrica)        | → $f_{ck} = 0.83 * R_{ck} =$   | 29.05 $\text{N/mm}^2$ |
| Resistenza di calcolo a compressione          | → $f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c = 0.85 * f_{ck} / 1.5 =$ | 16.46 $\text{N/mm}^2$ |
| Resistenza di calcolo a compressione elastica | → $\sigma_c = 0.60 * f_{ck} =$                                       | 17.43 $\text{N/mm}^2$ |
| Resistenza a trazione media                   | → $f_{ctm} = 0.30 * f_{ck}^{2/3} =$                                  | 2.83 $\text{N/mm}^2$  |
| Resistenza a trazione                         | → $f_{ctk} = 0.7 * f_{ctm} =$  | 1.98 $\text{N/mm}^2$  |
| Resistenza a trazione di calcolo              | → $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c =$                                   | 1.32 $\text{N/mm}^2$  |

## 5.8 ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO

### 5.8.1 BARRE

Per le armature metalliche si adottano tondini in acciaio del tipo B450C controllato in stabilimento, che presentano le seguenti caratteristiche:

| Proprietà  | Requisito                     |
|--|-------------------------------|
| Limite di snervamento $f_y$                          | $\geq 450 \text{ MPa}$        |
| Limite di rottura $f_t$                              | $\geq 540 \text{ MPa}$        |
| Allungamento totale al carico massimo $A_{gt}$       | $\geq 7.5\%$                  |
| Rapporto $f_t/f_y$                                   | $1,15 \leq R_m/R_e \leq 1,35$ |
| Rapporto $f_{y \text{ misurato}}/ f_{y \text{ nom}}$ | $\leq 1,25$                   |

|  |                                  |                          |
|--|----------------------------------|--------------------------|
| Tensione di snervamento caratteristica | → $f_{yk} \geq$                  | 450.00 N/mm <sup>2</sup> |
| Tensione caratteristica a rottura      | → $f_{tk} \geq$                  | 540.00 N/mm <sup>2</sup> |
| Tensione di calcolo elastica           | → $\sigma_c = 0.80 * f_{yk} =$   | 360.00 N/mm <sup>2</sup> |
| Fattore di sicurezza acciaio           | → $\gamma_s =$                   | 1.15                     |
| Resistenza a trazione di calcolo       | → $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s =$ | 391.30 N/mm <sup>2</sup> |

### 5.8.2 RETI

Per le reti metalliche si adottano tondini in acciaio del tipo B450A controllato in stabilimento, che presentano le seguenti caratteristiche:

| Proprietà  | Requisito              |
|--|------------------------|
| Limite di snervamento $f_y$                          | $\geq 450 \text{ MPa}$ |
| Limite di rottura $f_t$                              | $\geq 540 \text{ MPa}$ |
| Allungamento totale al carico massimo $A_{gt}$       | $\geq 2.50\%$          |
| Rapporto $f_t/f_y$                                   | $1,05 \leq R_m/R_e$    |
| Rapporto $f_{y \text{ misurato}}/ f_{y \text{ nom}}$ | $\leq 1,25$            |

|  |                                  |                          |
|--|----------------------------------|--------------------------|
| Tensione di snervamento caratteristica | → $f_{yk} \geq$                  | 450.00 N/mm <sup>2</sup> |
| Tensione caratteristica a rottura      | → $f_{tk} \geq$                  | 540.00 N/mm <sup>2</sup> |
| Tensione di calcolo elastica           | → $\sigma_c = 0.80 * f_{yk} =$   | 360.00 N/mm <sup>2</sup> |
| Fattore di sicurezza acciaio           | → $\gamma_s =$                   | 1.15                     |
| Resistenza a trazione di calcolo       | → $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s =$ | 391.30 N/mm <sup>2</sup> |

## 6 PIANO DI MANUTENZIONE

Il piano ha la finalità di prevedere, pianificare e programmare l'attività di manutenzione al fine di mantenere nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l'efficienza ed il valore economico delle opere oggetto dell'intervento.

Il piano di manutenzione è composto dai seguenti documenti operativi:

- *Manuale d'uso*
- *Manuale di manutenzione*
- *Programma di manutenzione.*

Sono da considerarsi inoltre complementari ed integranti il presente piano di manutenzione i seguenti elaborati:

- **Fascicolo adattato dell'opera:** contiene informazioni relativamente agli aspetti connessi con la sicurezza:
    - ✓ pericoli che possono presentarsi nel corso di lavori di manutenzione;
    - ✓ dispositivi e/o provvedimenti programmati per prevenire tali rischi;
    - ✓ equipaggiamenti in dotazione dell'opera (riepilogo della documentazione tecnica ed istruzioni per interventi di urgenza.
  - **Dichiarazione di corretta e conforme installazione delle diverse unità tecnologiche.** E' compito della Direzione Lavori l'acquisizione delle relazioni di collaudo, delle specifiche istruzioni di montaggio e delle dichiarazioni di conformità, finalizzata alla verifica ed all'aggiornamento dei dati contenuti nel presente piano di manutenzione.
- Per la definizione degli interventi di manutenzione ordinaria si fa riferimento alle convenzioni stipulate tra ente concedente ed ente concessionario.

## 6.1 MANUALE D'USO

Il "Manuale d'Uso" fornisce un insieme di informazioni che permettono di conoscere le modalità di fruizione e gestione del bene, al fine di evitarne il degrado anticipato.

Il "Manuale d'Uso" pertanto deve:

- indicare gli elementi utili a limitare i danni causati da un uso improprio del bene, consentire di eseguire le operazioni necessarie alla conservazione del bene, che non richiedano "conoscenze specialistiche", consentire di riconoscere con tempestività gli anomali fenomeni di deterioramento del bene, al fine di intervenire anche con operazioni di tipo "specialistico".

Per il raggiungimento di tali obiettivi, il "Manuale d'Uso" prevede l'istituzione di ispezioni di controllo periodiche visive, pianificandone le modalità esecutive e normalizzando l'acquisizione e l'interpretazione dei dati riscontrati, al fine di tenere il bene sotto controllo con continuità e conoscerne costantemente lo stato di conservazione.

Il "Manuale d'Uso", inoltre, definisce l'entità e le caratteristiche degli operatori, delle strumentazioni e delle tecnologie necessarie al monitoraggio dell'opera.

