

Comune di Pavarolo (To)

Progetto di adeguamento sismico dell'edificio che ospita la scuola materna statale

PROGETTO DEFINITIVO

PIANO DI MANUTENZIONE OPERE STRUTTURALI

COMMITTENTE

Comune di Pavarolo
Via Barbacana, n. 2
10020 Pavarolo (To)

PROGETTISTA

FMArchistudio engineering srl
Arch. Massimo Astrua
Via Legnano, n. 13
10128 Torino

PREMESSA

Il presente documento contiene il Piano di manutenzione delle opere strutturali, nell'ambito del progetto di adeguamento sismico dell'edificio che ospita la scuola materna statale in Via Barbacana n. 2, Pavarolo (To).

SOMMARIO

PIANO DI MANUTENZIONE DELLE OPERE STRUTTURALI	4
A 1. PREMESSA	4
A 2. STRUTTURE DI FONDAZIONE IN CEMENTO ARMATO	4
A 2.1. Descrizione degli interventi	4
A 2.2. Modalità d'uso corretta	4
A 2.3. Requisiti prestazionali	4
A 2.4. Anomalie riscontrabili	5
A 2.5. Controlli da effettuarsi sull'elemento	5
A 2.6. Interventi da effettuarsi sull'elemento	7
A 3. STRUTTURE DI ELEVAZIONE DI RINFORZO IN CEMENTO ARMATO	8
A 3.1. Descrizione degli interventi	8
A 3.2. Modalità d'uso corretta	8
A 3.3. Requisiti prestazionali	8
A 3.4. Anomalie riscontrabili	9
A 3.5. Controlli da effettuarsi sull'elemento	10
A 3.6. Interventi da effettuarsi sull'elemento	12
A 4. STRUTTURE IN LEGNO DI RINFORZO	14
A 4.1. Descrizione degli interventi	14
A 4.2. Modalità d'uso corretta	14
A 4.3. Requisiti prestazionali	14
A 4.4. Anomalie riscontrabili	15
A 4.5. Controlli da effettuarsi sull'elemento	16
A 4.6. Interventi da effettuarsi sull'elemento	17
A 5. STRUTTURE IN ACCIAIO DI RINFORZO	19
A 5.1. Descrizione degli interventi	19
A 5.2. Modalità d'uso corretta	19
A 5.3. Requisiti prestazionali	19
A 5.4. Anomalie riscontrabili	20
A 5.5. Controlli da effettuarsi sull'elemento	21
A 5.6. Interventi da effettuarsi sull'elemento	21

PIANO DI MANUTENZIONE DELLE OPERE STRUTTURALI

A 1. PREMESSA

La presente relazione descrive le attività di manutenzione previste per gli elementi strutturali in c.a, acciaio e legno relativi al nuovo ampliamento e al rinforzo dell'edificio esistente.

A 2. STRUTTURE DI FONDAZIONE IN CEMENTO ARMATO

A 2.1. Descrizione degli interventi

Le strutture in cemento armato sono costituite dalle fondazioni del nuovo ampliamento e dai cordoli perimetrali di rinforzo della base delle murature esistenti esterne ed interne per la parte di edificio più bassa.

La fondazione del nuovo ampliamento viene realizzata tramite platea di sp. 20 cm, collegata alle strutture di fondazione dell'edificio esistente e al muretto in c.a. controterra tramite cordoli in spessore e trave rialzata sopra il muretto. Vengono inoltre realizzati cinque setti armati perpendicolari al muretto frontestante la strada, su cui appoggiare la piastra di fondazione.

Per le murature esistenti è previsto il rinforzo della base tramite la realizzazione di cordoli perimetrali interni ed esterni collegati per quanto riguarda la muratura perimetrale con piccole travi in corrispondenza dei maschi murari.

A 2.2. Modalità d'uso corretta

Le strutture di fondazione sono concepite per trasferire le sollecitazioni statiche e sismiche della struttura al terreno, entro i limiti di pressioni e cedimenti imposti dallo stesso.

La platea di fondazione è un elemento progettato per resistere: a rotture di taglio lungo superfici di scorrimento nel terreno, ad eccessive variazioni di volume del complesso di terreno interessato, ai cedimenti differenziali nei punti di contatto con il terreno.

A 2.3. Requisiti prestazionali

Per l'elemento sono richiesti i seguenti requisiti prestazionali:

- (ATTITUDINE AL) CONTROLLO DELLE DISPERSIONI ELETTRICHE
- RESISTENZA AGLI AGENTI AGGRESSIVI
- RESISTENZA AL GELO
- RESISTENZA MECCANICA

Requisito	Prestazioni	Livello minimo delle prestazioni
<u>(Attitudine al) controllo delle dispersioni elettriche:</u> Le opere di fondazione dovranno, in modo idoneo, impedire eventuali dispersioni elettriche.	Tutte le parti metalliche facenti parte delle opere di fondazione dovranno essere connesse ad impianti di terra mediante dispersori, in modo che esse vengano a trovarsi allo stesso potenziale elettrico del terreno.	Essi variano in funzione delle modalità di progetto.
<u>Resistenza agli agenti aggressivi</u> Le opere di fondazioni profonde non debbono subire dissoluzioni o disgregazioni e mutamenti di aspetto a causa dell'azione di agenti aggressivi chimici.	Le opere di fondazione dovranno conservare nel tempo, sotto l'azione di agenti chimici (anidride carbonica, solfati, ecc.) presenti in ambiente, le proprie caratteristiche funzionali.	Nelle opere e manufatti in calcestruzzo, il D.M. 17.1.2018 prevede che gli spessori minimi del copriferro variano in funzione delle tipologie costruttive, la normativa dispone che "L'armatura resistente deve essere protetta da un adeguato ricoprimento di calcestruzzo".
<u>Resistenza al gelo</u> Le opere di fondazione non dovranno subire disgregazioni e variazioni dimensionali e di aspetto in conseguenza della formazione	Le opere di fondazioni profonde 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 la degradazione.	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

di ghiaccio.		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.
Resistenza meccanica Le opere 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.).	Le opere di fondazione, sotto l'effetto di carichi statici, dinamici e accidentali devono assicurare stabilità e resistenza.	Per i livelli minimi si rimanda alle prescrizioni di legge e di normative vigenti in materia.

A 2.4. Anomalie riscontrabili

L'elemento strutturale di fondazione in c.a. può essere soggetto alle seguenti principali anomalie:

- Cedimenti
- Deformazioni e spostamenti
- Distacco
- Esposizione dei ferri d'armatura
- Fessurazioni
- Lesioni
- Non perpendicolarità del fabbricato
- Penetrazione di umidità
- Rigonfiamento

Nella tabella seguente si riportano le caratteristiche peculiari delle diverse anomalie:

Anomalia	Valutazione	Descrizione
Cedimenti	Grave	Dissesti dovuti a cedimenti di natura e causa diverse, talvolta con manifestazioni dell'abbassamento del piano di imposta della fondazione.
Deformazioni e spostamenti	Grave	Deformazioni e spostamenti dovuti a cause esterne che alterano la normale configurazione dell'elemento.
Distacco	Grave	Decoesione e conseguente distacco di parti di materiale.
Esposizione dei ferri d'armatura	Grave	Distacchi di parte di calcestruzzo (copriferro) e relativa esposizione dei ferri di armatura a fenomeni di corrosione per l'azione degli agenti atmosferici.
Fessurazioni	Grave	Aperture o lesioni che possono essere ortogonali o parallele all'armatura e possono interessare una parte o l'intero spessore dell'elemento.
Lesioni	Grave	Si manifestano con l'interruzione della struttura di fondazione. Le caratteristiche e l'andamento ne caratterizzano l'importanza e il tipo.
Non perpendicolarità del fabbricato	Grave	Non perpendicolarità dell'edificio a causa di dissesti o eventi di natura diversa.
Penetrazione di umidità	Lieve	Comparsa di macchie di umidità dovute all'assorbimento di acqua.
Rigonfiamento	Grave	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.

