

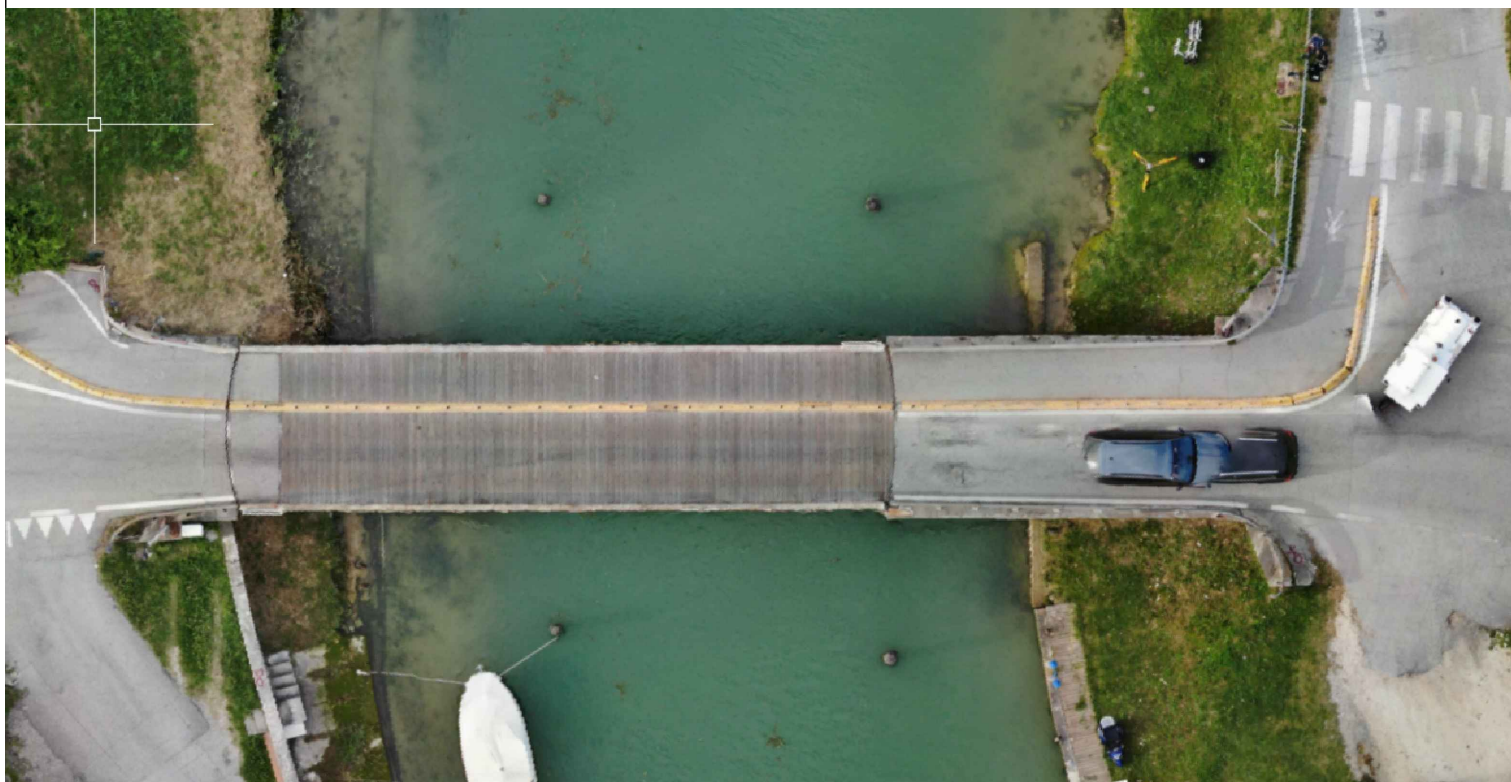


CITTA' METROPOLITANA DI VENEZIA

Area Mobilità

Servizio Trasporti Eccezionali, Ponti e Piste Ciclabili

Ca' Corner, San Marco 2662 - 30124 Venezia (VE)
Via Forte Marghera, 191 - 30173 Mestre (VE)



PROGETTO ESECUTIVO

**INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEI PONTI GIREVOLI DELLA CITTÀ
METROPOLITANA DI VENEZIA - I° STRALCIO**
SP62 - PONTE GIREVOLE SUL CANALE SAETTA A CAORLE
SP42 - PONTE GIREVOLE SUL CANALE CAVETTA A JESOLO

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
Arch. Alberta Parolin

Comune di Caorle (VE)

SUPPORTO AL RUP
Arch. Francesca Finco

SP62 "Ponte Tezze-Caorle"

PROGETTAZIONE

Mastergroup
Ing. Gianluca Susin
Ing. Mauro Tona

Studio di ingegneria RS

SP62 - PONTE GIREVOLE CANALE SAETTA

PIANO DI MANUTENZIONE

REV.	DESCRIZIONE	DATA
1	EMISSIONE PROGETTO ESECUTIVO	11/12/2024

PE-ST-CA-412

SCALA: -

Revisioni

N°	DATE	COMMENTS	R	V	A
C00	11/12/24	Emissione	AR	SM	SS

SOMMARIO

1	INTRODUZIONE.....	5
1.1	DESCRIZIONE DELL'OPERA	5
1.2	NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	7
1.3	DOCUMENTI CHE COMPONGONO IL PIANO DI MANUTENZIONE.....	9
2	MANUALE D'USO E MANUALE DI MANUTENZIONE	10
2.1	STRUTTURE DI FONDAZIONE	10
2.1.1	REQUISITI E PRESTAZIONI.....	10
2.1.1.1	Resistenza agli agenti aggressivi.....	10
2.1.1.2	Resistenza al gelo	10
2.1.1.3	Resistenza meccanica.....	11
2.1.2	PILE.....	12
2.1.2.1	Anomalie riscontrabili.....	12
2.1.2.2	Modalità d'uso corretta	13
2.1.2.3	Controlli eseguibili da personale specializzato	13
2.1.2.4	Manutenzioni eseguibili da personale specializzato	13
2.2	STRUTTURE DI C.A.	14
2.2.1	REQUISITI E PRESTAZIONI.....	14
2.2.1.1	Resistenza agli agenti aggressivi.....	14
2.2.1.2	Resistenza al gelo	14
2.2.1.3	Resistenza meccanica.....	15
2.2.1.4	Resistenza al vento	15
2.2.1.5	Durata della vita nominale (periodo di riferimento per l'azione sismica)	16
2.2.2	BAGGIOLI DI APPOGGIO.....	17
2.2.3	ANOMALIE RISCONTRABILI	17
2.2.3.1	Modalità d'uso corretta	19
2.2.3.2	Controlli eseguibili da personale specializzato	19
2.2.3.3	Manutenzioni eseguibili da personale specializzato	19
2.3	INTERVENTI DI RIPRISTINO NELLE SUPERFICI DEGRADATE DEL CALCESTRUZZO....	20
2.3.1.1	Requisiti dei materiali di ripristino.....	21
2.5	STRUTTURE METALLICHE	23
2.5.1	REQUISITI E PRESTAZIONI.....	23
2.5.1.1	Resistenza agli agenti aggressivi.....	23
2.5.1.2	Resistenza meccanica	25
2.5.1.3	Resistenza al vento	26
2.5.1.4	Durata della vita nominale (periodo di riferimento per l'azione sismica)	26
2.5.1.5	Certificazione delle saldature.....	26
2.5.2	TRAVI LONGITUDINALI, TRAVI TRASVERSALI, CARPENTERIA METALLICA DEL SISTEMA DI ROTAZIONE.....	28
2.5.2.1	Anomalie riscontrabili.....	29
2.5.2.2	Modalità d'uso corretta	30
2.5.2.3	Controlli eseguibili da personale specializzato	30
2.5.2.4	Manutenzioni eseguibili da personale specializzato	30
2.5.3	UNIONI.....	31
2.5.3.1	Anomalie riscontrabili.....	31
2.5.3.2	Modalità d'uso corretta	31
2.5.3.3	Controlli eseguibili da personale specializzato	31
2.5.3.4	Manutenzioni eseguibili da personale specializzato	32
2.5.4	INTERVENTI DI MANUTENZIONE SUI RIVESTIMENTI PROTETTIVI.....	33
2.6	STRUTTURE DI LEGNO	34

2.6.1	REQUISITI E PRESTAZIONI	34
2.6.1.1	Resistenza meccanica	34
2.6.1.2	Resistenza agli attacchi biologici	34
2.6.1.3	Resistenza al vento	35
2.6.1.4	Durata della vita nominale (periodo di riferimento per l'azione sismica)	35
2.6.2	TRAVI E TAVOLATO	36
2.6.2.1	Anomalie riscontrabili	36
2.6.2.2	Modalità d'uso corretta	37
2.6.2.3	Controlli eseguibili da personale specializzato	37
2.6.2.4	Manutenzioni eseguibili da personale specializzato	38
3	PROGRAMMA DI MANUTENZIONE	39
3.1	SOTTOPROGRAMMA DEI CONTROLLI	39
3.2	SOTTOPROGRAMMA DEGLI INTERVENTI	43

1 INTRODUZIONE

Con il presente piano di manutenzione si fornisce uno strumento di gestione delle attività manutentive pianificabili. Attraverso tale strumento si programmano nel tempo gli interventi, si individuano le risorse occorrenti, si perseguono altri obiettivi essenzialmente rivolti ad ottimizzare le economie gestionali ed organizzative e ad innalzare il livello prestazionale dei beni.

Le indicazioni fornite nel piano di manutenzione recepiscono le indicazioni dell'art.38 del D.P.R. del 5 ottobre 2010 n. 207.

Il piano di manutenzione potrà essere aggiornato dal proprietario dell'opera e da chiunque debba fare manutenzione dell'opera e dei singoli elementi che la costituiscono.

1.1 DESCRIZIONE DELL'OPERA

Il ponte si trova al chilometro 23+015 della Strada Provinciale 62 "Tore di Mosto-Caorle", attraversa il canale Saetta e si trova nel Comune di Caorle (VE). Si tratta di un ponte costituito da una campata fissa in calcestruzzo e da 2 campate girevoli in acciaio.

Le campate sono lunghe rispettivamente 10.5, 13.5 e 8.4 m.

La larghezza dell'impalcato è di 6 m, attualmente è presente una sola carreggiata di marcia percorribile da autovetture con il limite di 3.5 t, e una corsia ciclabile.



Figura 1: Vista dall'alto del ponte con indicazione del sistema di rotazione.