Su ciascun elemento manutenibile devono essere effettuate ispezioni periodiche, al fine di verificare lo stato dell'elemento esaminato e di individuare l'eventuale presenza di degradi e/o anomalie; la loro frequenza è stabilita, per ciascun elemento strutturale, nel "programma dei controlli".

Le ispezioni devono essere effettuate da tecnici diplomati, che poi redigono l'apposito rapporto ("scheda esame visivo") e, con i dati di quest'ultimo, aggiornano una "scheda storica" dei controlli, inserendo la data della visita e le eventuali nuove anomalie insorte.

Almeno una volta all'anno è necessaria la verifica da parte di un ingegnere.

L'insieme della documentazione di base ed acquisita nel tempo, dovrà andare a costituire una banca-dati in grado di essere consultata con semplicità, per ottenere in prima istanza, per ciascuna opera, l'insieme dei suddetti due documenti fondamentali:

- il foglio di risultanza dell'ispezione periodica (a qualunque data, denominato nel seguito "scheda esame visivo").

Le schede di questo tipo sono particolari per ogni elemento manutenibile in quanto contengono dati specifici.

- Il foglio riportante le caratteristiche strutturali fondamentali e la storia delle ispezioni, da aggiornare periodicamente, denominato nel seguito "scheda storica".

Il controllo visivo può essere condotto da un operativo della struttura preposta che riassume le sue osservazioni su apposito rapporto.

Il rapporto contiene nella sua parte generale l'identificazione dell'opera esaminata, il numero d'ordine generale, la data d'ispezione, l'indicazione dei nomi di chi ha effettuato la visita, i dati identificativi di eventuali fotografie scattate, i dati generali dell'opera e le successive sezioni allegate alla scheda, relative ad anomalie riscontrate in corrispondenza delle singole parti manutenibili.

L'esame visivo è la prima operazione da prevedere per un'indagine corretta, il cui scopo sia l'individuazione e la diagnosi dei fenomeni di degrado e la progettazione del conseguente intervento di restauro strutturale.

Durante l'ispezione delle strutture in c.a. è opportuno esaminare tutte le superfici visibili onde accertare ogni fatto nuovo e l'insorgere di eventuali anomalie esterne; in tal caso si dovrà annotare in maniera convenzionale tutte le anomalie dell'opera, dalle microfessurazioni alle macchie di ruggine, dallo stato di ossidazione del ferro alle

delaminazioni ed ai distacchi del del calcestruzzo, il tutto adeguatamente supportato da un'accurata documentazione fotografica.

Nel caso in cui l'opera presentasse segni di gravi anomalie, il tecnico dovrà promuovere ulteriori controlli specialistici.

L'esecuzione sistematica di ispezioni visive e la conseguente analisi dei dati non sono sufficienti ad individuare qualsiasi difetto o a comprendere chiaramente le cause di determinati degradi, né di valutare oggettivamente il grado di "allarme" di una situazione ed il rimedio anche provvisorio più idoneo.

I necessari approfondimenti diagnostici richiedono l'esecuzione di prove strumentali che possono essere sia di tipo "puntuale" (relative all'esame dei punti "critici") che di tipo "globale" (relative all'esame generale della struttura), mediante le quali è possibile stimare e valutare caratteristiche e parametri, relativi allo stato dei materiali costituenti le opere.

Tali attrezzature devono essere gestite da tecnici specializzati nel loro utilizzo, da ingegneri ed eventualmente possono essere utilizzati sistemi informatizzati di analisi dei dati, che consentono di interpretare i dati raccolti.

Gli operatori che devono svolgere le operazioni di controllo visivo saranno forniti di apposite schede sulle quali trascriveranno quanto osservato.

È compito della struttura coordinata del conduttore del servizio di manutenzione l'archiviazione e l'interpretazione dei dati.

La "scheda dati storici" è redatta ed aggiornata periodicamente per ciascuna parte strutturale di ogni opera, e contiene le seguenti informazioni:

- individuazione dell'opera e della parte strutturale cui si riferisce
- periodo di costruzione e vicende ad esso collegate
- materiali costituenti la parte strutturale dell'opera e, per ciascuno di essi, l'indicazione delle caratteristiche, dimensioni, tipologia, ecc.
- altre informazioni relative all'ubicazione, allo schema statico, alla data d'inizio del degrado, ecc.
- successione cronologica delle ispezioni, per ciascuna delle quali è riportata la data, le parti della struttura le cui anomalie hanno subito delle variazioni rispetto all'ispezione precedente, che cosa è effettivamente variato, il n° della scheda di rilevamento,
- successione cronologica degli interventi significativi di manutenzione, con la relativa data, tipologia e ubicazione.

Le "schede anomalie" allegate alla "scheda esame visivo" saranno relative alle anomalie presenti nell'opera in corrispondenza delle singole parti, e in esse dovrà essere riportata la descrizione del degrado rilevato e tutte le informazioni utili all'individuazione sia delle cause, sia degli eventuali interventi da eseguire successivamente, quali l'ubicazione, la sua estensione, la tipologia, l'ambiente e il tipo di elemento ove si sono manifestati ed eventuali altre osservazioni particolari a cura del rilevatore.

Ad ogni controllo visivo individuato, per gli elementi manutenibili, è stata associata una scheda anomalie di seguito si riporta la "scheda dati storici" tipo.



**OPERA:**

**A - PERIODO DI COSTRUZIONE**

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| Data inizio costruzione:        |  |
| Data fine costruzione:          |  |
| Contestazioni in corso d'opera: |  |
| Note:                           |  |

**B - MATERIALI IMPIEGATI**

|                              |  |
|------------------------------|--|
| <b>B1 - CALCESTRUZZO</b>     |  |
| Rck:                         |  |
| Lavorabilità:                |  |
| Composizione (dosaggio):     |  |
| Tipo di cemento:             |  |
| Tipo di aggregato:           |  |
| Tipo di additivo:            |  |
| Altre caratteristiche:       |  |
| Trattamenti superficiali:    |  |
| <b>B2 - FERRI D'ARMATURA</b> |  |
| Tipo:                        |  |
| Diametri utilizzati:         |  |
| Altre caratteristiche:       |  |

**C - ALTRE INFORMAZIONI**

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| Posizione geografica:            |  |
| Condizioni climatiche:           |  |
| Trattamenti:                     |  |
| Carichi statici:                 |  |
| Carichi dinamici:                |  |
| Ambiente circostante:            |  |
| Data dei primi segni di degrado: |  |



## 6.2 MANUALE DI MANUTENZIONE

Si riferisce alla manutenzione delle parti più importanti del bene. Esso fornisce, in relazione alle caratteristiche dei materiali e dei componenti interessati, le indicazioni necessarie per la corretta manutenzione.