A 2.5. Controlli da effettuarsi sull'elemento

Sulle strutture si devono eseguire i seguenti controlli:

- Controllo dello stato delle strutture
- Controllo della verticalità dell'edificio
- Controllo dei danni dopo evento imprevedibile
- Controllo delle caratteristiche dei terreni

- Prova sclerometrica
- Prova con pacometro
- Controllo della carbonatazione
- Controllo dell'ossidazione delle armature
- Carotaggio

Nella tabella seguente si riportano le caratteristiche peculiari dei singoli controlli:

Controllo	Tipologia	Frequenza	Esecutore	Descrizione	Risorse
Controllo dello stato delle strutture	<i>a vista e/o con l'ausilio di strumentazione idonea</i>	<i>1 anno</i>	<i>ditta specializzata</i>	Controllare, dove possibile, l'integrità delle strutture di fondazione con riferimento alla presenza di rotture, lesioni e/o fessurazioni.	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali
Controllo della verticalità dell'edificio	<i>a vista e/o con l'ausilio di strumentazione idonea</i>	<i>1 anno</i>	<i>Ditta specializzata</i>	Controllare, con le apposite apparecchiature, che non ci siano fuori piombo significativi della struttura portante sovrastante.	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali
Controllo dei danni dopo evento imprevedibile	<i>a vista</i>	<i>quando necessaria</i>	<i>Utente o ditte specializzate varie</i>	Controllare l'eventuale comparsa di cedimenti degli elementi di fondazione, di distacchi murari, di lesioni sugli elementi portanti e portati del fabbricato ogni volta che si manifesti un evento non prevedibile (sisma, alluvione..)	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali
Controllo delle caratteristiche dei terreni	<i>Prove con strumenti</i>	<i>Quando necessaria</i>	<i>Tecnici di settore</i>	Esaminare le caratteristiche di portanza del terreno mediante prove in situ (prove penetrometriche, installazione di piezometri, inclinometri..) o prove di laboratorio (prove edometriche, classificazione granulometrica..).	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali Strumenti vari
Prova sclerometrica	<i>Ispezione strumentale</i>	<i>5 anni</i>	<i>ditta specializzata</i>	Valutare l'omogeneità del calcestruzzo ed individuare eventuali regioni superficiali degradate misurando l'entità del rimbalzo di una massa battente che impatta sulla superficie del calcestruzzo con energia nota.	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali Martinetto piatto Sclerometro
Prova con pacometro	<i>Ispezione strumentale</i>	<i>quando necessaria</i>	<i>ditta specializzata</i>	Individuare la posizione delle armature e lo spessore del copriferro mediante l'utilizzo di strumenti basati su fenomeni elettromagnetici.	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali Pacometro
Controllo della carbonatazione	<i>Ispezione strumentale</i>	<i>quando necessaria</i>	<i>ditta specializzata</i>	Verificare la profondità di carbonatazione valutando lo spessore di calcestruzzo in cui il valore del PH è inferiore a 10. La prova viene eseguita prelevando una piccola carota e misurando il PH con opportuni indicatori chimici.	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali Soluzione di fenofenaleina
Controllo dell'ossidazione delle armature	<i>Ispezione strumentale</i>	<i>5 anni</i>	<i>ditta specializzata</i>	Valutare la riduzione della sezione delle armature dovuta al processo di corrosione, mediante la misurazione della differenza di potenziale esistente tra la superficie delle armature e quella del calcestruzzo.	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali Voltmetro ad alta impedenza Elettrodo di riferimento
Carotaggio	<i>Ispezione strumentale</i>	<i>quando necessaria</i>	<i>ditta specializzata</i>	Prelevare campioni di calcestruzzo di diametro 10-15 cm per effettuare la verifica in laboratorio sulle principali caratteristiche statiche. Il prelievo deve essere fatto dove non può causare danni alla struttura e nel caso in cui le prove pacometriche e le misure sclerometriche evidenzino valori non conformi ai dati di progetto.	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali Carotatrice

A 2.6. Interventi da effettuarsi sull'elemento

Sulle strutture a seconda delle necessità si potranno eseguire i seguenti interventi:

- Consolidamento terreno
- Intervento per anomalie di corrosione
- Intervento per anomalie di fessurazione
- Realizzazione sottofondazioni
- Riparazione e ripresa delle lesioni
- Rinforzo dell'elemento

L'elenco è puramente indicativo e ogni intervento verrà valutato adeguatamente in fase di progettazione dello stesso
Nella tabella seguente si riportano le caratteristiche peculiari dei singoli interventi:

Controllo	Frequenza	Esecutore	Descrizione	Risorse
Consolidamento terreno	<i>Quando necessario</i>	<i>ditta specializzata</i>	Opere e/o procedimenti specifici di consolidamento del terreno da scegliere dopo indagini specifiche e approfondite. Trattamenti di miglioramento della resistenza delle fondazioni anche tramite l'impiego di georesine.	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali
Intervento per anomalie di corrosione	<i>Quando necessario</i>		Opere di rimozione delle parti ammalorate e della ruggine. Ripristino dell'armatura metallica corrosa con vernici anticorrosive, malte, trattamenti specifici o anche attraverso l'uso di idonei passivanti per la protezione delle armature. Opere di protezione e/o ricostruzione dei copriferri mancanti.	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali Vernici anticorrosive Malte
Intervento per anomalie di fessurazione	<i>Quando necessario</i>	<i>ditta specializzata</i>	Opere di ripristino delle fessure e consolidamento dell'integrità del materiale tramite l'utilizzo di resine, malte, cemento o vernici.	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali Resine silconiche Malte Cemento Vernici
Realizzazione sottofondazioni	<i>Quando necessario</i>	<i>ditta specializzata</i>	Realizzazione di sottofondazioni locali o globali a sostegno del sistema di fondazione e della struttura.	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali Betoniera Vibratore
Riparazione e ripresa delle lesioni	<i>quando necessaria</i>	<i>ditta specializzata</i>	Interventi di riparazione e di ripristino dell'integrità e della resistenza dell'elemento strutturale lesionato, tramite l'utilizzo di resine, malte, cemento o altri prodotti specifici, indicati anche per la ricostruzione delle parti di calcestruzzo mancanti; tali trattamenti saranno eseguiti dopo una approfondita valutazione delle cause del difetto accertato.	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali Resine Malte Cemento
Rinforzo dell'elemento	<i>quando necessaria</i>	<i>ditta specializzata</i>	Realizzazione di interventi di rinforzo strutturale dell'elemento mediante la realizzazione di gabbie di armature integrative con getto di malte a ritiro controllato o attraverso l'applicazione di nuovi componenti di rinforzo che aumentino la sezione resistente dell'elemento strutturale.	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali

A 3. STRUTTURE DI ELEVAZIONE DI RINFORZO IN CEMENTO ARMATO

A 3.1. Descrizione degli interventi

Verrà realizzato un intervento di consolidamento di parte del solaio di copertura del piano primo del fabbricato ovest. Tale solaio è attualmente realizzato con putrelle tipo NP 140 e tavelloni ed appare slegato dalle murature perimetrali. Si rende pertanto necessario un consolidamento da eseguire tramite cappa armata con maglia elettrosaldata, adeguatamente legata alle murature perimetrali con opportuni inghisaggi di barre in acciaio.