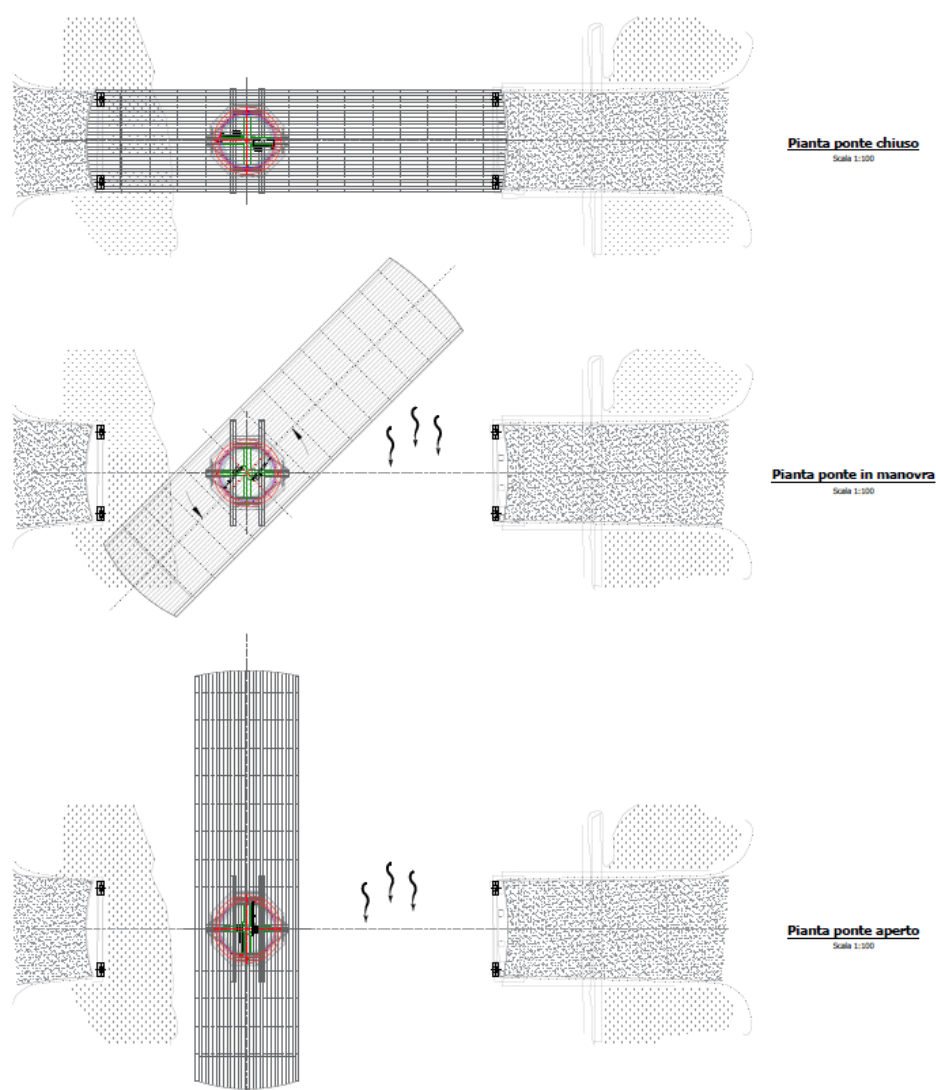


Figura 2: Sequenza di rotazione.

La campata fissa è realizzata con 4 travi di calcestruzzo.

Le due campate girevoli sono realizzate con 2 travi reticolari di acciaio, che hanno anche funzione di parapetto, alle quali sono collegati i traversi di acciaio con passo di circa 1.45 m. Sui traversi posano delle travi di legno ordite in direzione longitudinale ed infine un tavolato di legno ordito in direzione trasversale.

I profili delle travi reticolari sono i seguenti:

- sezione chiodata composta da angolari 80x10 e piatto 210x10 per i correnti superiore e inferiore;
- angolari 80x10 per i montanti verticali;
- piatti 80x10 per gli elementi diagonali.

Le travi secondarie hanno una sezione composta chiodata con un'anima di dimensioni 320x20 mm su cui sono fissati 4 profili angolari 80x10.

I collegamenti tra gli elementi metallici sono realizzati mediante unione chiodata con chiodi metallici applicati a caldo.

L'impalcato è realizzato da travi in legno di sezione 15x18 cm con passo di circa 40 cm che sostengono la pavimentazione carrabile in tavolato ligneo di spessore 5.5 cm.

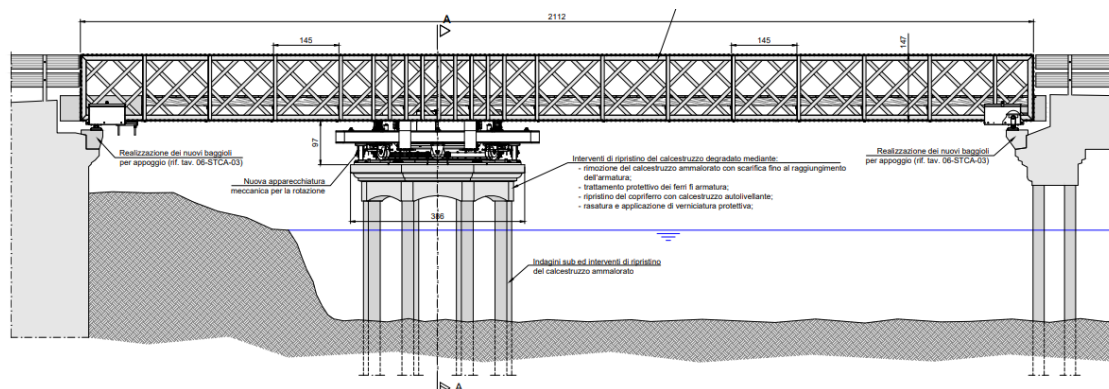


Fig.3
girevole

Vista in prospettiva del ponte

1.2 NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Nella stesura del presente documento, si è fatto riferimento principalmente alla seguente normativa tecnica:

- [1] Decreto del Presidente della Repubblica del 5 ottobre 2010 n. 207 – “Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture”.
- [2] Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 17.01.2018 – “Norme Tecniche per le Costruzioni”.
- [3] Circolare applicativa delle Norme tecniche per le costruzioni del 21/01/2019, n. 7/C.S.LL.PP

Si riporta, di seguito, l'elenco delle tavole di riferimento delle lavorazioni oggetto dell'intervento:

PE-ST-CA-401	TAVOLA DI INQUADRAMENTO
PE-ST-CA-402	PIANTA, PROSPETTO E SEZIONI IMPALCATO - SDF
PE-ST-CA-403	PIANTA, PROSPETTO E SEZIONI IMPALCATO - SDP
PE-ST-CA-404	PIANTA, PROSPETTO E SEZIONI IMPALCATO - COMPARATIVA
PE-ST-CA-405	RENDER STATO DI PROGETTO
PE-ST-CA-406	DETTAGLI ESECUTIVI 1

PE-ST-CA-407	DETTAGLI ESECUTIVI 2
PE-ST-CA-408	FASI OPERATIVE
PE-ST-CA-409	SISTEMA DI ROTAZIONE - PARTE SUPERIORE
PE-ST-CA-410	SISTEMA DI ROTAZIONE - PARTE INFERIORE

1.3 DOCUMENTI CHE COMPONGONO IL PIANO DI MANUTENZIONE

Secondo normativa, il piano di manutenzione è composto dai seguenti elaborati:

Manuale d'uso

Contiene le seguenti informazioni:

- la collocazione nell'intervento delle parti menzionate;
- la rappresentazione grafica;
- la descrizione;
- le modalità di uso corretto.

Manuale di manutenzione

Contiene le seguenti informazioni:

- la collocazione dell'intervento delle parti menzionate;
- la rappresentazione grafica;
- la descrizione delle risorse necessarie per l'intervento manutentivo;
- il livello minimo delle prestazioni;
- le anomalie riscontrabili;
- le manutenzioni eseguibili direttamente dall'utente;
- le manutenzioni da eseguire a cura di personale specializzato.

Programma di manutenzione

Si articola secondo i sottoprogrammi:

- il sottoprogramma dei controlli, che definisce il programma delle verifiche e dei controlli al fine di rilevare il livello prestazionale (qualitativo e quantitativo) nei successivi momenti della vita degli impianti individuando la dinamica della caduta delle prestazioni aventi come estremi il valore di collaudo e quello minimo di norma;
- il sottoprogramma degli interventi di manutenzione, che riporta in ordine temporale i differenti interventi di manutenzione, al fine di fornire le informazioni per una corretta conservazione degli impianti eseguiti.

2 MANUALE D'USO E MANUALE DI MANUTENZIONE

2.1 STRUTTURE DI FONDAZIONE

L'Unità Tecnologica è composta dai seguenti Elementi Manutenibili:

- Pila di fondazione;

2.1.1 REQUISITI E PRESTAZIONI

2.1.1.1 Resistenza agli agenti aggressivi

Classe di Requisiti: protezione dagli agenti chimici ed organici.

Classe di Esigenza: sicurezza strutturale.

Le strutture di fondazione non devono subire dissoluzioni o disgregazioni e mutamenti di aspetto a causa dell'azione di agenti aggressivi chimici.

Prestazioni: le strutture di fondazione dovranno conservare nel tempo, sotto l'azione di agenti chimici (anidride carbonica, solfati, ecc.) presenti in ambiente, le proprie caratteristiche funzionali.

Livello minimo della prestazione: nelle opere e manufatti in calcestruzzo, il D.M. 17.1.2018 prevede che l'armatura resistente debba essere protetta da un adeguato copriferro, al fine di proteggere le armature dalla corrosione. Il copriferro deve essere dimensionato in funzione dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità delle armature alla corrosione. Il valore minimo del copriferro deve rispettare quanto indicato in Tab. C4.1.IV illustrata nella Circ. 21.1.2019 n° 7.

Riferimenti normativi: D.Lgs. 9.4.2008, n. 81; D.M. Infrastrutture e Trasporti 17.1.2018; C.M. Infrastrutture e Trasporti 21.1.2019, n. 7; UNI 7699; UNI 8290-2; UNI 9944; UNI 10322.

Cadenza del controllo: a seguito di cedimenti anomali.

Tipologia del controllo: a vista.

2.1.1.2 Resistenza al gelo

Classe di Requisiti: protezione dagli agenti chimici ed organici.

Classe di Esigenza: sicurezza strutturale

Le strutture di fondazione non dovranno subire disgregazioni e variazioni dimensionali e di aspetto in conseguenza della formazione di ghiaccio.

Prestazioni: le strutture di fondazione dovranno conservare nel tempo le proprie caratteristiche funzionali se sottoposte a cause di gelo e disgelo. In particolare all'insorgere di pressioni interne che ne provocano il degrado.

Livello minimo della prestazione: i valori minimi variano in funzione del materiale impiegato. La resistenza al gelo viene determinata secondo prove di laboratorio su provini di calcestruzzo (provenienti da getti effettuati in cantiere, confezionato in laboratorio o ricavato da calcestruzzo già indurito) sottoposti a cicli alternati di gelo (in aria raffreddata) e disgelo (in acqua termostattizzata). Le

misurazioni della variazione del modulo elastico, della massa e della lunghezza ne determinano la resistenza al gelo.

Cadenza del controllo: a seguito di anomali rigonfiamenti e distacchi di materiale.

Tipologia del controllo: a vista.

2.1.1.3 Resistenza meccanica

Classe di Requisiti: stabilità.

Classe di Esigenza: sicurezza strutturale.

Le strutture di fondazione dovranno essere in grado di contrastare le eventuali manifestazioni di deformazioni e cedimenti rilevanti dovuti all'azione di determinate sollecitazioni (carichi, forze sismiche, ecc.).

Prestazioni: le fondazioni, sotto l'effetto di carichi statici, dinamici e accidentali devono assicurare stabilità e resistenza.

Livello minimo della prestazione: per i livelli minimi si rimanda alle prescrizioni di legge e di normative vigenti in materia e agli elaborati esecutivi di progetto.

Riferimenti normativi:

Legge 5.11.1971, n. 1086; Legge 2.2.1974, n. 64; D.M. Infrastrutture e Trasporti 17.1.2018; C.M. Infrastrutture e Trasporti 21.1.2019, n. 7; UNI 8290-2; UNI EN 384; UNI EN 1356; UNI EN 12390-1; UNI EN 1992; UNI EN 1994.

Cadenza del controllo: a seguito di cedimenti anomali.

Tipologia del controllo: a vista.