Nello spirito dei recenti indirizzi normativi e nella ormai consolidata opinione che ogni progetto non può prescindere dagli aspetti legati al mantenimento in efficienza dell'opera interessata durante l'esercizio, è stato studiato, per le opere in oggetto, un piano di manutenzione che consenta al gestore della strada una corretta programmazione delle manutenzioni.

Sono necessarie alcune premesse metodologiche sul significato e sulle modalità operative della manutenzione, così come si sono andate sviluppando negli ultimi anni grazie all'esperienza sul controllo e la gestione delle opere d'arte in esercizio.

Si possono individuare tre tipi di manutenzione:

- la manutenzione corrente, che ripara il danno quando questo è avvenuto;
- la manutenzione cadenzata o periodica, che sostituisce un elemento a cadenza regolare prima che l'elemento possa guastarsi.
- la manutenzione programmata, che segue l'andamento dello stato dei manufatti in esame, in modo da identificare quelli che tendono ad un grave ammaloramento, intervenendo su di loro con congruo margine di tempo prima che si giunga alla rottura, con lavori mirati ad ottenere il massimo beneficio col minimo impegno finanziario.

Per le opere d'arte stradali quest'ultima si è rivelata la più idonea, infatti la manutenzione corrente penalizza l'utenza generando interruzioni incontrollate del servizio, mentre quella cadenzata penalizza il gestore per l'eccessivo costo che comporterebbe.

Elaborare a priori i programmi d'intervento risulta però problematico nell'ambito della manutenzione programmata, proprio per le sue peculiarità di tenere conto, nello stabilire gli interventi, delle variazioni dello stato di conservazione che si verificano di volta in volta.

Gli interventi di manutenzione vengono in effetti decisi in funzione dei risultati delle ispezioni e delle disponibilità economiche dell'ente gestore; tenendo conto della velocità dell'evoluzione del degrado per ottenere il massimo dell'economia di gestione.

Lo svolgimento delle attività di manutenzione è quindi legato alle seguenti attività:

- rilevamento dello stato di conservazione delle opere (la sorveglianza);
- valutazione del livello di degrado raggiunto e l'individuazione delle relative necessità d'intervento;
- frequenza, diffusione e consistenza dei lavori di risanamento che dipendono dalle disponibilità economiche del gestore destinate ai ripristini.

Le attività di cui sopra sono strettamente interdipendenti, infatti:

- il degrado delle opere varia nel tempo in funzione dei lavori di risanamento eseguiti;
- lo stato di degrado è reso noto (e quindi l'intervento è più sollecito e di minor costo) in funzione della frequenza dei controlli;
- i controlli non di routine vengono dilazionati quando un'opera è stata risanata mentre s'infittiscono se il lavoro di ripristino è opportuno ma procrastinabile.

Oltre a ciò, per la redazione di un piano di questo tipo per opere di nuova costruzione, la maggiore difficoltà che si incontra è stabilire a priori l'andamento nel tempo del degrado delle opere stesse; in quanto questo dipende da

svariati fattori, come la qualità della progettazione, la qualità dell'esecuzione e dei materiali, l'intensità delle azioni, sia ambientali (chimico fisiche) che meccaniche (il traffico), fattori dei quali solo una certa quota parte può essere conosciuta e valutata al momento del progetto.

La pianificazione della manutenzione riguarda le seguenti opere:

- Struttura
- Pavimentazioni
- Segnaletica
- Barriere di sicurezza

Nel prosieguo, per le sole parti strutturali, verranno analizzate le problematiche manutentive ad esse connesse per giungere alla definizione del programma dei lavori per ciascun campo di applicazione ed al loro inserimento in un programma manutentivo generale.

Partendo dall'ipotesi di una corretta realizzazione dei manufatti, è ragionevole supporre che il degrado strutturale delle opere possa svilupparsi in misura molto contenuta nel tempo. La misura contenuta del degrado esclude eventi accidentali (quali urti, terremoti, incendi, scoppi, ecc.) che possono accelerare il processo di decadimento del manufatto.

## 6.2.1 STRUTTURE IN C.A.

### 6.2.1.1 ANOMALIE

L'ispezione delle strutture in calcestruzzo deve individuare e quantificare il livello di degrado raggiunto dalle strutture. In particolare si rilevano anomalie ricorrenti.

#### *Fondazioni:*

- cedimenti;
- distacchi;
- fessurazioni;
- lesioni;
- non perpendicolarità;
- umidità.

#### *Strutture in elevazione:*

- non perpendicolarità delle strutture in elevazione;
- tracce di permeazione (infiltrazioni);
- presenza di ruggine;
- presenza di sali;
- delaminazioni (macchie superficiali);
- porosità del calcestruzzo;
- dilavamento;
- presenza di vespai;
- rigonfiamenti del calcestruzzo;
- sgretolamento del calcestruzzo;
- lesioni o fessurazioni:
- danneggiamenti lenti e continuativi;
- ferri a vista;
- distacchi di elementi rilevanti e non.

### 6.2.1.2 CONTROLLI

#### *a) fondazioni*

Controllare eventuali smottamenti del terreno circostante alla struttura che possono essere indicatori di cedimenti strutturali. Effettuare verifiche e controlli approfonditi particolarmente a seguito di calamità quali il sisma, i nubifragi, ecc.

Cadenza: ogni 6 mesi

#### *b) strutture in elevazione ed impalcati*

Esame visivo erosioni superficiali, esfoliazione, esposizione dei ferri d'armatura.

Cadenza: ogni anno.

Esame visivo macchie di ruggine.

Cadenza: ogni anno.

Esame visivo delaminazioni superficiali.

Cadenza: ogni anno.

Esame visivo infiltrazioni, venute di acqua, umidità.

Cadenza: ogni 6 mesi.

### 6.2.1.3 MANUTENZIONI

In assenza di eventi eccezionali, la manutenzione periodica riguarda sostanzialmente il ripristino superficiale dei calcestruzzi e la verniciatura protettiva degli stessi.