A 3.2. Modalità d'uso corretta

Per le strutture orizzontali, quale modalità d'uso corretta, occorre che venga periodicamente controllato il loro stato di conservazione, verificando se siano presenti o meno lesioni o altro degrado tale da compromettere o la stabilità del manufatto o la sua finitura estetica.

A 3.3. Requisiti prestazionali

Per l'elemento sono richiesti i seguenti requisiti prestazionali:

- RESISTENZA MECCANICA
- RESISTENZA AL FUOCO
- RESISTENZA AGLI AGENTI CHIMICI E BIOLOGICI
 - Stabilità chimico-reattiva
 - Resistenza agli agenti aggressivi
- REGOLARITA' DELLE FINITURE

Requisito	Prestazioni	Livello minimo delle prestazioni
<u>RESISTENZA MECCANICA:</u> Capacità di resistere ai carichi e sovraccarichi, in tutte le condizioni di esercizio, nonché ai fenomeni dinamici, nel rispetto del coefficiente di sicurezza, senza deformazioni o cedimenti inammissibili	<i>Le strutture di elevazione devono assicurare stabilità e resistenza sotto l'effetto di carichi statici, dinamici e accidentali, nel rispetto di tutta la specifica normativa vigente in materia di progettazione, esecuzione e collaudo delle strutture, per il tipo di struttura ed i materiali utilizzati.</i>	<i>Per i livelli minimi prestazionali si deve fare riferimento alle leggi e alle normative vigenti in materia di progettazione, esecuzione e collaudo delle strutture, per il tipo di struttura ed i materiali utilizzati. In particolare per il calcolo dei carichi agenti si può fare riferimento all'Eurocodice 1 o alle prescrizioni italiane riportate nel D.M. 17.01.2018, mentre le prescrizioni e le limitazioni relative al calcolo, alla progettazione e all'esecuzione delle strutture sono riportate D.M. 17.01.2018 o l'Eurocodice 2.</i>
<u>RESISTENZA AL FUOCO</u> Capacità degli elementi di resistere al fuoco per un tempo determinato senza subire deformazioni incompatibili con la loro funzione strutturale e di compartimentazione, in modo da garantire l'incolumità degli occupanti.	Le strutture di elevazione, in caso di incendio, devono assicurare una resistenza al fuoco per un determinato numero di minuti non inferiore a quella determinabile in funzione del carico incendio della struttura.	<i>I livelli minimi di resistenza al fuoco richiesti ad ogni elemento costruttivo variano in funzione del tipo di edificio. La prestazione richiesta viene valutata attraverso l'indice REI.</i>
<u>RESISTENZA AGLI AGENTI CHIMICI E BIOLOGICI:</u> Stabilità chimico-reattiva Capacità degli elementi di mantenere inalterate nel tempo le proprie caratteristiche chimico-fisiche.	Le strutture di elevazione devono essere realizzate con materiali che conservino inalterate nel tempo le proprie caratteristiche chimico-fisiche. A questo scopo bisogna tener conto degli eventuali fenomeni chimico-fisici che possono svilupparsi tra i diversi materiali a contatto.	I livelli minimi variano in funzione dei materiali impiegati e della loro compatibilità chimico-fisica stabilita dalle norme vigenti: in particolare modo è opportuno evitare contatti diretti tra materiali che possono dar luogo a corrosione elettrolitica (acciaio e zinco, acciaio e alluminio) e il contatto diretto fra l'acciaio ed alcuni materiali aggressivi come il gesso. Si deve prestare attenzione al fenomeno di reazione alcali-aggregati della miscela costituente il cls, innescata dalla presenza di alcali nel cemento e di silice amorfa negli aggregati: per garantire i livelli minimi di prestazione è preferibile evitare l'uso di aggregati reattivi e limitare il contenuto di alcali (sodio e potassio) nel cemento, utilizzando cementi di miscela e riducendo l'umidità del cls.

RESISTENZA AGLI AGENTI CHIMICI E BIOLOGICI: Resistenza agli agenti aggressivi Capacità di non subire gli effetti dovuti all'azione di agenti aggressivi chimici, quali disgregazioni e mutamenti di aspetto.	Le strutture di elevazione devono conservare nel tempo, sotto l'azione di agenti aggressivi presenti nell'ambiente, le proprie caratteristiche funzionali.	Le strutture di elevazione non devono subire dissoluzioni, disgregazioni o mutamenti di aspetto a causa dell'azione di agenti aggressivi presenti nell'ambiente (anidride carbonica, solfati, ecc.). Le strutture esposte ad atmosfere marine e ad attacchi solfatici devono essere costruite con calcestruzzi confezionati con il corretto dosaggio e inoltre devono essere previste adeguate misure di protezione delle superfici utilizzando appositi prodotti protettivi. Per quello che riguarda i livelli minimi prestazionali si fa riferimento alle norme UNI riguardanti la durabilità del calcestruzzo (UNI 8981-1-2-3-4-5-6-7-8/99) e alla norma UNI EN 206.
REGOLARITA' DELLE FINITURE Capacità di soddisfare le esigenze estetiche e funzionali di planarità e assenza di difetti superficiali.	Le strutture di elevazione non devono presentare macchie, gobbe, crateri, fessure, distacchi, scostamenti locali dal piano teorico.	I livelli minimi variano in funzione delle esigenze, delle caratteristiche e dell'importanza dell'opera.

A 3.4. Anomalie riscontrabili

L'elemento strutturale può essere soggetto alle seguenti principali anomalie:

- Bollature
- Ramificazioni superficiali
- Chiazze di umidità
- Incrostazioni urbane
- Deformazioni
- Depositi
- Disgregazioni
- Distacco
- Efflorescenze
- Erosione
- Mancanza di copriferro
- Fessurazioni
- Fori e bolle
- Macchie e imbrattamenti
- Macchie di ruggine
- Muffe biologiche
- Nidi di ghiaia
- Variazione di volume
- Scheggiature
- Sfogliamento
- Sgretolamento

Nella tabella seguente si riportano le caratteristiche peculiari delle diverse anomalie:

Anomalia	Valutazione	Descrizione
Bollature	Lieve	Presenza diffusa, sulla superficie del calcestruzzo, di fori di grandezza e distribuzione casuale, generati dalla presenza di bolle d'aria formatesi al momento del getto e non eliminati nella fase di vibratura e costipamento.