2.1.2 PILE

PROSPETTO
Scala 1:50

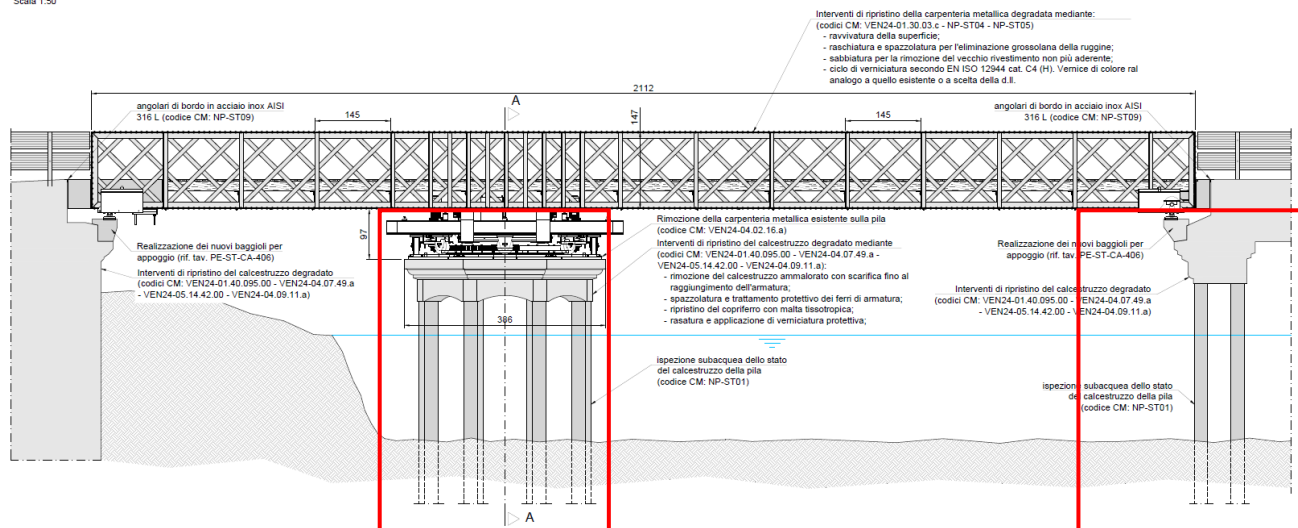


Fig. 4 Prospetto con individuazione delle pile.

2.1.2.1 Anomalie riscontrabili

Bolle d'aria

Alterazione della superficie del calcestruzzo caratterizzata dalla presenza di fori di grandezza e distribuzione irregolare, generati dalla formazione di bolle d'aria al momento del getto.

Cavillature superficiali

Sottile trama di fessure sulla superficie del calcestruzzo.

Disgregazione e distacco

Disgregazione e distacco di parti notevoli del materiale che può manifestarsi anche mediante espulsione di elementi di materiale dalla loro sede.

Esposizione dei ferri di armatura

Distacchi di parte di calcestruzzo (copriferro) e relativa esposizione dei ferri di armatura a fenomeni di corrosione per l'azione degli agenti atmosferici.

Fessurazioni

Presenza di rotture singole, ramificate, ortogonale o parallele all'armatura che possono interessare l'intero spessore del manufatto.

Deformazioni e spostamenti eccessivi

Deformazioni e spostamenti dovuti a cause esterne che alterano la normale configurazione dell'elemento.

Cedimento fondazionale

Dissesto dovuto a cedimenti di natura e causa diverse, talvolta con manifestazioni dell'abbassamento del piano di imposta della fondazione.

Non perpendicolarità del fabbricato

Non perpendicolarità dell'edificio a causa di dissesti o eventi di natura diversa.

2.1.2.2 Modalità d'uso corretta

L'utente dovrà accertarsi della comparsa di eventuali anomalie che possano anticipare l'insorgenza di fenomeni di dissesto e/o cedimenti strutturali.

2.1.2.3 Controlli eseguibili da personale specializzato

Controllare l'integrità del plinto verificando l'assenza di eventuali lesioni e/o fessurazioni. Controllare eventuali smottamenti del terreno circostante alla struttura che possano essere indicatori di cedimenti strutturali. Effettuare verifiche e controlli approfonditi particolarmente in corrispondenza di manifestazioni a calamità naturali (sisma, nubifragi, ecc.).

2.1.2.4 Manutenzioni eseguibili da personale specializzato

In seguito alla comparsa di segni di cedimenti strutturali (lesioni, fessurazioni, rotture), effettuare accurati accertamenti per la diagnosi e la verifica delle strutture, da parte di tecnici qualificati, che possano individuare la causa/effetto del dissesto ed evidenziare eventuali modificazioni strutturali tali da compromettere la stabilità delle strutture. Procedere quindi al consolidamento delle stesse a seconda del tipo di dissesti riscontrati.

2.2 STRUTTURE DI C.A.

L'Unità Tecnologica è composta dai seguenti Elementi Manutenibili:

- Baggioli di appoggio.

2.2.1 REQUISITI E PRESTAZIONI

2.2.1.1 Resistenza agli agenti aggressivi

Classe di Requisiti: protezione dagli agenti chimici ed organici.

Classe di Esigenza: sicurezza strutturale.

Le strutture di elevazione non devono subire dissoluzioni o disgregazioni e mutamenti di aspetto a causa dell'azione di agenti aggressivi chimici.

Prestazioni: le strutture di elevazione dovranno conservare nel tempo, sotto l'azione di agenti chimici (anidride carbonica, solfati, ecc.) presenti in ambiente, le proprie caratteristiche funzionali.

Livello minimo della prestazione: nelle opere e manufatti in calcestruzzo, il D.M. 17.1.2018 prevede che l'armatura resistente debba essere protetta da un adeguato copriferro, al fine di proteggere le armature dalla corrosione. Il copriferro deve essere dimensionato in funzione dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità delle armature alla corrosione. Il valore minimo del copriferro deve rispettare quanto indicato in Tab. C4.1.IV illustrata nella Circ. 21.1.2019 n° 7.

Riferimenti normativi: D.Lgs. 9.4.2008, n. 81; D.M. Infrastrutture e Trasporti 17.1.2018; C.M. Infrastrutture e Trasporti 21.1.2019, n. 7; UNI 7699; UNI 8290-2; UNI 9944; UNI 10322.

Cadenza del controllo: a seguito di cedimenti anomali.

Tipologia del controllo: a vista.

2.2.1.2 Resistenza al gelo

Classe di Requisiti: protezione dagli agenti chimici ed organici.

Classe di Esigenza: sicurezza strutturale

Le strutture in elevazione non dovranno subire disgregazioni e variazioni dimensionali e di aspetto in conseguenza della formazione di ghiaccio.

Prestazioni: le strutture in elevazione dovranno conservare nel tempo le proprie caratteristiche funzionali se sottoposte a cause di gelo e disgelo. In particolare all'insorgere di pressioni interne che ne provocano il degrado.

Livello minimo della prestazione: i valori minimi variano in funzione del materiale impiegato. La resistenza al gelo viene determinata secondo prove di laboratorio su provini di calcestruzzo (provenienti da getti effettuati in cantiere, confezionato in laboratorio o ricavato da calcestruzzo già indurito) sottoposti a cicli alternati di gelo (in aria raffreddata) e disgelo (in acqua termostattizzata). Le

misurazioni della variazione del modulo elastico, della massa e della lunghezza ne determinano la resistenza al gelo.

Riferimenti normativi:

UNI 7087; UNI 8290-2; UNI 8520-1; UNI 8981-4; UNI EN 206-1; UNI EN 771-1; UNI EN 934-1; UNI EN 12350-7; UNI EN 1328; UNI EN 12670; UNI EN 13055-1; ISO/DIS 4846.

Cadenza del controllo: a seguito di anomali rigonfiamenti e distacchi di materiale.

Tipologia del controllo: a vista.

2.2.1.3 Resistenza meccanica

Classe di Requisiti: stabilità.

Classe di Esigenza: sicurezza strutturale.

Le strutture in elevazione dovranno essere in grado di contrastare le eventuali manifestazioni di deformazioni e cedimenti rilevanti dovuti all'azione di determinate sollecitazioni (carichi, forze sismiche, ecc.).

Prestazioni: le elevazioni, sotto l'effetto di carichi statici, dinamici e accidentali devono assicurare stabilità e resistenza.

Livello minimo della prestazione: per i livelli minimi si rimanda alle prescrizioni di legge e di normative vigenti in materia e agli elaborati esecutivi di progetto.

Riferimenti normativi:

Legge 5.11.1971, n. 1086; Legge 2.2.1974, n. 64; D.M. Infrastrutture e Trasporti 17.1.2018; C.M. Infrastrutture e Trasporti 21.1.2019, n. 7; UNI 8290-2; UNI EN 384; UNI EN 1356; UNI EN 12390-1; UNI EN 1992; UNI EN 1994.

Cadenza del controllo: a seguito di cedimenti anomali.

Tipologia del controllo: a vista.

2.2.1.4 Resistenza al vento

Classe di Requisiti: stabilità

Classe di Esigenza: sicurezza

Le strutture in elevazione devono resistere alle azioni e depressioni del vento tali da non compromettere la stabilità e la funzionalità degli elementi che le costituiscono.

Prestazioni: le strutture in elevazione devono resistere all'azione del vento tale da assicurare durata e funzionalità nel tempo senza compromettere la sicurezza dell'utenza.

Livello minimo della prestazione: i valori minimi variano in funzione del tipo di struttura in riferimento ai parametri dettati dal D.M. 17.1.2018.

Riferimenti normativi: D.M. Infrastrutture e Trasporti 17.01.2018, C.M. Infrastrutture e Trasporti 21.1.2019, n. 7; UNI 8290-2.

2.2.1.5 Durata della vita nominale (periodo di riferimento per l'azione sismica)

Classe di Requisiti: durabilità tecnologica

Classe di Esigenza: durabilità

La vita nominale di un'opera strutturale V_n è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata.

Prestazioni: il periodo di riferimento V_R di una costruzione, valutato moltiplicando la vita nominale V_n (espressa in anni) per il coefficiente d'uso della costruzione C_u ($V_R = V_n C_u$), è utilizzato per valutare, fissata la probabilità di superamento $P(V_R)$ corrispondente allo stato limite considerato (Tabella 3.2.1 della NTC), il periodo di ritorno T_r dell'azione sismica cui fare riferimento per la verifica.

Livello minimo della prestazione: il periodo di riferimento V_R è di 50 anni, calcolato considerando una classe d'uso uguale a 3 e una vita nominale pari a 75 anni.

Riferimenti normativi: D.M. Infrastrutture e Trasporti 17.1.2018; C.M. Infrastrutture e Trasporti 21.1.2019, n. 7; Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri 12.10.2007.