Gli interventi riparativi dovranno effettuarsi a secondo del tipo di anomalia riscontrata e previa diagnosi delle cause del difetto accertato. In caso vi siano fenomeni di carbonatazione in atto, occorre rimuovere le parti ammalorate, pulire e trattare le eventuali armature scoperte e ripristinare le superfici con malte o betoncini ad alta resistenza e rapido indurimento. In particolare si dovrà procedere secondo le seguenti fasi:

- demolizione mediante picchettatura manuale delle zone ammalorate,
- sabbiatura di tutta la superficie messa a nudo compresi i ferri di armatura che saranno portati a metallo bianco,
- trattamento superficiale dei ferri scoperti con vernici contenenti inibitori di corrosione, applicate a pennello,
- applicazione sulla zona interessata di malte a ritiro compensato, fortemente adesive e ad elevata resistenza.

Particolare attenzione dovrà essere riposta nell'esame di eventuali quadri fessurativi che si evidenziassero in occasione di un'ispezione sulle opere in elevazione (spalle); occorrerà in tal caso procedere come segue:

- redigere un'ampia documentazione fotografica delle fessurazioni,
- redigere pittogrammi del quadro fessurativo,
- prelevare carote di piccolo diametro (usualmente 3 cm) che consentano di valutare la profondità delle fessure,
- rilevare l'estensione e l'ampiezza delle fessure.

Nel caso in cui le fessure presentino profondità superiori al copriferro (3÷5 cm) è necessario condurre indagini approfondite con tecnici specialistici.

Nel caso in cui la profondità delle fessure non sia superiore al copriferro si procederà a stuccature se l'ampiezza delle stesse è inferiore a 0.3 mm: diversamente si dovrà procedere come segue:

- accurata pulizia della superficie in cui si è manifestato il quadro fessurativo da eseguirsi preferibilmente con idropulitrice,
- fresatura del calcestruzzo a cavallo della fessura (a superficie asciutta) con disco abrasivo in modo da ottenere una gola profonda circa 0.5 cm,
- colaggio di resina epossidica ad altissima fluidità nella gola realizzata.

## 6.2.2 IMPALCATO METALLICO

### 6.2.2.1 ANOMALIE

L'ispezione della struttura in acciaio deve individuare e quantificare il livello di degrado raggiunto.

In particolare si rilevano anomalie ricorrenti quali:

- Corrosione degli elementi metallici per perdita del requisito di resistenza agli agenti aggressivi chimici e/o per difetti del materiale
- Variazione geometriche e morfologiche dei profili e degli elementi strutturali. Le caratteristiche e l'andamento ne caratterizzano l'importanza e il tipo.

Altre anomalie ricorrenti sono le seguenti:

- Deformazioni;
- Variazioni rispetto ad indagini precedenti;
- Cricche negli elementi saldati;
- Bulloni lenti o deteriorati
- Distacchi di elementi accoppiati nei giunti bullonati

#### 6.2.2.2 CONTROLLI

Esame visivo con lo scopo di accertare l'integrità degli elementi:

Cadenza: ogni 2 anni

Esame visivo alle saldature e ai relativi margini:

Cadenza: ogni 2 anni

Esame visivo alle giunzioni bullonate:

Cadenza: ogni 2 anni

#### 6.2.2.3 MANUTENZIONI

La visita con lo scopo di valutare l'integrità degli elemento deve essere integrata da tutte le misurazioni, prove di flessione ed altre investigazioni sperimentali sulle deformazioni, sia elastiche che permanenti, delle parti metalliche, come pure sui cedimenti degli appoggi, che si ritenessero, caso per caso, utili ed atte a conseguire una completa conoscenza delle condizioni strutturali dell'opera alla luce anche di apposite verifiche statiche a carico di tecnici specializzati.

L'esame visivo ai giunti saldati deve essere intesa ad ispezionare visivamente tutti i cordoni di saldatura e relativi margini servendosi nei tratti poco illuminati, di torce elettriche, e ove occorra, di lenti di ingrandimento. Gli accertamenti dovranno essere approfonditi, nei casi dubbi, mediante controlli non distruttivi (liquidi penetranti, prove magnetoscopiche, ecc.) effettuati da tecnici specializzati. Nell'eventualità che le prove evidenzino ammaloramenti, si effettui il ripristino della saldatura.

L'esame visivo ai giunti bullonati è volto a verificare lo stato dei bulloni e delle parti accoppiate. Nel caso si riscontrino allentamento o danneggiamento dei bulloni si proceda rispettivamente al riserraggio o alla sostituzione degli stessi.

In assenza di eventi eccezionali, la manutenzione periodica riguarda sostanzialmente il controllo periodico delle parti in vista finalizzato alla ricerca delle anomalie e del rispetto dei seguenti requisiti:

*1) Resistenza all'acqua; 2) Resistenza agli agenti aggressivi; 3) Resistenza meccanica*

Gli interventi riparativi dovranno effettuarsi a secondo del tipo di anomalia riscontrata e previa diagnosi delle cause del difetto accertato.

Particolare attenzione dovrà essere riposta nell'esame di eventuali deformazioni o cedimenti che si evidenziassero in occasione di un'ispezione di controllo geometrico della struttura;

occorrerà in tal caso procedere come segue:

- redigere un'ampia documentazione fotografica degli stati deformativi,
- rilevare l'estensione e l'ampiezza dei cedimenti relativi.

A seguito del riscontro del danneggiamento gli interventi di ripristino dovranno essere svolti da personale specializzato.

### ***MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO***

#### ***03.01.01.I01 Ripresa coloritura***

*Cadenza: quando occorre*

Ritinteggiature delle parti previa rimozione delle parti deteriorate mediante preparazione del fondo. Le modalità di ritinteggiatura, i prodotti, le attrezzature variano comunque in funzione delle superfici e dei materiali costituenti.

- Ditte specializzate: *Pittore.*

#### ***03.01.01.I02 Ripristino degli elementi degradati***

*Cadenza: quando occorre*

Ripristino degli elementi usurati o rotti in modo da ripristinare le originali qualità prestazionali ed estetiche.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari.*

#### ***03.01.01.I03 Ripristino serraggi bulloni e connessioni metalliche***

*Cadenza: quando occorre*

Ripristino e/o sostituzione degli elementi di connessione e verifica del corretto serraggio degli stessi e sostituzioni di quelli mancanti. Riparazione della protezione antiruggine degli elementi metallici mediante rimozione della ruggine ed applicazione di vernici protettive. Riparazione di eventuali corrosioni o fessurazioni.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari.*

## **6.2.3 CORDOLI DEGLI IMPALCATI**

### **6.2.3.1 CONTROLLI**

I cordoli devono costituire un adeguato vincolo per le barriere di sicurezza. Sono soggetti ad un'aggressione di tipo chimico dovuta all'utilizzo di sali antigelo per garantire la viabilità invernale. L'ispezione periodica rileva lo stato di danneggiamento del calcestruzzo.