Ramificazioni superficiali	Lieve	Fessurazioni capillari ramificate sulla superficie, dovute a un non corretto dosaggio del calcestruzzo.
Chiazze di umidità	Grave	Presenza di chiazze o zone di umidità, generalmente in aree dell'elemento in prossimità del terreno e/o delle opere fondazionali.
Incrostazioni urbane	Lieve	Depositi aderenti alla superficie dell'elemento, generalmente di colore nero e di spessore variabile, dovuto al deposito di pulviscolo atmosferico urbano; tali fenomeni talvolta comportano il distacco delle incrostazioni stesse ponendo in evidenza i fenomeni di disgregazione presenti sulla superficie sottostante.
Deformazioni	Grave	Variazioni geometriche e/o morfologiche degli elementi strutturali, dovute a sollecitazioni di varia natura (sovraccaricamento, sbalzi termici, ecc.), accompagnate spesso dalla perdita delle caratteristiche di resistenza e stabilità degli elementi stessi.
Depositi	Lieve	Depositi sulla superficie dell'elemento di pulviscolo atmosferico o altro materiale estraneo (foglie, ramaglie, detriti, ecc.).
Disgregazioni	Grave	Disgregazioni delle superfici dell'elemento, con effetti di sgretolamenti e lacerazioni.
Distacco	Grave	Decoesione e conseguente caduta di parti di materiale.
Efflorescenze	Lieve	Fenomeni legati alla formazione cristallina di sali solubili sulla superficie dell'elemento, generalmente poco coerenti e con colore biancastro.
Erosione	Lieve	Degrado della superficie dovuto all'azione erosiva di agenti di natura chimica o biologica.
Mancanza di copriferro	Grave	Mancanza di calcestruzzo in corrispondenza dell'armatura con conseguente esposizione dei ferri a fenomeni di corrosione.
Fessurazioni	Grave	Aperture o lesioni che possono essere ortogonali o parallele all'armatura e possono interessare una parte o l'intero spessore dell'elemento.
Fori e bolle	Lieve	Presenza di piccoli crateri sulla superficie generalmente causati da grani di calce libera che, idratando, aumentano di volume e generano piccoli distacchi.
Macchie e imbrattamenti	Lieve	Presenza sulla superficie di macchie di varia natura e/o imbrattamenti con prodotti macchianti (vernici, spray, ecc.) e/o murali o graffiti.
Macchie di ruggine	Grave	Macchie bruno-rossastre sulla superficie del calcestruzzo dovute alla corrosione dei ferri d'armatura.
Muffe biologiche	Lieve	Deposito sottile costituito prevalentemente da microrganismi, che creano una patina di colore variabile aderente alla superficie.
Nidi di ghiaia	Lieve	Degrado della superficie dovuto alla segregazione dei componenti del calcestruzzo in fase di getto e caratterizzato da cavità irregolari e inerti di maggior diametro in evidenza.
Variazione di volume	Grave	Aumento di volume dell'elemento e conseguente disgregazione, dovute all'attacco solfatico in ambiente marino oppure a cicli di gelo-disgelo.
Scheggiature	Lieve	Scheggiatura dell'elemento con distacco ed allontanamento di porzioni di materiale soprattutto lungo i bordi e gli spigoli.
Sfogliamento	Lieve	Disgregazione e sfaldamento degli strati superficiali dell'elemento, causato solitamente dagli effetti del gelo.
Sgretolamento	Grave	Presenza di parti di calcestruzzo friabili e incoerenti.

A 3.5. Controlli da effettuarsi sull'elemento

Sulle strutture di fondazione si devono eseguire i seguenti controlli:

- Controllo dell'aspetto della superficie
- Controllo dello stato del calcestruzzo
- Controllo dei danni dopo evento imprevedibile
- Monitoraggio delle lesioni
- Indagine ultrasonica
- Prova sclerometrica
- Prova con pacometro

- Controllo della carbonatazione
- Controllo dell'ossidazione delle armature
- Controllo freccia massima
- Carotaggio

Nella tabella seguente si riportano le caratteristiche peculiari dei singoli controlli:

Controllo	Tipologia	Frequenza	Esecutore	Descrizione	Risorse
Controllo dell'aspetto della superficie	<i>a vista</i>	<i>1 anno</i>	<i>utente</i>	Controllare il grado di usura della superficie e l'eventuale presenza di macchie, depositi superficiali, efflorescenze, bolle d'aria, insediamenti di microrganismi, croste, variazioni cromatiche.	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali
Controllo dello stato del calcestruzzo	<i>a vista</i>	<i>1 anno</i>	<i>utente</i>	Controllare eventuali processi di degrado del calcestruzzo come distacchi, fenomeni di disgregazione, cavillature, esposizione delle armature, fessurazioni, macchie di ruggine, chiazze di umidità, rigonfiamenti.	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali
Controllo dei danni dopo evento imprevedibile	<i>a vista</i>	<i>quando necessita</i>	<i>ditta specializzata</i>	Controllare l'eventuale formazione di lesioni sul calcestruzzo e misurare la freccia delle strutture orizzontali ogni volta che si manifesti un evento non prevedibile (incendio, sisma, urto, cedimento fondazionale..)	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali
Monitoraggio delle lesioni	<i>Ispezione strumentale</i>	<i>quando necessita</i>	<i>ditta specializzata</i>	Monitorare il quadro fessurativo per individuare eventuali incrementi o decrementi dell'ampiezza delle fessure. Tale operazione può essere fatta in modo qualitativo, utilizzando delle "spie" in vetro che vengono applicate direttamente sulla superficie lesionata, oppure in modo quantitativo, utilizzando strumenti (fessurimetri, distanziometri, estensimetri) in grado di valutare spostamenti dell'ordine del decimo di millimetro.	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali Fessurimetri
indagine ultrasonica	<i>Ispezione strumentale</i>	<i>5 anni</i>	<i>ditta specializzata</i>	Individuare eventuali disomogeneità interne (fessurazioni, cavità) mediante la misurazione della velocità di propagazione di onde ultrasoniche all'interno del calcestruzzo.	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali Emettitore di ultrasuoni Ricevitore Oscilloscopio
Prova sclerometrica	<i>Ispezione strumentale</i>	<i>5 anni</i>	<i>ditta specializzata</i>	Valutare l'omogeneità del calcestruzzo ed individuare eventuali regioni superficiali degradate misurando l'entità del rimbalzo di una massa battente che impatta sulla superficie del calcestruzzo con energia nota.	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali Martinetto piatto Sclerometro
Prova con pacometro	<i>Ispezione strumentale</i>	<i>quando necessita</i>	<i>ditta specializzata</i>	Individuare la posizione delle armature e lo spessore del copriferro mediante l'utilizzo di strumenti basati su fenomeni elettromagnetici.	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali Pacometro
Controllo della carbonatazione	<i>Ispezione strumentale</i>	<i>quando necessita</i>	<i>ditta specializzata</i>	Verificare la profondità di carbonatazione valutando lo spessore di calcestruzzo in cui il valore del PH è inferiore a 10. La prova viene eseguita prelevando una piccola carota e misurando il PH con opportuni indicatori chimici.	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali Soluzione di fenoftaleina
Controllo dell'ossidazione delle armature	<i>Ispezione strumentale</i>	<i>5 anni</i>	<i>ditta specializzata</i>	Valutare la riduzione della sezione delle armature dovuta al processo di corrosione, mediante la misurazione della differenza di potenziale esistente tra la superficie delle armature e quella del calcestruzzo.	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali Voltmetro ad alta impedenza

					Elettrodo di riferimento
Controllo freccia massima	Ispezione strumentale	5 anni	ditta specializzata	Controllare, con le apposite apparecchiature, che la freccia degli elementi inflessi sia minore di quella massima prevista dalle norme.	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali Flessimetro
Carotaggio	Ispezione strumentale	quando necessaria	ditta specializzata	Prelevare campioni di calcestruzzo di diametro 10-15 cm per effettuare la verifica in laboratorio sulle principali caratteristiche statiche. Il prelievo deve essere fatto dove non può causare danni alla struttura e nel caso in cui le prove pacometriche e le misure sclerometriche evidenzino valori non conformi ai dati di progetto.	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali Carotatrice

A 3.6. Interventi da effettuarsi sull'elemento

Sulle strutture di fondazione a seconda delle necessità si potranno eseguire i seguenti interventi:

- Pulizia della superficie
- Applicazione di trattamenti consolidanti
- Applicazione di trattamenti protettivi
- Ripristino parti mancanti
- Risanamento delle armature
- Sostituzione dell'elemento
- Rinforzo dell'elemento
- Protezione catodica delle armature
- Ripresa delle lesioni
- Sigillatura delle lesioni passanti