2.2.2 BAGGIOLI DI APPOGGIO

PROSPETTO
Scala 1:50

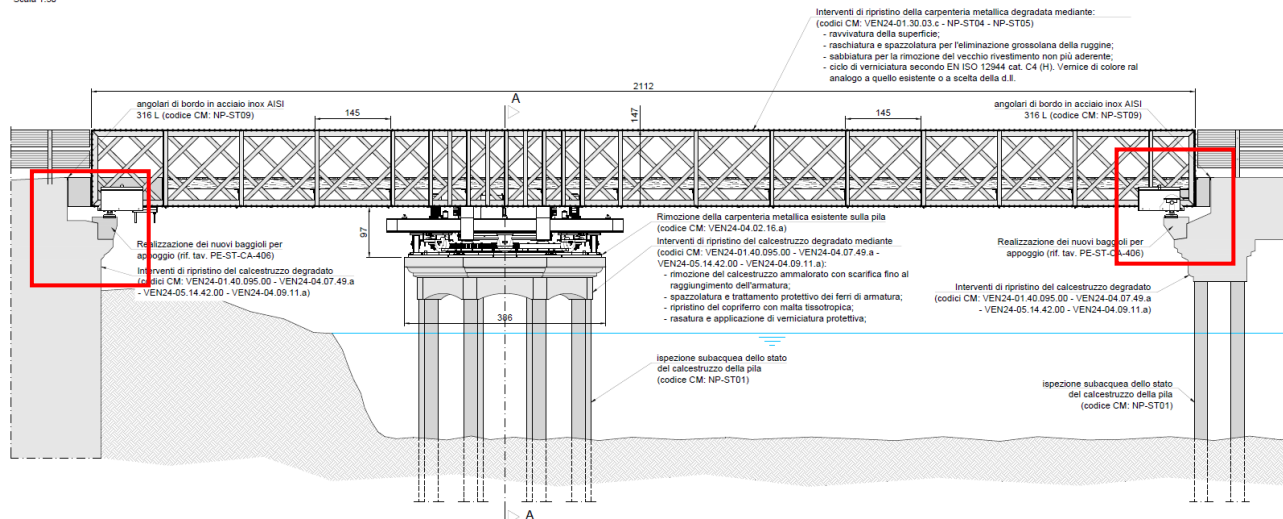


Fig. 5 Prospetto con individuazione dei baggioli di appoggio.

2.2.3 ANOMALIE RISCONTRABILI

Alveolizzazione

Degradazione che si manifesta con la formazione di cavità di forme e dimensioni variabili. Gli alveoli sono spesso interconnessi e hanno distribuzione non uniforme. Nel caso particolare in cui il fenomeno si sviluppa essenzialmente in profondità con andamento a diverticoli si può usare il termine alveolizzazione a cariatura.

Bolle d'aria

Alterazione della superficie del calcestruzzo caratterizzata dalla presenza di fori di grandezza e distribuzione irregolare, generati dalla formazione di bolle d'aria al momento del getto.

Cavillature superfici

Sottile trama di fessure sulla superficie del calcestruzzo.

Corrosione

Decadimento delle armature metalliche all'interno del calcestruzzo a causa della combinazione con sostanze presenti nell'ambiente (ossigeno, acqua, anidride carbonica, ecc.).

Deformazioni e spostamenti

Deformazioni e spostamenti dovuti a cause esterne che alterano la normale configurazione dell'elemento.

Disgregazione

Decoesione caratterizzata da distacco di granuli o cristalli sotto minime sollecitazioni meccaniche.

Distacco

Disgregazione e distacco di parti notevoli del materiale che può manifestarsi anche mediante espulsione di elementi prefabbricati dalla loro sede.

Efflorescenze

Formazione di sostanze, generalmente di colore biancastro e di aspetto cristallino o polverulento o filamentoso, sulla superficie del manufatto. Nel caso di efflorescenze saline, la cristallizzazione può talvolta avvenire all'interno del materiale provocando spesso il distacco delle parti più superficiali: il fenomeno prende allora il nome di criptoefflorescenza o subefflorescenza.

Erosione superficiale

Asportazione di materiale dalla superficie dovuta a processi di natura diversa. Quando sono note le cause di degrado, possono essere utilizzati anche termini come erosione per abrasione o erosione per corrosione (cause meccaniche), erosione per corrosione (cause chimiche e biologiche), erosione per usura (cause antropiche).

Esfoliazione

Degradazione che si manifesta con distacco, spesso seguito da caduta, di uno o più strati superficiali subparalleli fra loro, generalmente causata dagli effetti del gelo.

Esposizione dei ferri di armatura

Distacchi ed espulsione di parte del calcestruzzo (copriferro) e relativa esposizione dei ferri di armatura dovuta a fenomeni di corrosione delle armature metalliche per l'azione degli agenti atmosferici.

Fessurazioni

Presenza di rotture singole, ramificate, ortogonale o parallele all'armatura che possono interessare l'intero spessore del manufatto dovute a fenomeni di ritiro del calcestruzzo e/o altri eventi.

Lesioni

Si manifestano con l'interruzione delle superfici dell'elemento strutturale. Le caratteristiche, l'andamento, l'ampiezza ne caratterizzano l'importanza e il tipo.

Mancanza

Caduta e perdita di parti del materiale del manufatto.

Penetrazione di umidità

Comparsa di macchie di umidità dovute all'assorbimento di acqua.

Polverizzazione

Decoesione che si manifesta con la caduta spontanea dei materiali sotto forma di polvere o granuli.

Rigonfiamento

Variazione della sagoma che interessa l'intero spessore del materiale e che si manifesta soprattutto in elementi lastriformi. Ben riconoscibile essendo dato dal tipico andamento "a bolla" combinato all'azione della gravità.

Scheggiature

Distacco di piccole parti di materiale lungo i bordi e gli spigoli degli elementi in calcestruzzo.

Spalling

Avviene attraverso lo schiacciamento e l'esplosione interna con il conseguente sfaldamento di inerti dovuto ad alte temperature nei calcestruzzi.

2.2.3.1 Modalità d'uso corretta

Non compromettere l'integrità delle strutture. Controllo periodico del grado di usura delle parti in vista. Riscontro di eventuali anomalie.

2.2.3.2 Controlli eseguibili da personale specializzato

Controllo di eventuali deformazioni e spostamenti e riscontro di eventuali anomalie che alterano la configurazione originaria.

Attraverso un esame visivo del quadro fessurativo approfondire ed analizzare eventuali dissesti strutturali anche con l'ausilio di indagini strumentali in situ.

2.2.3.3 Manutenzioni eseguibili da personale specializzato

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

- di grado, una elevata impermeabilità è sinonimo di ridotta porosità del conglomerato.

2.3 INTERVENTI DI RIPRISTINO NELLE SUPERFICI DEGRADATE DEL CALCESTRUZZO

I ripristini dovranno essere effettuati in funzione del livello di degrado riscontrato a seguito delle lavorazioni di pulizia superficiale. L'intervento varia in funzione dello spessore da ripristinare scegliendo fra tecniche (rasatura, spruzzo o rinzafo, colaggio, spatola, iniezione, tassello) e materiali (malte, betoncini, calcestruzzi e formulati a base di resina) diversi.

In linea generale, lo scopo prioritario del ripristino delle strutture in conglomerato cementizio è quello di ricreare la sagoma di progetto del manufatto in corrispondenza dei punti degradati o eventuale ringrosso garantendo:

- monoliticità tra il vecchio calcestruzzo ed il materiale con cui viene eseguito il ripristino;
- resistenza agli agenti aggressivi dell'ambiente d'esercizio.

Per prolungare la vita utile della struttura sarà indispensabile garantire agli interventi di ripristino la massima curabilità. Per questo si farà costante riferimento alla UNI EN 1504-9 ed in particolare sarà necessario:

- eseguire indagini per il riconoscimento delle cause dei fenomeni di degrado, per individuare le aree su cui intervenire e gli spessori di calcestruzzo incoerente o contaminato da asportare;
- scegliere le tecniche d'intervento in funzione del tipo di elemento strutturale (orizzontale o verticale), degli spessori e dell'estensione dell'intervento;
- definire i requisiti che devono garantire i materiali utilizzati per il ripristino;
- scegliere i materiali verificando che le prestazioni fornite soddisfino i requisiti richiesti;
- definire nel progetto in modo accurato ed inequivocabile le fasi esecutive;
- verificare, prima dell'inizio dei lavori, che i materiali proposti dall'Impresa rispettino le specifiche prestazionali richieste;
- eseguire controlli sia in fase preliminare, che in corso d'opera, che sulle opere finite.

I materiali per il ripristino/adeguamento sono suddivisi nelle seguenti categorie:

Leganti, malte, betoncini e calcestruzzi a base cementizia aventi caratteristiche espansive: questi prodotti sono certamente i più diffusi negli interventi di restauro; il loro requisito fondamentale è l'espansione contrastata in aria, che è caratteristica essenziale per garantire monoliticità tra vecchia struttura e materiale di ripristino. La loro scelta deriva dall'omogeneità di caratteristiche rispetto al calcestruzzo di supporto, dall'elevatissima durabilità, dalle prestazioni meccaniche e dalla facilità di applicazione.

Malte rapide a base di speciale legante pozzolanico: questi materiali basano la loro prestazione su una particolare reazione di idratazione del legante che consente di ottenere in brevissimo tempo, anche a temperature estreme (-5°C) elevate prestazioni meccaniche.

Formulati a base di resina: si tratta principalmente di resine di tipo epossidico o vinilestere. Vengono impiegati nel settore del ripristino per interventi speciali di iniezione entro fessure, incollaggi strutturali, inghisaggi di barre di armature, ecc., che non potrebbero essere eseguiti con successo con i materiali cementizi.

La loro principale caratteristica è legata alle elevate prestazioni meccaniche (conseguente alla solidità dei legami di polimerizzazione che s'innescano quando la base si unisce all'indurente) e all'elevata adesione a calcestruzzo, acciaio ed ai diversi materiali da costruzione.

Materiali compositi: con la sigla Fiber Reinforced Plastics (FRP) si individuano materiali compositi sotto forma di tessuti o di barre in fibre di carbonio e/o vetro.

Sistemi protettivi filmogeni: tali sistemi protettivi devono costituire uno schermo verso l'ambiente impedendo da un lato la penetrazione degli agenti aggressivi dall'altro quella dell'acqua e dell'ossigeno, che contribuiscono alle reazioni che causano il degrado delle strutture.

2.3.1.1 Requisiti dei materiali di ripristino

Un materiale per il ripristino di strutture in calcestruzzo deve possedere i seguenti requisiti fondamentali.

Elevata compatibilità con il calcestruzzo di supporto

- Espansione contrastata a 24 ore con maturazione in aria: la perfetta compatibilità con il calcestruzzo di supporto si ha utilizzando malte e betoncini ad espansione contrasta con maturazione in aria, la cui espansione iniziale consentirà di compensare il ritiro che i materiali cementizi svilupperanno inevitabilmente all'evaporazione di parte dell'acqua d'impasto.
- Per garantire in opera la monoliticità tra vecchia struttura e materiale utilizzato per il ripristino è necessario che quest'ultimo sia in grado di fornire buoni valori di espansione contrastata a 24 ore e con maturazione all'aria.
- Aderenza al calcestruzzo indurito: l'adesione tra vecchia struttura e materiale di ripristino deve essere elevata e risultare almeno uguale alla resistenza a trazione del calcestruzzo indurito.
- Resistenza meccanica: la resistenza meccanica alla compressione, trazione e flessione deve risultare simile a quella del calcestruzzo di supporto e maggiore quando si eseguono interventi di adeguamento strutturale.
- Modulo elastico: per interventi di spessore centimetrico il modulo elastico del materiale di ripristino deve essere simile a quello del calcestruzzo di supporto. Per interventi millimetrici, specialmente per le zone inflesse, il modulo elastico deve essere $< 16.000 \text{ MPa}$.

Elevata compatibilità con l'ambiente d'esercizio

I materiali utilizzati per ripristinare strutture degradate devono possedere una resistenza agli agenti esterni superiore a quella del calcestruzzo di cui l'opera è costituita.

La capacità del materiale da ripristino di resistere agli agenti aggressivi presenti nell'ambiente, si riferisce principalmente all'acqua liquida, agli ioni Cl^- , all'anidride carbonica, ed all'ossigeno, che partecipano attivamente ai processi di corrosione; nei riguardi di queste sostanze lo spessore del materiale da ripristino applicato deve naturalmente risultare il più possibile impermeabile.