### **6.2.3.2 MANUTENZIONI**

Le operazioni di manutenzione periodica consistono: asportazione dei materiali deteriorati mediante scalpellatura; sabbatura di tutta la superficie; ripristino con malte a matrice tixotropica; posa di vernice protettiva a base poliuretanica. Tutte le operazioni di ripristino non devono in alcun modo aumentare le dimensioni dei cordoli e quindi sono mirate al solo ripristino della sezione e dimensione originaria di progetto.

## **6.2.4 APPARECCHI D'APPOGGIO**

### **6.2.4.1 CONTROLLI**

Nel momento in cui gli appoggi vengono posti in funzione, deve essere presa la misura "di zero" iniziale riguardante l'entità dello scorrimento, la deviazione dall'orizzontale del piano di scorrimento e la rotazione della cerniera oltre alla temperatura presente nella struttura.

Nelle ispezioni di routine devono essere controllate le seguenti caratteristiche:

- condizioni delle superfici di scorrimento sia verticali che orizzontali (per esempio: irregolarità del foglio metallico di scorrimento, difetti di connessione, danneggiamenti nella protezione anticorrosiva, ecc.),
- effettivo movimento,



- rotazione dell'elemento basculante dell'appoggio per mezzo di idonei calibri atti a misurare lo spazio libero di rotazione,
- condizioni del calcestruzzo al di sotto e al di sopra dell'appoggio,
- temperatura dell'aria in prossimità dell'appoggio (tale misurazione deve essere registrata).

#### 6.2.4.2 MANUTENZIONI

In assenza di difetti che presumono l'intervento di tecnici specializzati, occorre effettuare la pulizia generale dell'isolatore per mezzo di alcool e fogli di carta/stracci bianchi e puliti.

#### 6.2.4.3 SOSTITUZIONE DEGLI APPARECCHI DI APPOGGIO

Si faccia riferimento al Manuale dell'Azienda fornitrice dell'apparecchio.

La posizione dei martinetti per il sollevamento dell'impalcato è indicata negli elaborati grafici di progetto.

#### 6.2.5 GIUNTI SULLE SPALLE

##### 6.2.5.1 CONTROLLI

Gli spostamenti previsti devono verificarsi senza creare appezzabili discontinuità, risalti ed avvallamenti del piano viabile, al fine di limitare le sollecitazioni di urto alle strutture e disturbi di traffico. Il veicolo non deve avvertire la presenza del giunto.

I giunti devono garantire un'adeguata impermeabilità nei confronti dell'infiltrazione delle acque piovane.

##### 6.2.5.2 MANUTENZIONI

La manutenzione ordinaria consiste nella accurata rimozione della sporcizia che si accumula all'interno del giunto. In presenza di parti usurate occorre invece procedere alla loro sostituzione da parte di personale specializzato. Il personale specializzato, a mezzo di opportune apparecchiature, deve altresì verificare la funzionalità del giunto (assorbimento elastico, silenziosità, durabilità, autopulizia).

Deve essere sostituito il giunto che non fornisce i requisiti sopra elencati.

### **6.3 PROGRAMMA DI MANUTENZIONE**

Il programma di manutenzione si articola in tre sottoprogrammi, relativi alle prestazioni, ai controlli ed agli interventi di manutenzione.

Il programma deve essere dinamico, con continui aggiornamenti delle procedure e degli obiettivi. E' quindi opportuno che dopo l'ispezione, sulla base dei risultati ottenuti, si discuta sul programma stesso per verificare se risultino necessarie modifiche.

#### **6.3.1 SOTTOPROGRAMMA DELLE PRESTAZIONI**

Prende in esame le prestazioni fornite dal bene e dalle sue parti nel corso del suo ciclo di vita.

Le ispezioni a cadenza periodica rilevano i parametri necessari a definire il livello prestazionale raggiunto dagli elementi in esame ed a definire le eventuali necessità manutentive.

#### **6.3.2 SOTTOPROGRAMMA CONTROLLI SULLE STRUTTURE**

Il sottoprogramma controlli definisce il programma delle verifiche e delle ispezioni al fine di rilevare il livello prestazionale (qualitativo e quantitativo) nei successivi momenti della vita del bene, individuando la dinamica della caduta delle prestazioni aventi come estremi il valore di collaudo e quello minimo di norma.

La maggiore difficoltà che si incontra è stabilire a priori l'andamento nel tempo del degrado in quanto questo dipende da svariati fattori come la qualità dell'esecuzione e dei materiali, l'intensità delle azioni, sia ambientali (chimico-fisiche) che meccaniche (il traffico), fattori dei quali solo una certa quota parte può essere conosciuta e valutata al momento del progetto.

##### **6.3.2.1 LA SORVEGLIANZA**

Fase fondamentale della manutenzione programmata è la sorveglianza.

In Italia le attività di sorveglianza delle opere sono regolate dalla circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n° 6736-61-A1 del 19/7/1967 (cui si rimanda per l'acquisizione dei dettagli operativi) dove sono indicate le frequenze delle ispezione ordinarie (una ogni tre mesi), e di quelle principali che è prescritto siano compiute da un ingegnere (una ogni anno).

Per queste ispezioni, destinate al controllo dello stato di conservazione di ogni parte strutturale, non sono prescritte dalla Circolare controlli specifici, al di fuori di quello visuale (la Circolare si limita a raccomandare solamente l'accurata effettuazione delle ispezioni, in particolare quella principale); resta perciò l'opportunità di definire le modalità ed i tempi di un altro tipo di controlli, quelli strumentali generalmente di tipo non distruttivo.

I più ricorrenti Controlli di tipo non Distruttivo vengono descritti nel seguito.

**a) Ultrasuoni**

Il metodo ad ultrasuoni consente di stimare il modulo di elasticità e la densità del calcestruzzo. In particolare gli ultrasuoni consentono di evidenziare eventuali disomogeneità (fessure, bolle d'aria, vespai, penetrazioni di umidità).

