

---

**COMUNE DI PAVIA**

---

**CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE  
SCUOLA LEONARDO DA VINCI  
Cod. Int. Inv. 030**

---

**PROGETTO DEFINITIVO  
ESECUTIVO**

---

**PIANO DI MANUTENZIONE**

---

**PROGETTISTA DELLE OPERE  
ING. GIANLUCA PIETRA**

Via C. Ferrini 71  
27100 Pavia  
T +39 0382 572084  
E [studio.studiopietra@gmail.com](mailto:studio.studiopietra@gmail.com)

**COLLABORATORI**  
Ing. Carezzi Dario  
Dott.ssa Castagnoli Lucrezia

---

**DICEMBRE 2017**

Il presente disegno non può essere riprodotto o divulgato a terzi senza il nostro consenso

# **PIANO DI MANUTENZIONE**

*(art. 38 D.P.R. 207/2010)*

## *Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti*

### **RELAZIONE INTRODUTTIVA**

Il presente Piano di Manutenzione, a corredo del progetto esecutivo, è redatto in conformità all'art. 38 del D.P.R. 207/2010.

Occorre tener presente che, per una corretta manutenzione di un'opera, è necessario partire da una pianificazione esaustiva e completa, che contempra sia l'opera nel suo insieme, sia tutti i componenti e gli elementi tecnici manutenibili; ed ecco pertanto la necessità di redigere, già in fase progettuale, un Piano di Manutenzione che possiamo definire dinamico in quanto deve seguire il manufatto in tutto il suo ciclo di vita.

Il ciclo di vita di un'opera, e dei suoi elementi tecnici manutenibili, viene definito dalla norma UNI 10839 come il "periodo di tempo, noto o ipotizzato, in cui il prodotto, qualora venga sottoposto ad una adeguata manutenzione, si presenta in grado di corrispondere alle funzioni per le quali è stato ideato, progettato e realizzato, permanendo all'aspetto in buone condizioni".

Il ciclo di vita degli elementi può essere rappresentato dalla curva del tasso di guasto, che come ormai noto a tutti i tecnici addetti alla manutenzione, è composta da tre tratti, a diverso andamento, tali da generare la classica forma detta "a vasca da bagno".

Nel diagramma rappresentativo in ordinata abbiamo il tasso di guasto, mentre in ascissa il tempo di vita utile:

- tratto iniziale: l'andamento della curva del tasso di guasto è discendente nel verso delle ascisse ad indicare una diminuzione del numero dei guasti, dovuti a errori di montaggio o di produzione, rispetto alla fase iniziale del funzionamento e/o impiego dell'elemento.
- tratto intermedio: l'andamento della curva del tasso di guasto è costante con il procedere delle ascisse ad indicare una funzionalità a regime ove il numero dei guasti subiti dall'elemento rientrano nella normalità in quanto determinati dall'utilizzo dell'elemento stesso.
- tratto terminale: l'andamento della curva del tasso di guasto è ascendente nel verso delle ascisse ad indicare un incremento del numero dei guasti, dovuti all'usura e al degrado subiti dall'elemento nel corso della sua vita utile.

La lettura della curva sopra descritta, applicata a ciascun elemento tecnico manutenibile, evidenzia che l'attenzione manutentiva deve essere rivolta sia verso il primo periodo di vita di ciascun elemento, in modo da individuare preventivamente eventuali degradi/guasti che possano comprometterne il corretto funzionamento a regime, sia verso la fase terminale della sua vita utile ove si ha il citato incremento dei degradi/guasti dovuti in particolar modo all'usura. Durante la fase di vita ordinaria dell'elemento una corretta attività manutentiva consente di utilizzare l'elemento stesso con rendimenti ottimali.

Si ritiene cosa utile allegare, di seguito, il testo dell'art. 38 del citato D.P.R. 207/2010.

#### **Art. 38. Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti**

1. Il piano di manutenzione è il documento complementare al progetto esecutivo che prevede, pianifica e programma, tenendo conto degli elaborati progettuali esecutivi effettivamente realizzati, l'attività di manutenzione dell'intervento al fine di mantenerne nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l'efficienza ed il valore economico.
2. Il piano di manutenzione assume contenuto differenziato in relazione all'importanza e alla specificità dell'intervento, ed è costituito dai seguenti documenti operativi, salvo diversa motivata indicazione del responsabile del procedimento:

- a) il manuale d'uso;
- b) il manuale di manutenzione;
- c) il programma di manutenzione.