Per concentrazioni di CO_2 molto elevate ($> 1000 \text{ ppm}$) o quando si fa uso di sali decongelanti sarà necessario proteggere la struttura con uno specifico sistema protettivo filmogeno.

I materiali utilizzati per il ripristino devono garantire anche la massima continuità della superficie esterna in modo da non favorire l'ingresso delle sostanze aggressive. A tal fine, i requisiti fondamentali che devono garantirsi sono:

- Resistenza alla fessurazione da ritiro plastico: il materiale per il ripristino deve contenere fibre sintetiche poliacrilonitrili nella misura e del tipo adatto a contrastare il verificarsi delle fessure durante le prime ore dopo l'applicazione.
- Resistenza alla fessurazione da ritiro igrometrico: per garantire la curabilità del ripristino il materiale di apporto deve avere una elevata resistenza alla fessurazione a lungo termine; la causa di tali stati fessurativi è il ritiro igrometrico, per questo motivo è fondamentale utilizzare materiali ad espansione contrastata in aria che garantiscano, nelle condizioni di esercizio, la compensazione del ritiro igrometrico.
- Resistenza alla carbonatazione: requisito indispensabile per evitare il degrado per corrosione delle armature dovuta alla carbonatazione, la conseguenza di questo processo è l'abbassamento del pH della pasta cementizia che diventa incapace di passivare le armature.
- Impermeabilità ai cloruri: i cloruri sono l'altro fattore che causa la corrosione delle armature, gli ioni Cl⁻, penetrando nel calcestruzzo, arrivati all'armatura bucano lo strato di ossido esistente e corrodono localmente le armature.
- Resistenza a cicli di gelo-disgelo: requisito fondamentale per le strutture in zone montane dove la temperatura oscilla sopra e sotto lo zero e quando vi sono condizioni ambientali che rendono il calcestruzzo umido.
- Impermeabilità all'acqua: la presenza d'acqua favorisce tutti i processi di degrado, una elevata impermeabilità è sinonimo di ridotta porosità del conglomerato.

Nel caso le fessure siano di ampiezza superiore a 0.2 mm applicare un prodotto coprente con crack bridging classe A3 secondo EN 1504-2.

Nel caso di fessure di ampiezza inferiore è sufficiente una impregnazione reattiva idrorepellente a base silanica.

2.4

2.5 STRUTTURE METALLICHE

L'Unità Tecnologica è composta dai seguenti Elementi Manutenibili:

- Travi longitudinali;
- Travi trasversali;
- Struttura metallica a sostegno del sistema di rotazione
- Collegamenti.

2.5.1 REQUISITI E PRESTAZIONI

2.5.1.1 Resistenza agli agenti aggressivi

Classe di Requisiti: protezione dagli agenti chimici ed organici

Classe di Esigenza: sicurezza strutturale

Le strutture di acciaio non dovranno subire nel corso della vita d'uso fenomeni di corrosione.

Prestazioni: le strutture di acciaio dovranno conservare nel tempo le proprie caratteristiche funzionali se sottoposte a processi di ossidazione.

Livello minimo della prestazione: per i livelli minimi si rimanda alle prescrizioni di legge e di normative vigenti in materia (D.M. 17.1.2018 e Circolare 2.2.2009 n. 617).

In presenza di elementi zincati, per prevedere la velocità di corrosione dello strato di zinco e quindi la durata della protezione offerta dalla zincatura, si fa riferimento alla norma UNI EN ISO 14713:2010 parte 1 che fornisce indicazioni sulla perdita annuale media di spessore del rivestimento, previa individuazione della categoria di corrosività, ovvero dell'aggressività dell'ambiente (secondo la norma ISO 9223).

In tabella sono riportati i valori della perdita media annuale di spessore di zinco in funzione di sei differenti ambienti di esposizione che possono essere presi come riferimento.

Codici	Categoria di corrosività	Rischio di corrosione	Perdita media spessore di zinco (µm/anno)
C1	Interno: asciutto	Molto basso	<0.1

C2	Interno: condensa occasionale Esterno: area rurale esposta nell' entroterra	Basso	Da 0.1 a 0.7
C3	Interno: alta umidità, leggero inquinamento dell' aria Esterno: area entroterra urbana o costiera temperata	Medio	Da 0.7 a 2
C4	Interno: piscine, impianti chimici, etc Esterno: area industriale entroterra o costiera urbana	Alto	Da 2 a 4
C5	Esterno: area industriale con alta umidità o area costiera ad alta salinità	Molto alto	Da 4 a 8
CX	Estremo: condense permanenti e/o elevato inquinamento da attività produttive	Molto alto	Da 8 a 25
Im2	Acqua marina in regioni temperate	Molto alto	Da 10 a 20

Tabella 1 – Valori di perdita media annuale dello spessore di zinco in base alla classe di esposizione

L'agente principale nella corrosione atmosferica dello zinco è il biossido di zolfo – SO₂ che risulta essere determinante per l' ordine di grandezza della velocità di corrosione dello strato di rivestimento. In condizioni normali, cioè in presenza di umidità relativa all'incirca del 70% o superiore, la velocità di corrosione del metallo è proporzionale alla concentrazione di SO₂. Il contributo di altri inquinanti, quali sali, NO_x , CO etc. è meno rilevante.

Il diagramma riportato nella figura sottostante esprime la durata in servizio della protezione fino alla prima manutenzione.

Per durata in servizio fino alla prima manutenzione si intende l'intervallo di tempo che trascorre dal momento in cui si applica il rivestimento iniziale fino al momento in cui il deterioramento (la consumazione) del rivestimento stesso rende necessarie operazioni di manutenzione per il ripristino della protezione del metallo base.

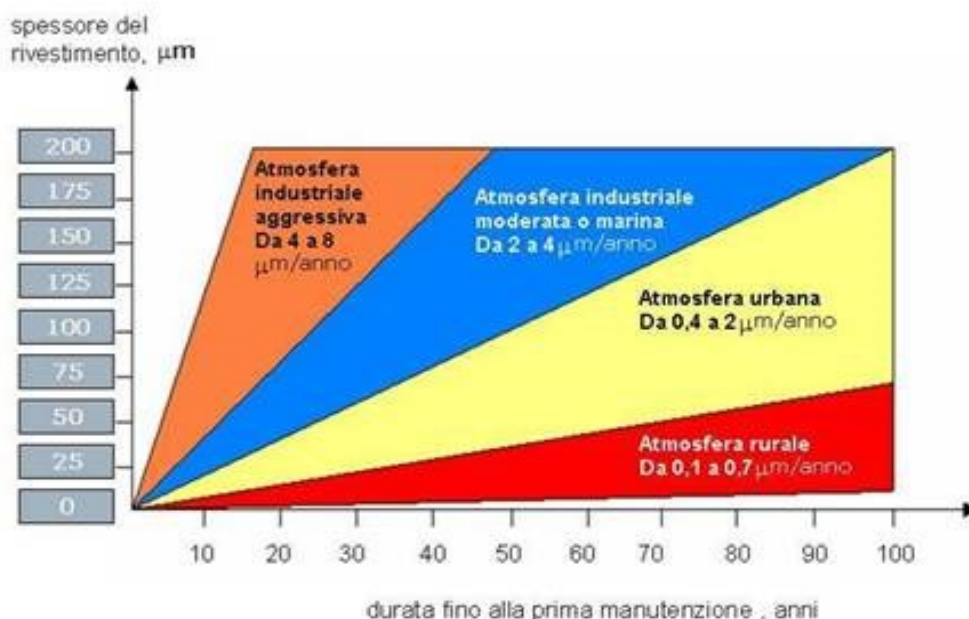


Figura 6 Durata tipica del rivestimento di zinco fino alla prima manutenzione, per diverse categorie di ambienti e relative velocità di corrosione.

Riferimenti normativi: D.Lgs. 9.4.2008, n. 81; D.M. Infrastrutture e Trasporti 17.1.2018; C.M. Infrastrutture e Trasporti 21.1.2019, n. 7; UNI 7677; UNI 8290-2; UNI 10322.

Cadenza del controllo: a seguito di ossidazioni nell'acciaio e dalla presenza di ruggine.

Tipologia del controllo: a vista.

2.5.1.2 Resistenza meccanica

Classe di Requisiti: stabilità.

Classe di Esigenza: sicurezza strutturale.

Le strutture dovranno essere in grado di contrastare le eventuali manifestazioni di deformazioni e cedimenti differenziali rilevanti dovuti all'azione delle sollecitazioni di progetto: carichi verticali, forze sismiche, vento, ecc.

Prestazioni: le strutture, sotto l'effetto dei carichi statici, dinamici e accidentali, devono assicurare stabilità e resistenza. Risulta fondamentale un controllo finalizzato a verificare:

- Integrità delle giunzioni saldate;
- Integrità delle giunzioni bullonate;
- Presenza di eventuali cricche, lesioni, deformazioni anomale.

Livello minimo della prestazione: per i livelli minimi si rimanda alle prescrizioni di legge e di normative vigenti in materia e agli elaborati esecutivi di progetto (D.M. 17.1.2018 e Circolare 2.2.2009 n. 617).

Riferimenti normativi: Legge 5.11.1971 n. 1086; Legge 2.2.1974 n. 64; D.M. Infrastrutture e Trasporti 17.1.2018; C.M. Infrastrutture e Trasporti 2.2.2009 n. 617; UNI 8290-2; UNI EN 384; UNI EN 1356; UNI EN 12390-1; UNI EN 1090-3, UNI 9503; UNI EN 1993; UNI EN 1999.

Cadenza del controllo: annuale

Tipologia del controllo: a vista

2.5.1.3 Resistenza al vento

Classe di Requisiti: stabilità

Classe di Esigenza: sicurezza

Le strutture devono resistere alle azioni e depressioni del vento tale da non compromettere la stabilità e la funzionalità degli elementi che le costituiscono.

Prestazioni: le strutture devono resistere all'azione del vento tale da assicurare durata e funzionalità nel tempo senza compromettere la sicurezza dell'utenza.

Livello minimo della prestazione: i valori minimi variano in funzione del tipo di struttura in riferimento ai seguenti dettati dal D.M. 17.1.2018.

Riferimenti normativi: D.M. Infrastrutture e Trasporti 17.01.2018, C.M. Infrastrutture e Trasporti 21.01.2019, n. 7; UNI 8290-2.

2.5.1.4 Durata della vita nominale (periodo di riferimento per l'azione sismica)

Classe di Requisiti: durabilità tecnologica

Classe di Esigenza: durabilità

La vita nominale di un'opera strutturale V_n è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata.

Prestazioni: il periodo di riferimento V_R di una costruzione, valutato moltiplicando la vita nominale V_n (espressa in anni) per il coefficiente d'uso della costruzione C_u ($V_R = V_n C_u$), è utilizzato per valutare, fissata la probabilità di superamento $P(V_R)$ corrispondente allo stato limite considerato (Tabella 3.2.1 della NTC), il periodo di ritorno T_r dell'azione sismica cui fare riferimento per la verifica.

Livello minimo della prestazione: il periodo di riferimento V_R è di 50 anni, calcolato considerando una classe d'uso uguale a 3 e una vita nominale pari a 75anni.

Riferimenti normativi: D.M. Infrastrutture e Trasporti 17.1.2018; C.M. Infrastrutture e Trasporti 21.1.2019, n. 7; Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri 12.10.2007.

2.5.1.5 Certificazione delle saldature

Classe di Requisiti: controllabilità tecnologica.

Classe di Esigenza: controllabilità.

Le saldature degli acciai dovrà avvenire mediante i procedimenti codificati previsti dalla normativa vigente.