**b) Misure sclerometriche**

Le misure sclerometriche restituiscono informazioni sulla resistenza a compressione del calcestruzzo e consentono di evidenziare disomogeneità e parti degradate di calcestruzzo (bolle d'aria, vespai, cavillature superficiali). La prova sclerometrica, pur essendo un metodo d'analisi molto pratico e rapido, ha lo svantaggio di saggiare solo strati superficiali che potrebbero essere alterati. I risultati sono inoltre sensibili ad alcuni parametri quali umidità, carbonatazione, presenza di armature e granulometria degli inerti. Tale metodo, per le normative vigenti, non può essere considerato alternativo per la determinazione delle resistenze a compressione del calcestruzzo.

**c) Microsismiche e sclerometriche**

Un sistema che valorizza i due metodi sperimentali sopra descritti, migliorandone l'interpretazione, è quello "combinato" ultrasuoni-sclerometro.

**d) Prelievo di polveri e microcarote**

Al fine di individuare e classificare il tipo di degrado, si possono eseguire delle analisi chimiche o diffrattometriche sui materiali prelevati dalla struttura ed effettuare prove colorimetriche in situ. Le analisi chimiche sono mirate alla determinazione dei solfati, dei cloruri, degli alcali, alle variazioni di pH ed alla classificazione, insieme agli esami mineralogici, del degrado.

**f) Rilevamento magnetico (pacometro)**

Il rilevamento magnetico consente di determinare la posizione ed il diametro delle armature con buona approssimazione sino a copriferri non superiori a 15 cm.

**g) Controllo Windsor**

Consente di stimare la resistenza a compressione del calcestruzzo; consiste nell'infiggere una sonda di dimensioni standard, sparata da una pistola mediante una carica calibrata. La correlazione fra la profondità di penetrazione e la resistenza del calcestruzzo è fornita dalla ASTM C 803.

**h) Controllo Pull-out-test**

Consiste nell'estrazione di tasselli pre-inglobati o post-inseriti; la forza d'estrazione del tassello consente una stima della resistenza del calcestruzzo. La prova è normata dalla UNI 9356 per i tasselli pre-inglobati e dalla UNI 10157 per i tasselli post-inseriti.

È ovviamente una prova localmente distruttiva, classificata come semi distruttiva.

### 6.3.2.2 LA SCHEDA “SOTTOPROGRAMMA CONTROLLI SULLE STRUTTURE”

Dopo l’entrata in esercizio delle opere verrà elaborata una scheda " Sottoprogramma controlli sulle strutture".

Sono predisposti 5 quadri relativi alle ispezioni:

- ordinarie,
- principali,
- per la compilazione delle schede SAMOA,
- con l’uso di mezzi speciali,
- per l’esecuzione di controlli non distruttivi.

Per ogni controllo viene sempre indicata la cadenza prevista e il periodo in cui va protratto nel tempo il controllo stesso (la durata).

Assunte le frequenze stabilite per legge per le ispezioni visuali, pur nella logica che l’opera nel suo insieme e comunque integralmente controllata, nel caso delle ispezioni ordinarie e principali vengono segnalate delle parti specifiche da approfondire in corrispondenza di ciascuna visita.

A queste ispezioni si aggiunge un’ispezione dedicata espressamente alla compilazione di specifiche schede di dettaglio, dove sono riportati, con un sistema codificato, i difetti rilevati sull’opera, in modo da permettere l’immagazzinamento computerizzato dei dati e successivamente il loro utilizzo per specifiche elaborazioni; tali programmi sono denominati

SAMOA: Sorveglianza Auscultazione e Manutenzione delle Opere d'Arte per i ponti in generale.

Per la compilazione delle schede SAMOA la frequenza è dettata dallo stato dell’opera.

A questo tipo di ispezioni (di dettaglio) è stato abbinato l’eventuale utilizzo di mezzi speciali per l’accesso ravvicinato alle stesse (by-bridge, autopiattaforma, ecc.).

La scelta di usare o meno i mezzi speciali, è dovuta in particolare alla differenza di quota tra l’intradosso dell’impalcato ed il terreno, e anche alla presenza o meno di strade sottopassanti oltre, ovviamente, al tipo di opere in esame.

Per quanto riguarda infine i controlli non distruttivi si è indicato quali di questi controlli sono da effettuare, su quali parti strutturali, quando e con quale frequenza tenendo conto sia delle caratteristiche delle opere che dell’esistenza di dati riferiti a campagne di indagini già effettuate nel passato.

### 6.3.2.3 IL PROGRAMMA TEMPORALE DELLE ISPEZIONI

Nell’attuazione del programma si è cercato di far coincidere il più possibile questi vari tipi di ispezioni; ad esempio le ispezioni con effettuazione di Controlli Non Distruttivi sono previste in corrispondenza della visita annuale dell’ingegnere responsabile e del geometra cui è affidata la tratta, disponendo nell’occasione del by-bridge, laddove ritenuto necessario.

Occorre precisare in conclusione che, analogamente a quanto segnalato per le necessità degli interventi di manutenzione, la frequenza delle ispezioni con l'utilizzo di mezzi speciali, di quelle per l'effettuazione di controlli strumentali e di quelle per la raccolta di dati di dettaglio (schede SAMOA) può essere variata nel tempo in funzione dello stato di conservazione delle opere rilevato nelle ispezioni stesse.

Per tale ragione appare poco significativo spingere le previsioni del programma delle ispezioni oltre i 20 anni.