L'elenco è puramente indicativo e ogni intervento verrà valutato adeguatamente in fase di progettazione dello stesso

Nella tabella seguente si riportano le caratteristiche peculiari dei singoli interventi:

Controllo	Frequenza	Esecutore	Descrizione	Risorse
Pulizia della superficie	5 anni	ditta specializzata: Muratore	Rimozione, manuale o meccanica, del calcestruzzo ammalorato mediante spazzolatura, idrolavaggio, sabbatura a secco, idrosabbatura e successiva pulizia delle superfici per rimuovere tutto ciò che può nuocere all'adesione dei successivi trattamenti. La scelta della tecnica di pulizia dipende dal tipo di sostanza da rimuovere, dalle condizioni della superficie e dal tipo di finitura.	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali Sabbatrice Idrosabbatrice Spazzola meccanica Solventi
Applicazione di trattamenti consolidanti	5 anni	ditta specializzata	Trattamenti di riagggregazione profondi o superficiali. L'applicazione dei prodotti consolidanti si effettua a pennello o a spruzzo cercando di far penetrare il prodotto il più possibile in profondità senza annullare la porosità del materiale.	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali Resine silconiche Prodotti a base di silicati
Applicazione di trattamenti protettivi	5 anni	ditta specializzata	Impregnazione della superficie con prodotti idrorepellenti e antimacchia. Il trattamento va eseguito su superfici pulite e, se necessario, consolidate. Le caratteristiche dei prodotti da usare devono essere:	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali Resine epossidiche (pro-

			impermeabilità all'acqua e ai gas aggressivi atmosferici, traspiranza al vapore, scarsa influenza sulle caratteristiche cromatiche del materiale.	tettive) Soluzioni di resine silico-niche (idrorepellenti) Prodotti di finitura
Ripristino parti mancanti	<i>quando necessaria</i>	<i>ditta specializzata</i>	Ricostruzione delle parti di calcestruzzo mancanti o rimosse con malta reoplastica a ritiro compensato. E' opportuno eseguire uno strato di ancoraggio tra il calcestruzzo vecchio e il materiale nuovo mediante l'applicazione a pennello di una boiacca ottenuta con resina epossidica e cemento.	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali Malta reoplastica a ritiro compensato Prodotti di finitura Inibitore di corrosione migrante per ferri d'armatura
Risanamento delle armature	<i>quando necessaria</i>	<i>ditta specializzata</i>	Eliminazione di ogni traccia di ossidazione e di altre impurità dai ferri di armatura e protezione con apposita vernice anticorrosiva	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali Resine epossidiche in soluzione acquosa Malta modificata con inibitori di corrosione
Sostituzione dell'elemento	<i>quando necessaria</i>	<i>ditta specializzata</i>	Rifacimento parziale o totale dell'elemento gravemente danneggiato.	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali Vibratore Betoniera
Rinforzo dell'elemento	<i>quando necessaria</i>	<i>ditta specializzata</i>	Incremento della sezione resistente dell'elemento con metodi diversi, a seconda del degrado dell'elemento e della funzione che esso svolge all'interno della struttura.	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali
Protezione catodica delle armature	<i>quando necessaria</i>	<i>ditta specializzata</i>	Immissione di corrente continua a bassa tensione nel circuito formato da un nastro conduttore applicato sulla superficie di calcestruzzo (polo positivo) e l'insieme delle armature (polo negativo). La corrente immessa corrisponde alla conduttività del cemento e previene ogni futuro degrado da corrosione.	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali Nastro conduttore in lega Primer conduttivo Rullo Fonte elettrica Fili di collegamento fra armature
Ripresa delle lesioni	<i>quando necessaria</i>	<i>ditta specializzata</i>	Ripristino delle fessurazioni con malta cementizia specifica per impedire l'aggressione degli agenti atmosferici. A seconda che la lesione sia stabilizzata o meno, si utilizza malta cementizia semplice o a ritiro compensato.	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali Malta cementizia specifica Macchine a spruzzo per applicazione Prodotti di finitura
Sigillatura delle lesioni passanti	<i>quando necessaria</i>	<i>ditta specializzata</i>	Ripristino della monoliticità della struttura con chiusura delle fessure mediante iniezione di resine epossidiche.	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali Tubetti di iniezione e sfiato Resina epossidica a consistenza di stucco Resina epossidica fluida Pompa pneumatica a bassa pressione

A 4. STRUTTURE IN LEGNO DI RINFORZO

A 4.1. Descrizione degli interventi

Gli elementi di rinforzo in legno vengono utilizzati sulla copertura dell'edificio esistente e consistono nel posizionamento di catene in legno tipo C24, per ciascuna coppia di puntoni fissate tramite apposite scarpe metalliche ai puntoni.

Inoltre nel sottotetto della parte dell'edificio est vengono poste quattro saette in legno di tipo C24 collegate ai pilastri e al colmo mediante piastre metalliche.

A 4.2. Modalità d'uso corretta

Strutture orizzontali o inclinate, costituite generalmente da elementi in legno massiccio o composti in legno lamellare, che trasferiscono i carichi dei piani della sovrastruttura agli elementi strutturali verticali.

Le travi in legno sono elementi strutturali portanti che, una volta avvenuta la connessione tra i componenti dei vari collegamenti, sono progettati per resistere a fenomeni di pressoflessione, taglio e torsione nei confronti dei carichi trasmessi dalle varie parti della struttura e che assumono una configurazione deformata dipendente anche dalle condizioni di vincolo presenti alle loro estremità.

A 4.3. Requisiti prestazionali

Per l'elemento sono richiesti i seguenti requisiti prestazionali:

- resistenza meccanica
- resistenza al fuoco
- resistenza agli attacchi biologici
- regolarità delle finiture

Requisito	Prestazioni	Livello minimo delle prestazioni
RESISTENZA MECCANICA: Capacità di resistere ai carichi e sovraccarichi, in tutte le condizioni di esercizio, nonché ai fenomeni dinamici, nel rispetto del coefficiente di sicurezza, senza deformazioni o cedimenti inammissibili	Le strutture di elevazione devono assicurare stabilità e resistenza sotto l'effetto di carichi statici, dinamici e accidentali, nel rispetto di tutta la specifica normativa vigente in materia di progettazione, esecuzione e collaudo delle strutture, per il tipo di struttura ed i materiali utilizzati.	Per i livelli minimi prestazionali si deve fare riferimento alle leggi e alle normative vigenti in materia di progettazione, esecuzione e collaudo delle strutture, per il tipo di struttura ed i materiali utilizzati. In particolare per il calcolo dei carichi agenti si può fare riferimento all'Eurocodice 1 o alle prescrizioni italiane riportate nel D.M. 17.01.2018, mentre le prescrizioni e le limitazioni relative al calcolo, alla progettazione e all'esecuzione delle strutture sono riportate D.M. 17.01.2018 o l'Eurocodice 2.
RESISTENZA AL FUOCO Capacità degli elementi di resistere al fuoco per un tempo determinato senza subire deformazioni incompatibili con la loro funzione strutturale e di compartimentazione, in modo da garantire l'incolumità degli occupanti.	Le strutture di elevazione, in caso di incendio, devono assicurare una resistenza al fuoco per un determinato numero di minuti non inferiore a quella determinabile in funzione del carico incendio della struttura.	I livelli minimi di resistenza al fuoco richiesti ad ogni elemento costruttivo variano in funzione del tipo di edificio. La prestazione richiesta viene valutata attraverso l'indice REI.
RESISTENZA AGLI ATTACCHI BIOLOGICI: Le strutture di elevazione, a seguito della presenza di organismi viventi (animali, vegetali, microrganismi), non dovranno subire riduzioni di 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.	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. Distribuzione degli agenti biologici per classi di rischio (UNI EN 335-1): Classe di rischio 1 - Situazione generale di servizio: non a contatto con terreno, al coperto (secco); - Descrizione dell'esposizione a umidificazione in servizio: nessuna; - Distribuzione degli agenti biologici: insetti = U,