Prestazioni: la saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063. E' ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale. I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN 287-1 da parte di un ente terzo. A deroga di quanto richiesto nella norma UNI EN 287-1, i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo dovranno essere specificatamente qualificati. Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo la norma UNI EN 1418. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO 15614-1.

Le saldature dovranno essere sottoposte a controlli non distruttivi finali per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista sulla base delle norme applicate per la progettazione. Per le modalità di esecuzione dei controlli ed i livelli di accettabilità si potrà fare riferimento alle prescrizioni della norma UNI EN 12062.

Livello minimo della prestazione: per i livelli minimi si rimanda alle prescrizioni di legge e di normative vigenti in materia (D.M. 17.1.2018 e Circolare 2.2.2009 n. 617).

Riferimenti normativi: D.M. Infrastrutture e Trasporti 17.1.2018; C.M. Infrastrutture e Trasporti 2.2.2009 n. 617; UNI EN 1418, UNI EN 473, UNI EN ISO 4063, UNI EN ISO 1455, UNI EN 287-1, UNI EN ISO 17635, UNI EN ISO 5817, UNI EN ISO 9692-1, UNI EN 1011-1/2, UNI EN ISO 15614-1.

2.5.2 TRAVI LONGITUDINALI, TRAVI TRASVERSALI, CARPENTERIA METALLICA DEL SISTEMA DI ROTAZIONE

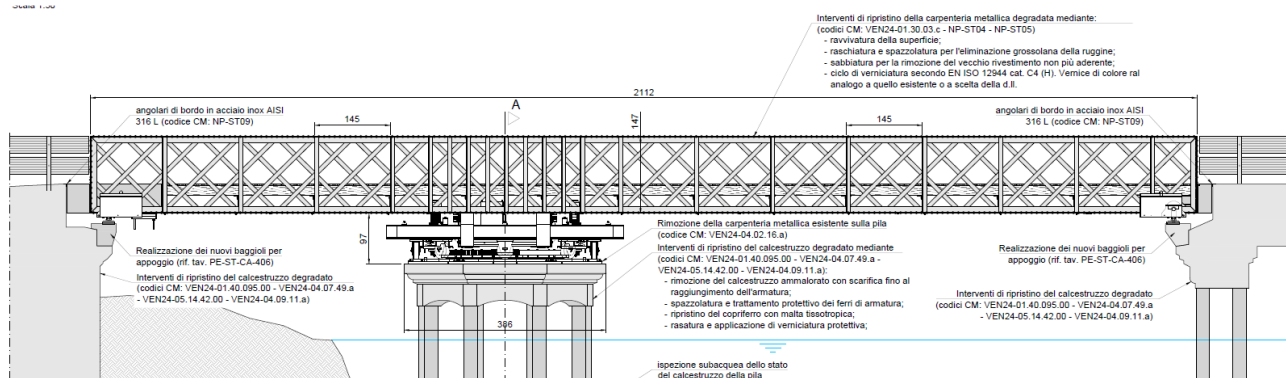


Fig. 7 Prospetto con trave reticolare longitudinale.

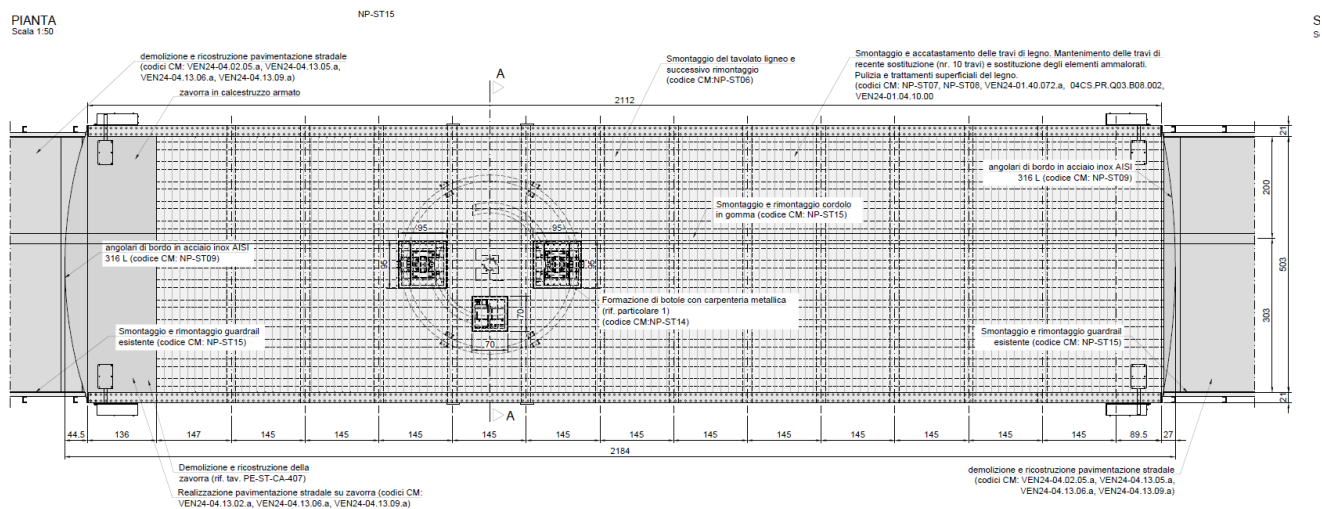


Fig. 8 Pianta con individuazione delle travi trasversali.

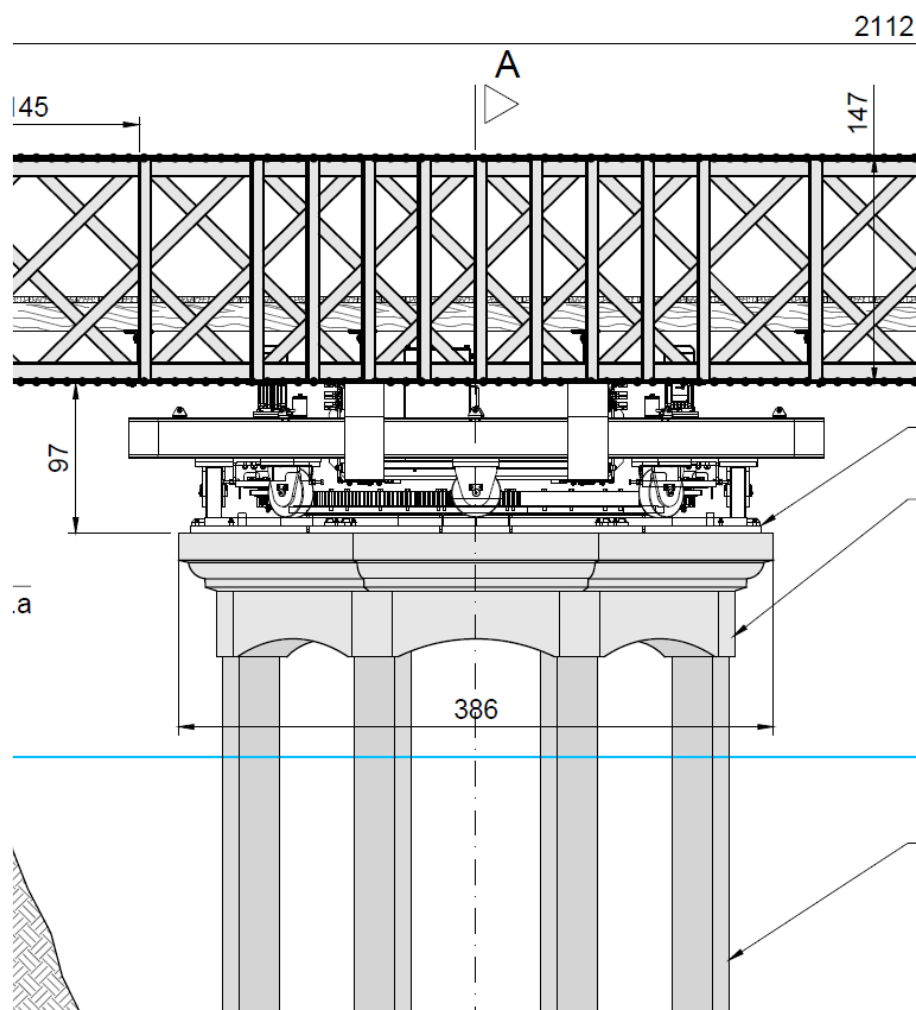


Fig. 9 Carpenteria metallica a sostegno del meccanismo di rotazione.

2.5.2.1 Anomalie riscontrabili

Deformazioni eccessive e spostamenti anomali

Variazione geometriche e morfologiche dei profili e degli elementi strutturali non più affidabili sul piano statico.

Corrosione

Decadimento degli elementi metallici a causa della combinazione con sostanze presenti nell'ambiente (ossigeno, acqua, anidride carbonica, ecc.).

Imbozzamento

Deformazione dell'elemento che si localizza in prossimità dell'ala o dell'anima.

Snervamento

Deformazione dell'elemento che si può verificare, quando all'aumento del carico, viene meno il comportamento perfettamente elastico dell'acciaio.

2.5.2.2 Modalità d'uso corretta

Non compromettere l'integrità delle strutture. Controllo periodico del grado di usura delle parti a vista.
Riscontro di eventuali anomalie.

2.5.2.3 Controlli eseguibili da personale specializzato

Controllo periodico del grado di usura delle parti a vista, di eventuali deformazioni e spostamenti e riscontro di anomalie che alterano la configurazione originaria.

2.5.2.4 Manutenzioni eseguibili da personale specializzato

In seguito alla comparsa delle anomalie menzionate effettuare accurati accertamenti per la diagnosi e la verifica delle strutture da parte di tecnici qualificati, che possano individuare la causa/effetto del dissesto ed evidenziare eventuali modificazioni strutturali che possono compromettere la stabilità delle strutture. Procedere quindi al consolidamento delle stesse a seconda del tipo di dissesti riscontrati.

2.5.3 UNIONI

Nella struttura in oggetto sono presenti i seguenti collegamenti:

- Giunti di base con tasselli o tirafondi;
- Collegamenti alle strutture di c.a. con tasselli e barre filettate;
- Bullonature;
- Saldature;
- Chiodature.

2.5.3.1 Anomalie riscontrabili

Rottura

Rottura dei cordoni di saldatura e mancanza di continuità tra le parti.

Frattura

Fenditura sottile e profonda del materiale costituente la saldatura dovuta ad errori di esecuzione.

Rifollamento

Deformazione dei fori delle lamiere, predisposti per le unioni, dovute alla variazione delle azioni esterne sulla struttura e/o ad errori progettuali e/o costruttivi.

Corrosione

Decadimento degli elementi metallici a causa della combinazione con sostanze presenti nell'ambiente (ossigeno, acqua, anidride carbonica, ecc.).

Interruzione

Interruzione dei cordoni di saldatura e mancanza di continuità tra le parti.

Allentamento

Allentamento dei giunti rispetto alle tenute di serraggio.

Strappamento

Rottura dovuta a sollecitazioni assiali che superano la capacità di resistenza del materiale.

Tranciamento

Rottura dovuta a sollecitazioni taglienti che superano la capacità di resistenza del materiale.

2.5.3.2 Modalità d'uso corretta

Non compromettere l'integrità delle strutture. Controllo periodico del grado di usura delle parti a vista finalizzato alla ricerca di anomalie che possano indicare l'insorgenza di fenomeni di dissesto e/o cedimenti strutturali.

2.5.3.3 Controlli eseguibili da personale specializzato

Controllo periodico del grado di usura delle parti a vista e riscontro di anomalie che alterano la configurazione originaria. Ulteriori controlli riguardano gli elementi di giunzione fra le parti, la tenuta di serraggio, la continuità tra le parti saldate, l'efficienza degli ancoranti chimici e meccanici, il corretto contatto tra le piastre metalliche e la superficie in calcestruzzo e l'integrità della malta di allettamento.