3. Il manuale d'uso si riferisce all'uso delle parti significative del bene, ed in particolare degli impianti tecnologici. Il manuale contiene l'insieme delle informazioni atte a permettere all'utente di conoscere le modalità per la migliore utilizzazione del bene, nonché tutti gli elementi necessari per limitare quanto più possibile i danni derivanti da un'utilizzazione impropria, per consentire di eseguire tutte le operazioni atte alla sua conservazione che non richiedono conoscenze specialistiche e per riconoscere tempestivamente fenomeni di deterioramento anomalo al fine di sollecitare interventi specialistici.

4. Il manuale d'uso contiene le seguenti informazioni:

- a) la collocazione nell'intervento delle parti menzionate; b) la rappresentazione grafica;
- c) la descrizione;
- d) le modalità di uso corretto.

5. Il manuale di manutenzione si riferisce alla manutenzione delle parti significative del bene ed in particolare degli impianti tecnologici. Esso fornisce, in relazione alle diverse unità tecnologiche, alle caratteristiche dei materiali o dei componenti interessati, le indicazioni necessarie per la corretta manutenzione nonché per il ricorso ai centri di assistenza o di servizio.

6. Il manuale di manutenzione contiene le seguenti informazioni:

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

7. Il programma di manutenzione si realizza, a cadenze prefissate temporalmente o altrimenti prefissate, al fine di una corretta gestione del bene e delle sue parti nel corso degli anni. Esso si articola in tre sottoprogrammi:

- a) il sottoprogramma delle prestazioni, che prende in considerazione, per classe di requisito, le prestazioni fornite dal bene e dalle sue parti nel corso del suo ciclo di vita;
- b) il sottoprogramma dei controlli, che definisce il programma delle verifiche comprendenti, ove necessario, anche quelle geodetiche, topografiche e fotogrammetriche, al fine di rilevare il livello prestazionale (qualitativo e quantitativo) nei successivi momenti della vita del bene, individuando la dinamica della caduta delle prestazioni aventi come estremi il valore di collaudo e quello minimo di norma;
- c) 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 del bene.

8. In conformità di quanto disposto all'articolo 15, comma 4, il programma di manutenzione, il manuale d'uso ed il manuale di manutenzione redatti in fase di progettazione, in considerazione delle scelte effettuate dall'esecutore in sede di realizzazione dei lavori e delle eventuali varianti approvate dal direttore dei lavori, che ne ha verificato validità e rispondenza alle prescrizioni contrattuali, sono sottoposte a cura del direttore dei lavori medesimo al necessario aggiornamento, al fine di rendere disponibili, all'atto della consegna delle opere ultimate, tutte le informazioni necessarie sulle modalità per la relativa manutenzione e gestione di tutte le sue parti, delle attrezzature e degli impianti.

9. Il piano di manutenzione è redatto a corredo di tutti i progetti fatto salvo il potere di deroga del responsabile del procedimento, ai sensi dell'articolo 93, comma 2, del codice.

## **MANUALE D'USO**

## **SOLAI**

In un edificio il solaio è la struttura orizzontale che divide i vari piani ed è composto da una serie di strati funzionali che concorrono al suo comportamento globale. Il solaio, dal punto di vista strutturale, porta i carichi verticali (peso proprio e carichi di esercizio) e li ripartisce sulle strutture verticali avendo al contempo un'importante funzione di collegamento ed incatenamento delle pareti perimetrali. Dal punto di vista del benessere abitativo esso deve assicurare una soddisfacente coibenza, sia termica che acustica, e garantire una adeguata resistenza al fuoco. I solai sono strutture portanti a loro volta portate da muri o da travi: nella struttura del solaio si distinguono l'orditura principale, che ha funzione resistente ed è costituita principalmente da travi appoggiate sulle pareti o sulle travi, e l'orditura secondaria, costituita dagli elementi di collegamento fra le travi principali e che ha contemporaneamente funzione resistente e di riempimento.

### **MODALITA' D'USO**

Le modalità di uso corretto dell'unità tecnologica prevedono un controllo periodico della struttura al fine di verificare la presenza di eventuali fenomeni di degrado che possano pregiudicare la stabilità e la funzionalità del solaio stesso e degli elementi da esso portati.