		<p>termiti = L.</p> <p>Classe di rischio 2</p> <ul style="list-style-type: none"> - Situazione generale di servizio: non a contatto con terreno, al coperto (rischio di umidificazione); - Descrizione dell'esposizione a umidificazione in servizio: occasionale; - Distribuzione degli agenti biologici: funghi = U; (*)insetti = U; termiti = L. <p>Classe di rischio 3</p> <ul style="list-style-type: none"> - Situazione generale di servizio: non a contatto con terreno, non al coperto; - Descrizione dell'esposizione a umidificazione in servizio: frequente; - Distribuzione degli agenti biologici: funghi = U; (*)insetti = U; termiti = L. <p>Classe di rischio 4;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Situazione generale di servizio: a contatto con terreno o acqua dolce; - Descrizione dell'esposizione a umidificazione in servizio: permanente; - Distribuzione degli agenti biologici: funghi = U; (*)insetti = U; termiti = L. <p>Classe di rischio 5;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Situazione generale di servizio: in acqua salata; - Descrizione dell'esposizione a umidificazione in servizio: permanente; - Distribuzione degli agenti biologici: funghi = U; (*)insetti = U; termiti = L; organismi marini = U. <p>U = universalmente presente in Europa L = localmente presente in Europa (*) il rischio di attacco può essere non significativo a seconda delle particolari situazioni di servizio.</p>
REGOLARITA' DELLE FINITURE Capacità di soddisfare le esigenze estetiche e funzionali di planarità e assenza di difetti superficiali.	Le strutture di elevazione non devono presentare macchie, gobbe, crateri, fessure, distacchi, scostamenti locali dal piano teorico.	I livelli minimi variano in funzione delle esigenze, delle caratteristiche e dell'importanza dell'opera.

A 4.4. Anomalie riscontrabili

L'elemento strutturale può essere soggetto alle seguenti principali anomalie:

- attacco biologico
- attacco da insetti
- azzurratura
- chiazze di umidità
- corrosione degli elementi del giunto
- deformazioni
- degrado degli appoggi
- depositi
- distacco
- Fessurazioni
- Macchie
- Mancanza
- Muffe biologiche
- Variazione di volume
- Variazione cromatica

- Valutazione: anomalia lieve

Nella tabella seguente si riportano le caratteristiche peculiari delle diverse anomalie:

Anomalia	Valutazione	Descrizione
Attacco biologico	anomalia grave	Attacco biologico di infestanti (funghi, muffe, ecc.) con putrefazione e successiva disgregazione del legno.
Attacco da insetti	anomalia grave	Degrado delle parti in legno dovuta ad insetti xilofagi che si può manifestare con la formazione di alveoli che provocano una diminuzione della sezione resistente.
Azzurratura	anomalia grave	Formazione di macchie di colore azzurro dovute all'attacco di insetti, soprattutto nel legno di alburno di resinose (pino).
Chiazze di umidità	anomalia grave	Presenza di chiazze o zone di umidità sull'elemento.
Corrosione degli elementi del giunto	anomalia grave	Evidenti stacchi di vernice, crepe, affioramento di ruggine su teste e dadi dei bulloni e sugli altri elementi del collegamento.
Deformazioni	anomalia grave	Variazioni geometriche e/o morfologiche degli elementi strutturali, dovute a sollecitazioni di varia natura (sovraccaricamento, sbalzi termici, ecc.), accompagnate spesso dalla perdita delle caratteristiche di resistenza e stabilità degli elementi stessi.
Degrado degli appoggi	anomalia grave	Marcescenza del legno in corrispondenza degli appoggi, dovuta a scarsa ventilazione o ad attacco fungino, con conseguente diminuzione della capacità portante della struttura e danneggiamento delle sottostrutture.
Depositi	anomalia lieve	Accumulo di polveri con possibile formazione di incrostazioni di varia forma e natura.
Distacco	anomalia grave	Distacco degli elementi tra di loro.
Fessurazioni	anomalia grave	Formazione di lesioni che possono interessare una parte o l'intero spessore dell'elemento.
Macchie	anomalia lieve	Alterazione della superficie con sostanze macchianti che possono aderire e penetrare nel materiale.
Mancanza	anomalia grave	Caduta e perdita di elementi del solaio in seguito ad eventi traumatici.
Muffe biologiche	anomalia lieve	Distacco degli elementi tra di loro.
Crescita di vegetazione	anomalia lieve	Crescita di vegetazione (erba, licheni, muschi, ecc.) sulla superficie dell'elemento o su parte di essa.
Variazione di volume	anomalia grave	Aumento di volume dell'elemento e conseguente disgregazione, dovute generalmente ad assorbimento di acqua.
Variazione cromatica	anomalia lieve	Alterazione su aree piccole e/o estese di uno o più elementi che definiscono il colore. Comparsa di macchie e/o patine o comunque modificazione della pigmentazione della superficie. Opacizzazione del legno con conseguente perdita di lucentezza.

A 4.5. Controlli da effettuarsi sull'elemento

Sulle strutture di fondazione si devono eseguire i seguenti controlli:

- controllo dell'aspetto della superficie
- controllo dei danni dopo evento imprevedibile
- monitoraggio delle lesioni
- indagine ultrasonica
- prova sclerometrica

- controllo freccia massima
- carotaggio

Nella tabella seguente si riportano le caratteristiche peculiari dei singoli controlli:

Controllo	Tipologia	Frequenza	Esecutore	Descrizione	Risorse
Controllo dell'aspetto della superficie	a vista	1 anno	utente	Controllare il grado di usura della superficie e l'eventuale presenza di macchie, depositi superficiali, efflorescenze, bolle d'aria, insediamenti di microrganismi, croste, variazioni cromatiche.	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali
Controllo dei danni dopo evento imprevedibile	a vista	quando necessita	ditta specializzata	Controllare l'eventuale formazione di lesioni sul calcestruzzo e misurare la freccia delle strutture orizzontali ogni volta che si manifesti un evento non prevedibile (incendio, sisma, urto, cedimento fondazionale..)	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali
Monitoraggio delle lesioni	Ispezione strumentale	quando necessita	ditta specializzata	Monitorare il quadro fessurativo per individuare eventuali incrementi o decrementi dell'ampiezza delle fessure. Tale operazione può essere fatta in modo qualitativo, utilizzando delle "spie" in vetro che vengono applicate direttamente sulla superficie lesionata, oppure in modo quantitativo, utilizzando strumenti (fessurimetri, distanziometri, estensimetri) in grado di valutare spostamenti dell'ordine del decimo di millimetro.	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali Fessurimetri
indagine ultrasonica	Ispezione strumentale	5 anni	ditta specializzata	Individuare eventuali disomogeneità interne (fessurazioni, cavità) mediante la misurazione della velocità di propagazione di onde ultrasoniche all'interno del calcestruzzo.	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali Emettitore di ultrasuoni Ricevitore Oscilloscopio
Controllo freccia massima	Ispezione strumentale	5 anni	ditta specializzata	Controllare, con le apposite apparecchiature, che la freccia degli elementi inflessi sia minore di quella massima prevista dalle norme.	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali Flessimetro
Carotaggio	Ispezione strumentale	quando necessita	ditta specializzata	Prelevare campioni di calcestruzzo di diametro 10-15 cm per effettuare la verifica in laboratorio sulle principali caratteristiche statiche. Il prelievo deve essere fatto dove non può causare danni alla struttura e nel caso in cui le prove pacometriche e le misure sclerometriche evidenzino valori non conformi ai dati di progetto.	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali Carotatrice