2.5.3.4 Manutenzioni eseguibili da personale specializzato

In seguito alla comparsa delle anomalie menzionate effettuare accurati accertamenti per la diagnosi e la verifica delle strutture da parte di tecnici qualificati, che possano individuare la causa/effetto del dissesto ed evidenziare eventuali modificazioni strutturali che possono compromettere la stabilità delle strutture. Procedere quindi al consolidamento delle stesse a seconda del tipo di dissesti riscontrati.

In presenza di saldature difettose si procede con la rimozione e il ripristino di una nuova saldatura.

E' necessario ripristinare le tenute di serraggio tra elementi, sostituire eventuali elementi corrosi o degradati con altri di analoghe caratteristiche, ripristinare l'allettamento con malta, resina o betoncino epossidico, ecc.

2.5.4 INTERVENTI DI MANUTENZIONE SUI RIVESTIMENTI PROTETTIVI

La perdita dell'azione protettiva delle vernici può essere attribuita:

- al degrado provocato dall'atmosfera sulle superfici del rivestimento;
- alla perdita di adesione al substrato metallico.

Le modalità di ripristino della funzione protettiva di un rivestimento dipendono dal tipo e dalle condizioni del rivestimento originario oltre che dalla possibilità che la struttura possa essere smontata e poi rimontata.

Nel caso di strutture in acciaio verniciato si deve stabilire a priori, in base all'entità del degrado subito dal rivestimento, se operare una totale rimozione dello stesso e degli ossidi o se limitare l'azione di preparazione superficiale solo alle zone più danneggiate.

Per le strutture che non possono essere smontate si procede alla sabbiatura che consiste nello spruzzare mediante aria compressa un materiale abrasivo (sabbia), capace di rimuovere sia il vecchio rivestimento che gli ossidi.

Dopo la preparazione superficiale si deve effettuare il ciclo di verniciatura. Il primo strato protettivo (primer), solitamente di spessore 20-40 mm, deve avere tre caratteristiche fondamentali:

- contenere sostanze (pigmenti) passivanti;
- avere un'ottima adesione al substrato metallico;
- consentire un buon ancoraggio con lo strato di vernice successivo (seconda mano).

Si eseguono, infine, più mani di verniciatura.

2.6 STRUTTURE DI LEGNO

L'Unità Tecnologica è composta dai seguenti Elementi Manutenibili:

- Tavolato di legno di impalcato;
- Travi di legno.

2.6.1 REQUISITI E PRESTAZIONI

2.6.1.1 Resistenza meccanica

Classe di Requisiti: stabilità.

Classe di Esigenza: sicurezza strutturale.

Le strutture devono contrastare in modo efficace la manifestazione di eventuali rotture, o deformazioni rilevanti, causate dall'azione di possibili sollecitazioni

Prestazioni: Le strutture di elevazione, sotto l'effetto di carichi statici, dinamici e accidentali devono assicurare stabilità e resistenza.

Livello minimo della prestazione: per i livelli minimi si rimanda alle prescrizioni di legge e di normative vigenti in materia e agli elaborati esecutivi di progetto (D.M. 17.1.2018 e Circolare 2.2.2009 n. 617).

Riferimenti normativi: Legge 5.11.1971, n. 1086; Legge 2.2.1974, n. 64; D.M. Infrastrutture e Trasporti 17.1.2018; C.M. Infrastrutture e Trasporti 21.1.2019, n. 7; UNI 8290-2; UNI EN 384; UNI EN 1356; UNI EN 12390-1; UNI EN 1090-3; UNI 9503; UNI EN 1993; UNI EN 1999; UNI EN 1994; UNI EN 1995.

Cadenza del controllo: annuale

Tipologia del controllo: a vista

2.6.1.2 Resistenza agli attacchi biologici

Classe di Requisiti: protezione dagli agenti chimici e organici.

Classe di Esigenza: sicurezza.

Le strutture di elevazione, a seguito della presenza di organismi viventi (animali, vegetali, microrganismi), non dovranno subire riduzioni di prestazioni.

Prestazioni: le strutture di elevazione costituite da elementi in legno non dovranno permettere la crescita di funghi, insetti, muffe, organismi marini, ecc., ma dovranno conservare nel tempo le proprie caratteristiche funzionali anche in caso di attacchi biologici. Gli elementi in legno dovranno essere trattati con prodotti protettivi idonei.

Livello minimo della prestazione: i valori minimi di resistenza agli attacchi biologici variano in funzione dei materiali, dei prodotti utilizzati, delle classi di rischio, delle situazioni generali di servizio, dell'esposizione a umidificazione e del tipo di agente biologico (UNI EN 335-1).

Riferimenti normativi: UNI 8290-2; UNI 8662-1/2/3; UNI 8789; UNI 8795; UNI 8859; UNI 8940; UNI 8976; UNI 9090; UNI 9092-1; UNI EN 335-1/2.

Cadenza del controllo: annuale

Tipologia del controllo: a vista

2.6.1.3 Resistenza al vento

Classe di Requisiti: stabilità

Classe di Esigenza: sicurezza

Le strutture devono resistere alle azioni e depressioni del vento tale da non compromettere la stabilità e la funzionalità degli elementi che le costituiscono.

Prestazioni: le strutture devono resistere all'azione del vento tale da assicurare durata e funzionalità nel tempo senza compromettere la sicurezza dell'utenza.

Livello minimo della prestazione: i valori minimi variano in funzione del tipo di struttura in riferimento ai parametri dettati dal D.M. 17.1.2018.

Riferimenti normativi: D.M. Infrastrutture e Trasporti 17.01.2018, C.M. Infrastrutture e Trasporti 21.01.2019, n. 7; UNI 8290-2.

2.6.1.4 Durata della vita nominale (periodo di riferimento per l'azione sismica)

Classe di Requisiti: durabilità tecnologica

Classe di Esigenza: durabilità

La vita nominale di un'opera strutturale V_n è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata.

Prestazioni: il periodo di riferimento V_R di una costruzione, valutato moltiplicando la vita nominale V_n (espressa in anni) per il coefficiente d'uso della costruzione C_u ($V_R = V_n C_u$), è utilizzato per valutare, fissata la probabilità di superamento $P(V_R)$ corrispondente allo stato limite considerato (Tabella 3.2.1 della NTC), il periodo di ritorno T_r dell'azione sismica cui fare riferimento per la verifica.

Livello minimo della prestazione: il periodo di riferimento V_R è di 50 anni, calcolato considerando una classe d'uso uguale a 3 e una vita nominale pari a 75 anni.

Riferimenti normativi: D.M. Infrastrutture e Trasporti 17.1.2018; C.M. Infrastrutture e Trasporti 21.1.2019, n. 7; Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri 12.10.2007.

2.6.2 TRAVI E TAVOLATO

L'impalcato è realizzato da travi in legno di sezione 15x18 cm con passo di circa 40 cm che sostengono la pavimentazione carrabile in tavolato ligneo di spessore 5.5 cm.

SEZIONE A-A

Scala 1:25

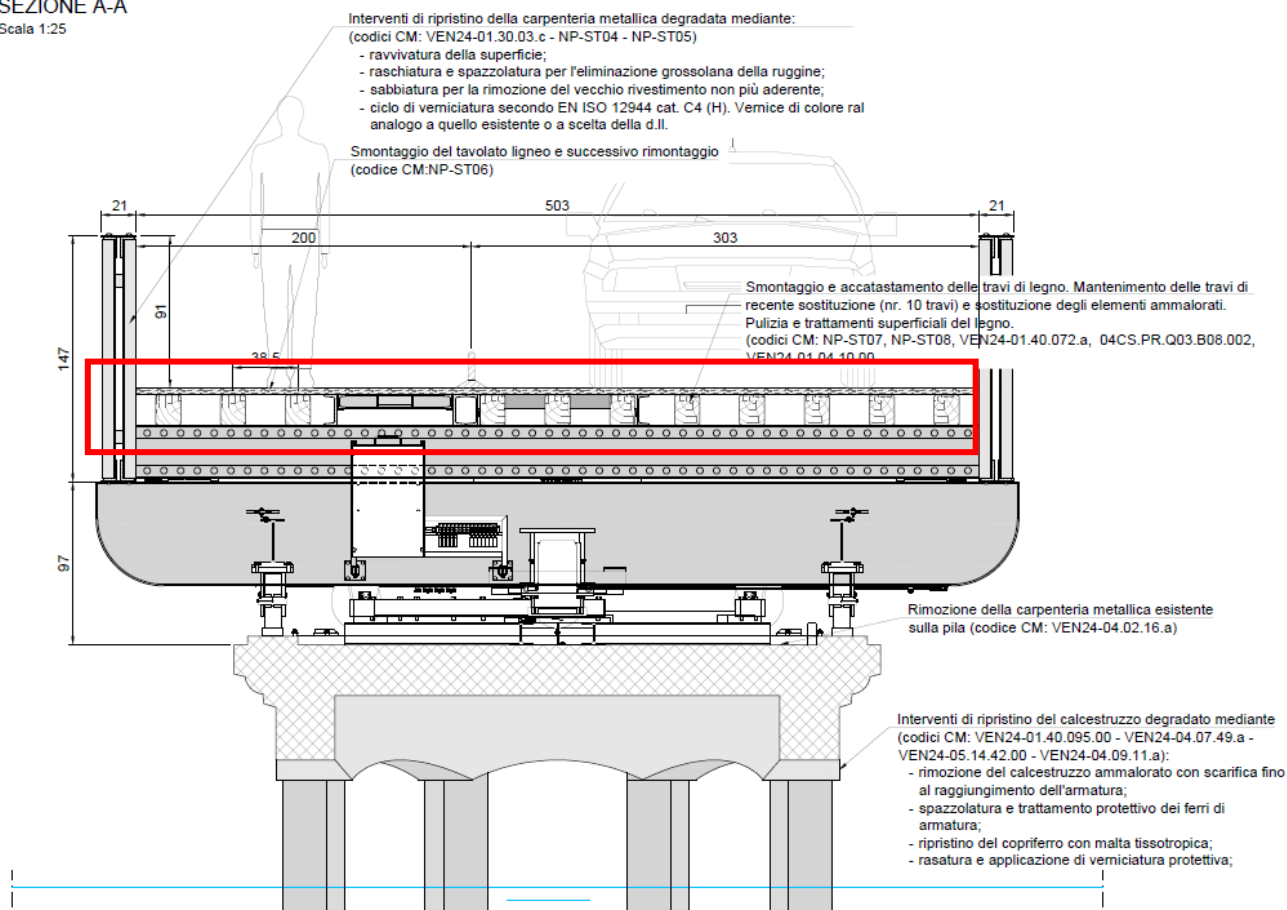


Fig. 10 Sezione trasversale con indicazione delle travi lignee,

2.6.2.1 Anomalie riscontrabili

Alterazione cromatica

Alterazione che si può manifestare attraverso la variazione di uno o più parametri che definiscono il colore: tinta, chiarezza, saturazione. Può evidenziarsi in modo localizzato o in zone più ampie diversamente a secondo delle condizioni.

Attacco biologico

Attacco biologico di funghi e batteri con marcescenza e disgregazione delle parti in legno.

Attacco da insetti xilofagi

Attacco da insetti xilofagi con disgregazione delle parti in legno.

Deformazioni e spostamenti

Deformazioni e spostamenti dovuti a cause esterne che alterano la normale configurazione dell'elemento.