|  |                         |                          |                                       |                        |                    |                      |                  |         |        |
|--|-------------------------|--------------------------|---------------------------------------|------------------------|--------------------|----------------------|------------------|---------|--------|
| Sottoprogramma controlli sulle strutture   |                         |                          |                                       |                        |                    | OPERA:               |                  |         |        |
| Ispezione ordinaria                        | cadenza<br>ogni 3 mesi  | durata<br>sempre         | Ispezione con uso di mezzi speciali   |                        |                    |                      |                  |         |        |
| parti da approfondire                      | da eseguire ogni anno   |                          | mezzo da utilizzare                   | N° campate ispezionab. | N° gg. di utilizzo | parti da ispezionare | prima esecuzione | cadenza | durata |
| impalcati                                  | I e III° trimestre      |                          | by-bridge                             |                        |                    |                      |                  |         |        |
| appoggi                                    | I e III° trimestre      |                          | autopiattaforma                       |                        |                    | tutte                | fine lavori      | 2 anni  | sempre |
| giunti                                     | I e III° trimestre      |                          |                                       |                        |                    |                      |                  |         |        |
| elevazioni                                 | II° e IV° trimestre     |                          | sky-walker                            |                        |                    |                      |                  |         |        |
| pavimentazione                             | II° e IV° trimestre     |                          |                                       |                        |                    |                      |                  |         |        |
| barriere                                   | II° e IV° trimestre     |                          |                                       |                        |                    |                      |                  |         |        |
| Ispezione principale                       | cadenza<br>ogni anno    | durata<br>sempre         | Ispezione con esecuzione di C N D     |                        |                    |                      |                  |         |        |
| parti da approfondire                      | da eseguire ogni 2 anni |                          | tipo                                  |                        |                    | parti esaminate      | prima esecuzione | cadenza | durata |
| impalcati                                  | I e III° trimestre      |                          | controlli                             |                        |                    | tutte                | fine lavori      |         |        |
| appoggi                                    | I e III° trimestre      |                          | carbonatazione, sclerometro           |                        |                    | tutte                | fine lavori      | 4 anni  | sempre |
| giunti                                     | I e III° trimestre      |                          |                                       |                        |                    |                      |                  |         |        |
| elevazioni                                 | II° e IV° trimestre     |                          | livellazioni topografiche             |                        |                    |                      | fine lavori      | 2 anni  | 2 anni |
| pavimentazione                             | II° e IV° trimestre     |                          | pull out, pistola Windsor, ultrasuoni |                        |                    |                      | fine lavori      | 8 anni  | 8 anni |
| barriere                                   | II° e IV° trimestre     |                          |                                       |                        |                    |                      |                  |         |        |
| Ispezione per compilazione di schede SAMOA | cadenza<br>2 anni       | ispezione<br>fine lavori |                                       |                        |                    |                      |                  |         |        |

### 6.3.3 SOTTOPROGRAMMA MANUTENZIONI

In generale gli interventi di manutenzione vanno distinti in operazioni periodiche da compiere generalmente su tutte le opere “funzionanti” ed in operazioni straordinarie da compiere su opere più o meno compromesse nel loro funzionamento o da adeguare strutturalmente in dipendenza di fattori esterni (nuove prescrizioni normative, variazione del grado di sismicità della zona ecc.).

Nei programmi di manutenzione, predisposti sotto forma di scheda, le operazioni segnalate sono di carattere prevalentemente straordinario, ma con lo scopo di bloccare l'evoluzione del degrado nel momento in cui comincia presumibilmente a manifestarsi.

Per tutte le parti strutturali in c.a. ed è ragionevole supporre che il degrado delle opere possa svilupparsi in misura molto contenuta nel tempo, e comunque tale da escludere che nell'arco dei primi 25 ÷ 30 anni di vita dei manufatti siano necessari interventi atti a ripristinare una funzionalità compromessa delle parti strutturali componenti (escluse le pavimentazioni e le impermeabilizzazioni).

La scheda è stata suddivisa in parti strutturali, per ciascuna delle quali viene indicato il lavoro o i lavori da eseguire. Nelle caselle del programma, ciascuna delle quali rappresenta un periodo successivo all'esecuzione dei lavori cadenzato di 5 anni in 5 anni, vengono indicate le percentuali della parte strutturale interessata dall'intervento; ovviamente tali percentuali si riferiscono alle superfici visibili per impalcato e spalle, mentre per la sostituzione degli appoggi ci si riferisce al loro numero totale.

Per l'impalcato si prevedono sostanzialmente ritocchi dello strato di vernice protettiva della struttura metallica (eventuale spazzolatura meccanica e verniciatura).

Per le spalle si sono indicati due tipi d'intervento che per ottimizzare i costi vengono generalmente eseguiti insieme: il ripristino superficiale dei calcestruzzi ammalorati e la verniciatura protettiva degli stessi.

Il primo consiste nella ricostruzione localizzata di copriferri, dopo aver effettuato la sabbiatura e la protezione delle armature esposte e la rattivatura delle superfici.

Il secondo nella protezione generalizzata del calcestruzzo, con l'intento di rallentare il fenomeno della carbonatazione.

Per i giunti è stata data per scontata una percentuale di sostituzione di alcuni elementi e solo successivamente la sostituzione dell'intero giunto.

Per gli appoggi infine si è tenuto conto solo della sostituzione delle parti interne che garantiscono il funzionamento, considerando le altre possibili operazioni come facenti parte dell'ordinaria manutenzione.

| OPERA                       | Sottoprogramma manutenzioni |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|-----------------------------|-----------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                             | 5 anni                      | 10 anni | 15 anni | 20 anni | 25 anni | 30 anni | 35 anni | 40 anni | 45 anni | 50 anni |
| tipo                        |                             |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| progressiva                 |                             |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| <b>Intervento</b>           | %                           | %       | %       | %       | %       | %       | %       | %       | %       | %       |
| ripristino superficiale cls |                             |         |         |         |         | 10      |         |         |         | 20      |
| verniciatura                |                             |         |         |         |         | 100     |         |         |         | 100     |
| ripristino superficiale cls |                             |         |         | 20      |         |         |         | 40      |         |         |
| verniciatura                |                             |         |         | 100     |         |         |         | 100     |         |         |
| rifacimento completo        |                             |         | 100     |         |         | 100     |         |         | 100     |         |
| rifacimento usura           | 100                         | 100     |         | 100     | 100     |         | 100     | 100     |         | 100     |
| rifacimento                 |                             |         | 100     |         |         | 100     |         |         | 100     |         |
| sostituzione                | 5                           | 5       | 5       | 5       | 5       | 100     | 5       | 5       | 5       | 5       |
| sostituzione elementi       |                             | 5       | 10      | 100     |         | 5       | 10      | 100     |         | 5       |
| sostituzione                |                             |         |         |         |         | 100     |         |         |         |         |

#### 6.3.4 MANUTENZIONE ORDINARIA

Resta da segnalare che devono essere previste anche un certo gruppo di operazioni di manutenzione (la cosiddetta Manutenzione Ordinaria Ricorrente, operata dai Posti di Manutenzione del gestore) che, per le loro caratteristiche ed il relativo impegno finanziario, possono esulare dalla redazione del programma vero e proprio.