## **STRUTTURA IN C.A.**

*Classe di unità tecnologica: PARTIZIONE ORIZZONTALE Unità tecnologica: SOLAI*

### **1. DESCRIZIONE DELL'ELEMENTO TECNICO MANUTENIBILE**

I solai monolitici in c.a. sono quelli che raggiungono le migliori condizioni di collegamento fra le strutture verticali portanti (sia muri che telai in c.a.) in conseguenza della monoliticità che li caratterizza. Questo tipo di solaio può essere realizzato con unica soletta di spessore uniforme oppure con una soletta più sottile irrigidita da nervature. La soluzione a soletta unica si utilizza su luci piccole e ambienti di forma regolare, mentre la soletta con nervature viene utilizzata quando la luce supera i 6-7 m. I solai monolitici, pur presentando notevoli vantaggi, hanno l'inconveniente del notevole peso e dell'elevata sonorità, per questo motivo trovano maggiore impiego negli edifici industriali.

### **2. COLLOCAZIONE DELL'ELEMENTO NELL'INTERVENTO**

Solaio di copertura della tettoia esistente lungo lato ovest del fabbricato

### **3. MODALITA' D'USO CORRETTA**

Le modalità di uso corretto dell'elemento prevedono un controllo periodico della struttura al fine di verificare la presenza di eventuali fenomeni di degrado che possano pregiudicare la stabilità e la funzionalità del solaio stesso e degli elementi da esso portati (tramezzi).

## **STRUTTURA IN ACCIAIO**

## **Travi in acciaio**

*Classe di unità tecnologica: CHIUSURA ORIZZONTALE Unità tecnologica: SOLAI*

Descrizione: Strutture orizzontali o inclinate in acciaio, costituite generalmente da profilati metallici presagomati o ottenuti per composizione saldata, aventi la funzione di trasferire i carichi dei piani della sovrastruttura agli elementi strutturali verticali.

Collocazione: Vedasi le tavole architettoniche e/o strutturali relative al progetto.

Modalità d'uso: Le travi 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.

Rappresentazione grafica: Vedi disegni esecutivi allegati.

Prestazioni: 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.

Tempo vita: 20

### **COLLOCAZIONE DELL'ELEMENTO NELL'INTERVENTO**

Nelle tre aree di cui all'intervento

### **MODALITA' D'USO CORRETTA**

Le parti strutturali devono essere periodicamente controllate al fine di valutare il loro stato di conservazione, verificando la presenza o meno di lesioni o altro degrado tale da compromettere la stabilità del manufatto o la sua finitura estetica.

## **STRUTTURA IN ACCIAIO**

*Classe di unità tecnologica: CHIUSURA ORIZZONTALE Unità tecnologica: COPERTURE INCLINATE*

### **DESCRIZIONE DELLE RISORSE NECESSARIE PER CONTROLLI ED INTERVENTI**

**[Controllo] Controllo dell'aspetto della superficie**

*RISORSE D'USO*

- Dispositivi di protezione individuale
- Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisionali

**[Controllo] Controllo dello stato dell'acciaio**

*RISORSE D'USO*

- Dispositivi di protezione individuale
- Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisionali

**[Controllo] Controllo della consistenza dell'acciaio**

*RISORSE D'USO*

- Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisionali
- Carotatrice

**[Controllo] Controllo dei giunti di collegamento**

*RISORSE D'USO*

- Dispositivi di protezione individuale
- Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisionali

**[Controllo] Controllo freccia massima**

*RISORSE D'USO*

- Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisionali
- Flessimetro

**[Controllo] Controllo strutturale dopo evento imprevedibile**

*RISORSE D'USO*

- Dispositivi di protezione individuale
- Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisionali

**[Intervento] Sostituzione dell'elemento previo puntellamento della struttura**

*RISORSE D'USO*

- Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisionali

#### **[Intervento] Sostituzione degli elementi del giunto**

##### *RISORSE D'USO*

- Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisionali
- Chiave dinamometrica
  
- Prodotto antiruggine

#### **[Intervento] Serraggio dei bulloni**

##### *RISORSE D'USO*

- Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisionali
- Chiave dinamometrica

#### **[Intervento] Pulizia della superficie**

##### *RISORSE D'USO*

- Dispositivi di protezione individuale
- Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisionali

#### **[Intervento] Ripristino parti mancanti**

##### *RISORSE D'USO*

- Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisionali
- Resine epossidiche

#### **[Intervento] Applicazione di trattamenti consolidanti**

##### *RISORSE D'USO*

- Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisionali
- Prodotto consolidante