A 4.6. Interventi da effettuarsi sull'elemento

Sulle strutture di fondazione a seconda delle necessità si potranno eseguire i seguenti interventi:

- pulizia della superficie

- applicazione di trattamenti consolidanti
- applicazione di trattamenti protettivi
- ripristino parti mancanti
- sostituzione dell'elemento
- rinforzo dell'elemento
- ripresa delle lesioni
- sigillatura delle lesioni passanti

L'elenco è puramente indicativo e ogni intervento verrà valutato adeguatamente in fase di progettazione dello stesso

Nella tabella seguente si riportano le caratteristiche peculiari dei singoli interventi:

Controllo	Frequenza	Esecutore	Descrizione	Risorse
Pulizia della superficie	5 anni	ditta specializzata Muratore	Rimozione, manuale o meccanica, del calcestruzzo ammalorato mediante spazzolatura, idrolavaggio, sabbatura a secco, idrosabbatura e successiva pulizia delle superfici per rimuovere tutto ciò che può nuocere all'adesione dei successivi trattamenti. La scelta della tecnica di pulizia dipende dal tipo di sostanza da rimuovere, dalle condizioni della superficie e dal tipo di finitura.	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali Sabbatrice Idrosabbatrice Spazzola meccanica Solventi
Applicazione di trattamenti consolidanti	5 anni	ditta specializzata	Trattamenti di riagggregazione profondi o superficiali. L'applicazione dei prodotti consolidanti si effettua a pennello o a spruzzo cercando di far penetrare il prodotto il più possibile in profondità senza annullare la porosità del materiale.	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali Resine siliciche Prodotti a base di silicati
Applicazione di trattamenti protettivi	5 anni	ditta specializzata	Impregnazione della superficie con prodotti idrorepellenti e antimacchia. Il trattamento va eseguito su superfici pulite e, se necessario, consolidate. Le caratteristiche dei prodotti da usare devono essere: impermeabilità all'acqua e ai gas aggressivi atmosferici, traspiranza al vapore, scarsa influenza sulle caratteristiche cromatiche del materiale.	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali Resine epossidiche (protettive) Soluzioni di resine siliciche (idrorepellenti) Prodotti di finitura
Ripristino parti mancanti	quando necessaria	ditta specializzata	Ricostruzione delle parti di calcestruzzo mancanti o rimosse con malta reoplastica a ritiro compensato. E' opportuno eseguire uno strato di ancoraggio tra il calcestruzzo vecchio e il materiale nuovo mediante l'applicazione a pennello di una boiacca ottenuta con resina epossidica e cemento.	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali Malta reoplastica a ritiro compensato Prodotti di finitura Inibitore di corrosione migrante per ferri d'armatura
Sostituzione dell'elemento	quando necessaria	ditta specializzata	Rifacimento parziale o totale dell'elemento gravemente danneggiato.	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali Vibratore Betoniera
Rinforzo dell'elemento	quando necessaria	ditta specializzata	Incremento della sezione resistente dell'elemento con metodi diversi, a seconda del degrado dell'elemento e della funzione che esso svolge all'interno della struttura.	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali
Ripresa delle lesioni	quando necessaria	ditta specializzata	Ripristino delle fessurazioni con malta cementizia specifica per impedire l'aggressione degli agenti atmosferici. A seconda che la lesione sia stabilizza-	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali

			ta o meno, si utilizza malta cementizia semplice o a ritiro compensato.	Malta cementizia specifica Macchine a spruzzo per applicazione Prodotti di finitura
Sigillatura delle lesioni passanti	quando necessaria	ditta specializzata	Ripristino della monoliticità della struttura con chiusura delle fessure mediante iniezione di resine epossidiche.	DPI Attrezzi manuali Opere provvisorie Tubetti di iniezione e sfiato Resina epossidica a consistenza di stucco Resina epossidica fluida Pompa pneumatica a bassa pressione

A 5. STRUTTURE IN ACCIAIO DI RINFORZO

A 5.1. Descrizione degli interventi

Gli elementi di rinforzo in acciaio riguardano i seguenti punti:

- Al piano terreno nella zona degli ex bagni al centro del solaio verrà realizzato un rompitratta con trave di sezione HEA 140 poggiante su muro di spina esistente e su nuovo pilastro HEA 140.
- Nel sottotetto destinato ad archivio nella parte di edificio più alto, in corrispondenza del pilastro centrale vengono poste n.2 saette in legno di tipo C24 collegate al pilastro centrale al colmo mediante piastre metalliche.
- Nel sottotetto del corpo est destinato ad archivio nella parte di edificio più alto, in corrispondenza dei pilastri di testata, vengono posti n.2 ritti in acciaio HEA 160 con n. 2 saette in acciaio IPE 120 collegate ai pilastri mediante saldatura continua eseguita in stabilimento ed al colmo in legno mediante piastre metalliche.
- Per il sottotetto del corpo est destinato ad archivio, realizzazione di n. 6 coppie di ritti angolari in acciaio, dotati di piastra di ancoraggio al solaio fissata sulle murature perimetrali tramite inghisaggio con pasta chimica tipo Hilti Hit 500 e di barre filettate dotate di bulloni di serraggio. Tali ritti saranno posizionati in corrispondenza dell'appoggio dei singoli puntoni. I 6 puntoni in legno oggetto di consolidamento saranno collegati alle 6 coppie di piastre tramite bulloni passanti ϕ 14.
- Per il sottotetto del corpo ovest, realizzazione di piastre in acciaio ad "elle" sp. 60 mm fissate in coppia sulle murature perimetrali in corrispondenza dell'appoggio dei puntoni centrali e dei puntoni di testata, tramite inghisaggio con pasta chimica tipo Hilti Hit 500 di barre filettate dotate di bulloni di serraggio. Ciascun puntone in legno sarà collegato alla coppia di piastre tramite n° 2 bulloni passanti ϕ 14.

A 5.2. Modalità d'uso corretta

I pilastri, le travi, le piastre e le giunzioni in acciaio sono elementi strutturali portanti che, una volta avvenuta la connessione tra i componenti dei vari collegamenti, sono progettati per resistere a fenomeni di pressoflessione, taglio e torsione nei confronti dei carichi trasmessi dalle varie parti della struttura e che assumono una configurazione deformata dipendente anche dalle condizioni di vincolo presenti alle loro estremità.

A 5.3. Requisiti prestazionali

Tali elementi strutturali devono sviluppare resistenza e stabilità nei confronti dei carichi e delle sollecitazioni come previsti dal progetto e contrastare l'insorgenza di eventuali deformazioni e cedimenti. Le caratteristiche dei materiali non devono essere inferiori a quanto stabilito nel progetto strutturale.