Azzurratura

Colorazione del legno in seguito ad eccessi di umidità scavo o rigetto degli strati di pittura.

Deformazione

Variazione geometriche e morfologiche degli elementi per fenomeni di ritiro quali imbarcamento, svergolamento, ondulazione.

Deposito superficiale

Accumulo di pulviscolo atmosferico o di altri materiali estranei quali: microrganismi, residui organici, ecc. di spessore variabile, poco coerente e poco aderente al materiale sottostante.

Distacco

Distacco di due o più strati di parti di elemento per insufficiente adesione delle parti.

Fessurazioni

Distacco macroscopico fra le parti.

Lesioni

Degradazione che si manifesta in seguito ad eventi traumatici con o senza distacco tra le parti.

Marcescenza

Degradazione che si manifesta con la formazione di masse scure polverulente dovuta ad umidità e alla scarsa ventilazione.

Muffa

Si tratta di un fungo che tende a crescere sul legno in condizioni di messa in opera recente.

Patina

Variazione del colore originario del materiale per alterazione della superficie dei materiali per fenomeni non legati a degradazione.

Penetrazione di umidità

Comparsa di macchie di umidità dovute all'assorbimento di acqua.

Polverizzazione

Decoesione che si manifesta con la caduta spontanea dei materiali sotto forma di polvere o granuli.

2.6.2.2 Modalità d'uso corretta

Non compromettere l'integrità delle strutture. Controllo periodico delle parti in vista finalizzato alla ricerca di anomalie che possano indicare l'insorgenza di fenomeni di dissesto e/o cedimenti strutturali (fessurazioni, lesioni, ecc.).

2.6.2.3 Controlli eseguibili da personale specializzato

Controllo periodico del grado di usura delle parti a vista, di eventuali deformazioni e spostamenti e riscontro di anomalie che alterano la configurazione originaria.

2.6.2.4 Manutenzioni eseguibili da personale specializzato

In seguito alla comparsa delle anomalie menzionate effettuare accurati accertamenti per la diagnosi e la verifica delle strutture da parte di tecnici qualificati, che possano individuare la causa/effetto del dissesto ed evidenziare eventuali modificazioni strutturali che possono compromettere la stabilità delle strutture. Procedere quindi al consolidamento delle stesse a seconda del tipo di dissesti riscontrati.

3 PROGRAMMA DI MANUTENZIONE

3.1 SOTTOPROGRAMMA DEI CONTROLLI

Strutture di fondazione in c.a.: pile e baggioli di appoggio	Tipologia	Frequenza
<u>Controllo:</u> Controllare l'integrità delle sovrastrutture e l'assenza di eventuali lesioni e/o fessurazioni. Controllare eventuali smottamenti del terreno circostante alla struttura che possano essere indicatori di cedimenti strutturali. Effettuare verifiche e controlli approfonditi particolarmente in corrispondenza di manifestazioni a calamità naturali (sisma, nubifragi, ecc.). <u>Requisiti da verificare:</u> 1) Protezione dagli agenti chimici e organici; 2) Stabilità dell'opera. <u>Anomalie riscontrabili:</u> 1) Bolle d'aria; 2) Cavillature superficiali; 3) Penetrazione di umidità; 4) Umidità; 5) Rigonfiamento; 6) Disgregazione e distacco; 7) Esposizione dei ferri di armatura; 8) Fessurazioni; 9) Scheggiature; 10) Deformazioni e spostamenti eccessivi; 11) Cedimento fondazionale; 12) Non perpendicolarità del fabbricato. <u>Ditte specializzate:</u> Specializzati vari.	Controllo visivo	In caso di dissesti statici della sovrastruttura.
<u>Controllo:</u> Controllo strumentale che consentono di localizzare eventuali anomalie. <u>Requisiti da verificare:</u> 1) Protezione dagli agenti chimici e organici; 2) Stabilità dell'opera. <u>Anomalie riscontrabili:</u> 1) Bolle d'aria; 2) Cavillature superficiali; 3) Penetrazione di umidità; 4) Umidità; 5) Rigonfiamento; 6) Disgregazione e distacco; 7) Esposizione dei ferri di armatura; 8) Fessurazioni; 9) Scheggiature; 10) Deformazioni e spostamenti eccessivi; 11) Cedimento fondazionale; 12) Non perpendicolarità del fabbricato. <u>Ditte specializzate:</u> Tecnici di livello superiore.	Ispezione strumentale	Al verificarsi dell'anomalia o in caso di evento sismico

Strutture di calcestruzzo armato: baggioli	Tipologia	Frequenza
<u>Controllo:</u> Controllo generale atto a verificare l'assenza di eventuali anomalie. In particolare la comparsa di segni evidenti di dissesti statici della struttura, lo stato del calcestruzzo ed in particolare l'efficienza del copriferro. <u>Requisiti da verificare:</u> 1) Protezione dagli agenti chimici e organici; 2) Stabilità dell'opera; 3) Durabilità tecnologica. <u>Anomalie riscontrabili:</u> 1) Esposizione dei ferri di armatura e corrosione; 2) Distacco e disgregazione; 3) Fessurazioni; 4) Bolle d'aria; 5) Presenza di vegetazione; 6) Scheggiature 7) Deposito e cavillature superficiali; 8) Alveolizzazioni e rigonfiamenti; 9) Deformazioni e spostamenti; 10) Efflorescenze; 11) Erosione superficiale; 12) Esfoliazione; 13) Lesioni e mancanze; 14) Penetrazione di umidità; 15) Polverizzazione; 16) Spalling. <u>Ditte specializzate:</u> Specializzati vari.	Controllo visivo	Ogni 4 anni o in caso di sisma o in caso di incendio
<u>Controllo:</u> Controllo strumentale che consente di localizzare le zone di probabile corrosione delle armature riscontrate sulle strutture al fine di una corretta diagnosi da effettuarsi in via preliminare ad eventuali interventi di consolidamento. In particolare le diagnosi possono effettuarsi mediante indagini elettrochimiche effettuate collegando ai morsetti di un voltmetro ad alta impedenza l'armatura e un elettrodo di riferimento appoggiato sulla superficie esterna della struttura in calcestruzzo. <u>Requisiti da verificare:</u> 1) Protezione dagli agenti chimici e organici; 2) Stabilità dell'opera. <u>Anomalie riscontrabili:</u> 1) Corrosione, attacchi chimici, fessurazione eccessiva <u>Ditte specializzate:</u> Tecnici di livello superiore.	Ispezione strumentale	Al verificarsi dell'anomalia

Strutture di acciaio: travi e unioni	Tipologia	Frequenza
<u>Controllo</u>: controllo generale atto a verificare l'assenza di eventuali anomalie. In particolare la comparsa di segni evidenti di dissesti statici della struttura. Controllare lo stato di integrità della struttura e lo stato della verniciatura. <u>Requisiti da verificare</u>: 1) Protezione dagli agenti chimici e organici; 2) Stabilità dell'opera; 3) Durabilità tecnologica; 4) Controllabilità tecnologica. <u>Anomalie riscontrabili</u>: 1) Corrosione; 2) Rotture, fratture; 3) Deformazioni eccessive; 4) Imbozzamento; 5) Snervamento; 6) Rottura; 7) Frattura; 8) Rifollamento; 9) Corrosione; 10) Interruzione; 11) Allentamento; 12) Group tear out; 13) Splitting; 14) Strappamento e tranciamento <u>Ditte specializzate</u>: specializzati vari	Controllo visivo	Ogni anno o in caso di sisma o in caso di incendio
<u>Controllo</u>: controlli strumentali basati sul tipo di fenomeno e/o anomalie riscontrate sulle strutture al fine di una corretta diagnosi da effettuarsi in via preliminare ad eventuali interventi di consolidamento. In particolare le diagnosi possono riguardare il controllo della coppia di serraggio di bullonature e tiranti. <u>Requisiti da verificare</u>: 1) Protezione dagli agenti chimici e organici; 2) Stabilità dell'opera; 3) Controllabilità tecnologica. <u>Anomalie riscontrabili</u>: 1) Corrosione; 2) Rotture, fratture; 3) Deformazioni eccessive; 4) Imbozzamento; 5) Snervamento; 6) Rottura; 7) Frattura; 8) Rifollamento; 9) Corrosione; 10) Interruzione; 11) Allentamento; 12) Group tear out; 13) Splitting; 14) Strappamento e tranciamento <u>Ditte specializzate</u>: tecnici di livello superiore	Controllo strumentale	Al verificarsi dell'anomalia

Strutture di legno: travi e tavolato	Tipologia	Frequenza
<u>Controllo</u>: controllo generale atto a verificare l'assenza di eventuali anomalie. In particolare la comparsa di segni evidenti di dissesti statici della struttura. <u>Requisiti da verificare</u>:1) Stabilità dell'opera; 2) Durabilità tecnologica; 3) Protezione dagli agenti chimici e organici. <u>Anomalie riscontrabili</u>: 1) Alterazione cromatica; 2) Attacco biologico; 3) Attacco da insetti xilofagi; 4) Azzurratura; 5) Deformazione; 6) Deformazioni e spostamenti; 7) Deposito superficiale; 8) Distacco; 9) Fessurazioni; 10) Lesione, 11) Marcescenza; 12) Muffa; 13) Patina; 14) Penetrazione di umidità; 15) polverizzazione. <u>Ditte specializzate</u>: specializzati vari	Controllo visivo	Ogni anno
<u>Controllo</u>: controlli strumentali basati sul tipo di fenomeno e/o anomalie riscontrate sulle strutture al fine di una corretta diagnosi da effettuarsi in via preliminare ad eventuali interventi di consolidamento. <u>Requisiti da verificare</u>:1) Stabilità dell'opera; 2) Durabilità tecnologica; 3) Protezione dagli agenti chimici e organici. <u>Anomalie riscontrabili</u>: 1) Alterazione cromatica; 2) Attacco biologico; 3) Attacco da insetti xilofagi; 4) Azzurratura; 5) Deformazione; 6) Deformazioni e spostamenti; 7) Deposito superficiale; 8) Distacco; 9) Fessurazioni; 10) Lesione, 11) Marcescenza; 12) Muffa; 13) Patina; 14) Penetrazione di umidità; 15) polverizzazione. <u>Ditte specializzate</u>: tecnici di livello superiore	Controllo strumentale	Al verificarsi dell'anomalia

3.2 SOTTOPROGRAMMA DEGLI INTERVENTI

Unità tecnologiche / Interventi	Frequenza
Strutture di fondazione in c.a.	
Intervento: Ripristino del calcestruzzo ammalorato secondo le modalità indicate nel manuale d'uso e manutenzione. Ditte specializzate: Specializzati vari. Intervento: In seguito alla comparsa di segni di cedimenti strutturali effettuare accurati accertamenti per la diagnosi e la verifica delle strutture, da parte di tecnici qualificati, che possano individuare la causa/effetto del dissesto. Procedere quindi al consolidamento delle stesse a secondo del tipo di dissesti riscontrati. Ditte specializzate: Specializzati vari.	All'occorrenza
Strutture in elevazione di calcestruzzo armato	
Intervento: Sostituzione e/o protezione secondo le modalità indicate nel manuale d'uso e manutenzione. Ditte specializzate: Specializzati vari.	All'occorrenza
Strutture metalliche	
Intervento: Sostituzione e/o protezione secondo le modalità indicate nel manuale d'uso e manutenzione. Ditte specializzate: Specializzati vari.	All'occorrenza
Strutture di legno	
Intervento: Sostituzione e/o protezione secondo le modalità indicate nel manuale d'uso e manutenzione. Ditte specializzate: Specializzati vari.	All'occorrenza