Per queste operazioni si è ritenuto pertanto sufficiente la semplice elencazione riportata nel seguito:

- pulizia semplice con mezzi meccanici o con operazioni manuali; asportazione di materiali estranei come sporcizia o vegetazioni parassite e attività similari.
- sostituzione di elementi deteriorati con semplici operazioni di smontaggio e montaggio.
- piccoli risarcimenti, stuccature, riparazioni con malte cementizie o sintetiche.
- riparazioni localizzate di pavimentazione e impermeabilizzazioni con materiali bituminosi.
- ripristini localizzati delle verniciature protettive.
- operazioni di lubrificazione ed ingrassaggio delle attrezzature meccaniche.
- riparazione dei sistemi di smaltimento delle acque meteoriche.





## PAVIMENTAZIONE

- trimestrale: verifica della pavimentazione e intasamento con bitume e sabbia delle eventuali crepe che potrebbero permettere all'acqua di infiltrarsi nel corpo del riempimento del ponte e della fondazione stradale dei rilevati.
- annualmente: verifica della pavimentazione nel periodo estivo per verificare in caso di necessità di intervenire con sabbature o con trattamenti di graniglia.
- ogni 5 anni : rifacimento del manto di usura e dovrà obbligatoriamente precedere la fresatura della pavimentazione per non alzare ulteriormente la quota della pavimentazione rispetto al cordolo della barriera guard-rail e rispetto alla quota di posa dei giunti di dilatazione

## TUBAZIONI E GRIGLIE DI EVACUAZIONE DELLE ACQUE SUPERFICIALI

- trimestralmente : verifica del funzionamento e pulizia con espurgo delle foglie, dei materiali terrosi e graniglie.
- annualmente: verifica e ripristino della stuccatura e della parte iniziale delle tubazioni per evitare perdite delle acque superficiali, con malte antiritiro.

## APPOGGI DELLE SPALLE

- semestralmente: verifica dello spostamento degli appoggi delle pile e nelle spalle;
- annualmente : verifica degli appoggi delle spalle e delle pile con ripristino delle eventuali verniciature mancanti e pulizia dal degrado dei piani di appoggio delle pile e delle spalle (baggioli);

## GIUNTI DI DILATAZIONE

- prevedere nuovi giunti in gomma a pavimento (previo scavo e rimozione degli esistenti) in caso di nuova pavimentazione in conglomerato bituminoso;
- semestralmente: verifica della funzionalità dei giunti a pavimento nelle stagioni fredde e calde; verificare le piastre dei giunti a marciapiede e il loro corretto posizionamento (occorre verificare previo smontaggio della piastra la tenuta del giunto del cordolo realizzato in materiale elastico ed eventualmente predisporre la sostituzione in caso di deterioramento);
- trimestralmente : pulire da residui e graniglia le piastre dei giunti a marciapiede e gli interstizi dei giunti in gomma a pavimento;

## STRUTTURE IN C.A. - IMPALCATO , PILE , TRAVERSI, SPALLE, ECC.

- annualmente : verifica della verniciatura e delle fessurazioni a livello visivo e con cannocchiale. In caso di nuove fessurazioni o sfogliatura della vernice o dell'armatura aggiuntiva occorre prevedere un intervento di manutenzione con cestello o ponteggio utilizzando i materiali adeguati.

#### BARRIERE GUARD-RAIL

- trimestralmente: verificare e sostituire i catadiottri
- annualmente: verificare il serraggio dei bulloni
- ad ogni incidente: sostituire o verificare la tenuta dei pali di sostegno e delle fasce del guard-rail oltre ad eventuali lesioni al cordolo portabarriera.

#### SEGNALETICA VERTICALE

- al termine dei lavori del presente progetto: montaggio segnaletica stradale ( limite di velocità, divieto di sorpasso e di fermata, oltre ai visual e di catarifrangenti e del cartello nominativo del ponte) . Dovrà inoltre essere installata opportuna segnaletica per le manutenzioni di sgombero da neve (paline, ecc.).
- settimanalmente: verifica dell'esistenza della segnaletica verticale e ripristino tempestivo.
- ogni 5 anni: verifica delle pellicole della segnaletica e rifacimento in caso di mancanza delle caratteristiche di rifrangenza di legge.

#### SEGNALETICA ORIZZONTALE

- al termine dei lavori del presente progetto: realizzazione della segnaletica orizzontale di bordo (strisce di larghezza 12 cm. colore bianco e striscia centrale di larghezza cm.12 colore bianco continua).
- annualmente: ripasso o rifacimento della segnaletica orizzontale.
- ad ogni intervento sulla pavimentazione che cancelli o deteriori le strisce orizzontali: ripasso o rifacimento della segnaletica orizzontale. In mancanza di tempestivo rifacimento dovranno essere installati opportuna segnaletica verticale di mancanza di segnaletica orizzontale, come da norme in vigore.
- Annualmente : ripasso o rifacimento della colorazione dei cordoli delle aiuole in giallo/nero

#### SGOMBERO DA NEVE E GHIACCIO

- in caso di necessità di sgombero da neve e ghiaccio si dovrà evitare contatti fra le lame dello spartineve e la superficie superiori dei giunti di dilatazione, del cordolo e della barriera guard-rail provvedendo poi manualmente ai bordi rimasti di neve o ghiaccio. Dovrà essere previsto il deposito all'inizio del ponte di piccole quantità di sale per gli interventi manuali nel periodo invernale.

## TRASPORTI ECCEZIONALI

- per i trasporti eccezionali che superino i valori di massa complessiva previsti dalla normativa per i carichi stradali occorre una verifica delle strutture del ponte con eventuale prova di carico.

## IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

- ceduto la manutenzione ordinaria, la sostituzione delle lampade, la verifica del funzionamento e il pagamento della fornitura elettrica al Comune di Bomporto

- in caso di incidenti o danneggiamenti ai sostegni dei pali di illuminazione verifica e intervento da parte della Provincia di Modena (manutenzione straordinaria)

## PISTA CICLOPEDONALE

- ceduta la manutenzione ordinaria dei percorsi ciclopedonali di accesso al ponte ai Comune di Bomporto e Ravarino per il territorio di competenza con rifacimento della segnaletica verticale, orizzontale, pavimentazione e parapetti laterali

## ALVEO DEL FIUME PANARO

- pulizia annuale delle gabbionate in pietrame lato dx idraulico per consentire il funzionamento di drenaggio in caso di sisma dei pali in ghiaia per il rischio di liquefazione

- annualmente verifica della stabilità delle sponde realizzate sotto l'impronta del nuovo ponte e nei tratti residui delle rampe del vecchio ponte e segnalazione all'autorità idraulica (AIPO) per interventi di manutenzione oltre quelli previsti dal contratto dell'opera