Per l'elemento sono richiesti i seguenti requisiti prestazionali:

- resistenza meccanica
- resistenza al fuoco
- resistenza agli agenti aggressivi
- resistenza al gelo

Requisito	Prestazioni	Livello minimo delle prestazioni
RESISTENZA MECCANICA: Le strutture di 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.).	Le strutture di elevazione, sotto l'effetto di carichi statici, dinamici e accidentali devono assicurare stabilità e resistenza.	Per i livelli minimi si rimanda alle prescrizioni di legge e di normative vigenti in materia. In particolare D.M. 17.1.2018 (Norme tecniche per le costruzioni) e la Circolare 2.2.2009, n.617 (Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14.1.2008).
RESISTENZA AL FUOCO La resistenza al fuoco rappresenta l'attitudine degli elementi che costituiscono le strutture a conservare, in un tempo determinato, la stabilità (R), la tenuta (E) e l'isolamento termico (I). Essa è intesa come il tempo necessario affinché la struttura raggiunga uno dei due stati limite di stabilità e di integrità, in corrispondenza dei quali non è più in grado sia di reagire ai carichi applicati sia di impedire la propagazione dell'incendio.	Gli elementi delle strutture di elevazione devono presentare una resistenza al fuoco (REI) non inferiore a quello determinabile in funzione del carico d'incendio, secondo le modalità specificate nel D.M. 9.3.2007.	In particolare gli elementi costruttivi delle strutture di elevazione devono avere la resistenza al fuoco indicata di seguito, espressa in termini di tempo entro il quale le strutture di elevazioni conservano stabilità, tenuta alla fiamma, ai fumi ed isolamento termico: - altezza antincendio (m): da 12 a 32 - Classe REI (min) = 60; - altezza antincendio (m): da oltre 32 a 80 - Classe REI (min) = 90; - altezza antincendio (m): oltre 80 - Classe REI (min) = 120.
RESISTENZA AGLI AGENTI AGGRESSIVI: Le strutture di elevazione non debbono subire dissoluzioni o disgregazioni e mutamenti di aspetto a causa dell'azione di agenti aggressivi chimici.	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.	Per i livelli minimi si rimanda alle prescrizioni di legge e di normative vigenti in materia. In particolare: D.M. 17.1.2018 (Norme tecniche per le costruzioni) e Circolare 2.2.2009, n.617 (Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14.1.2008).
RESISTENZA AL GELO: Le strutture di elevazione non dovranno subire disgregazioni e variazioni dimensionali e di aspetto in conseguenza della formazione di ghiaccio.	Le strutture di 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 la degradazione.	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.

A 5.4. Anomalie riscontrabili

L'elemento strutturale può essere soggetto alle seguenti principali anomalie:

- Bolle o screpolature
- Corrosione o presenza di ruggine
- Deformazioni o distorsioni
- Imbozzamenti locali
- Serraggio elementi giuntati
- Trattamenti ignifughi

Nella tabella seguente si riportano le caratteristiche peculiari delle diverse anomalie:

Anomalia	Valutazione	Descrizione
Bolle o screpolature	moderata	Presenza di bolle o screpolature dello strato protettivo superficiale con pericolo di corrosione e formazione di ruggine.
Corrosione o presenza di ruggine	grave	Presenza di zone corrose dalla ruggine, estese o localizzate anche in corrispondenza dei giunti e degli elementi di giunzione.
Deformazioni o distorsioni	grave	Presenza di evidenti ed eccessive variazioni geometriche e di forma dell'elemento strutturale e/o di locali distorsioni delle lamiere di metallo che costituiscono l'elemento stesso.
Imbozzamenti locali	grave	Fenomeno d'instabilità locale che si può presentare nelle lamiere metalliche costituenti un elemento strutturale in acciaio, le quali si instabilizzano fuori dal piano piegandosi e corrugandosi.
Serraggio elementi giuntati	grave	Perdita della forza di serraggio nei bulloni costituenti le giunzioni tra elementi in acciaio.
Trattamenti ignifughi	grave	Perdita della protezione e/o dei rivestimenti ignifughi.

A 5.5. Controlli da effettuarsi sull'elemento

Sulle strutture di fondazione si devono eseguire i seguenti controlli:

- Controllo a cura di personale specializzato
- Controllo a vista

Nella tabella seguente si riportano le caratteristiche peculiari dei singoli controlli:

Controllo	Tipologia	Frequenza	Esecutore	Descrizione	Risorse
Controllo a cura di personale specializzato	A vista e/o con l'ausilio di strumentazione idonea.	quando necessita	ditta specializzata	Controllo del livello di serraggio degli elementi costituenti le giunzioni. Verifica dell'integrità e della presenza di distorsioni e deformazioni eccessive nell'elemento strutturale, nonché della perpendicolarità della struttura.	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali Attrezzi specifici
Controllo a vista	a vista	quando necessita	utente	Esame dell'aspetto e del degrado dell'elemento strutturale e dei suoi eventuali strati protettivi. Controllo della presenza di possibili corrosioni dell'acciaio e di locali imbozzamenti.	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali

A 5.6. Interventi da effettuarsi sull'elemento

Sulle strutture di fondazione a seconda delle necessità si potranno eseguire i seguenti interventi:

- Applicazione prodotti protettivi
- Controllo e riapplicazione serraggio
- Intervento di rinforzo
- Pulizia delle superfici metalliche
- Sostituzione elementi giunzione
- Sostituzione elemento
- Trattamenti ignifughi

L'elenco è puramente indicativo e ogni intervento verrà valutato adeguatamente in fase di progettazione dello

stesso Nella tabella seguente si riportano le caratteristiche peculiari dei singoli interventi:

Controllo	Frequenza	Esecutore	Descrizione	Risorse
Applicazione prodotti protettivi	10 anni	ditta specializzata	Applicazione prodotti antiruggine con ripristino degli strati protettivi e/o passivanti, previa pulizia delle superfici da trattare.	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali Spazzole Vernici Solventi
Controllo e riapplicazione serraggio	Quando necessaria	ditta specializzata	Verifica ed eventualmente, riapplicazione delle forze di serraggio negli elementi giuntati.	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali
Intervento di rinforzo	Quando necessaria	ditta specializzata	Realizzazione di elementi di rinforzo con piastre e profili da aggiungere all'elemento strutturale indebolito anche attraverso l'applicazione di irrigidimenti longitudinali e/o trasversali per le lamiere imbozzate.	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali
Pulizia delle superfici metalliche	5 anni	ditta specializzata	Spazzolature, sabbiature ed in generale opere ed interventi di rimozione della ruggine, della vernice in fase di distacco o di sostanze estranee eventualmente presenti sulla superficie dell'elemento strutturale, da effettuarsi manualmente o con mezzi meccanici.	DPI Attrezzi manuali Spazzole Sabbiatriche
Sostituzione elementi giunzione	quando necessaria	ditta specializzata	Sostituzione degli elementi danneggiati facenti parte di una giunzione (lamiere, dadi, bulloni, rosette) con elementi della stessa classe e tipo.	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali
Sostituzione elemento	quando necessaria	ditta specializzata	Interventi di sostituzione dell'elemento o degli elementi eccessivamente deformati, danneggiati o usurati, considerando di sostituire anche i relativi collegamenti. Durante l'intervento si dovrà verificare e garantire la stabilità globale della struttura o dei singoli elementi che la costituiscono anche attraverso l'uso di opere provvisionali.	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali Altre attrezzature specifiche
Trattamenti ignifughi	quando necessaria	ditta specializzata	Trattamenti di rimozione e rifacimento del manto protettivo ignifugo danneggiato o ammalorato presente sulla superficie dell'elemento strutturale di acciaio.	DPI Attrezzi manuali Opere provvisionali

Torino, 21-12-2018

Il progettista delle strutture