#### **[Intervento] Applicazione di trattamenti protettivi**

##### *RISORSE D'USO*

- Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisionali
- Prodotto protettivo

#### **[Intervento] Rinforzo di un elemento in acciaio**

##### *RISORSE D'USO*

- Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisionali
- prodotti di passivazione

## **STRUTTURA IN C.A.**

*Classe di unità tecnologica: PARTIZIONE ORIZZONTALE Unità tecnologica: SOLAI*

### **DESCRIZIONE DELL'ELEMENTO TECNICO MANUTENIBILE**

I solai monolitici in c.a. sono quelli che raggiungono le migliori condizioni di collegamento fra le strutture verticali portanti (sia muri che telai in c.a.) in conseguenza della monoliticità che li caratterizza. Questo tipo di solaio può essere realizzato con unica soletta di spessore uniforme oppure con una soletta più sottile irrigidita da nervature. La soluzione a soletta unica si utilizza su luci piccole e ambienti di forma regolare, mentre la soletta con nervature viene utilizzata quando la luce supera i 6-7 m. I solai monolitici, pur presentando notevoli vantaggi, hanno l'inconveniente del notevole peso e dell'elevata sonorità, per questo motivo trovano maggiore impiego negli edifici industriali.

### **COLLOCAZIONE DELL'ELEMENTO NELL'INTERVENTO**

Soletta di tettoia esistente

### **DESCRIZIONE DELLE RISORSE NECESSARIE PER CONTROLLI ED INTERVENTI [Controllo] Controllo dell'aspetto della superficie**

#### *RISORSE D'USO*

- Dispositivi di protezione individuale
- Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisionali

**[Controllo] Controllo dello stato del calcestruzzo**

#### *RISORSE D'USO*

- Dispositivi di protezione individuale
- Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisionali

**[Controllo] Controllo dei danni dopo evento imprevedibile**

#### *RISORSE D'USO*

- Dispositivi di protezione individuale
- Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisionali

**[Controllo] Monitoraggio delle lesioni oggi già presenti e rilevanti**

#### *RISORSE D'USO*

- Fessurimetro/Distanziometro/Strain gages - Dispositivi di protezione individuale
- Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisionali

**[Controllo] Indagine ultrasonica**



*RISORSE D'USO*

- Emettitore di ultrasuoni
- Ricevitore
- Oscilloscopio
- Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune

- Opere provvisionali

**[Controllo] Prova sclerometrica**

*RISORSE D'USO*

- Sclerometro
- Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisionali

**[Controllo] Prova con pacometro**

*RISORSE D'USO*

- Pacometro
- Dispositivi di protezione individuale
- Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisionali

**[Controllo] Controllo della carbonatazione**

*RISORSE D'USO*

- Soluzione di fenoftaleina
- Dispositivi di protezione individuale
- Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisionali

**[Controllo] Controllo dell'ossidazione delle armature**

*RISORSE D'USO*

- Voltmetro ad alta impedenza
- Elettrodo di riferimento
- Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisionali

**[Controllo] Controllo freccia massima**

*RISORSE D'USO*

- Flessimetro
- Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisionali

**[Controllo] Carotaggio**

*RISORSE D'USO*

- Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisionali
- Carotatrice

**[Intervento] Sostituzione del solaio**

*RISORSE D'USO*

- Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisionali
- Vibratore
  
- Betoniera

**[Intervento] Pulizia della superficie**

*RISORSE D'USO*

- Sabbiatrice/Idrosabbiatrice/Spazzola meccanica - Solventi
- Dispositivi di protezione individuale
- Attrezzi manuali di uso comune
  
- Opere provvisionali

**[Intervento] Applicazione di trattamenti consolidanti**

*RISORSE D'USO*

- Resine siliconiche
  - Prodotti a base di silicati
  - Dispositivi di protezione individuale
  - Attrezzi manuali di uso comune
  - Opere provvisionali
- [Intervento] Applicazione di trattamenti protettivi**

*RISORSE D'USO*

- Resine epossidiche (protettive)
  - Soluzioni di resine siliconiche (idrorepellenti) - Prodotti di finitura
  - Dispositivi di protezione individuale
  - Attrezzi manuali di uso comune
  - Opere provvisionali
- [Intervento] Ripristino parti mancanti**

*RISORSE D'USO*

- Malta reoplastica a ritiro compensato
  - Prodotti di finitura
  - Inibitore di corrosione migrante per ferri d'armatura - Dispositivi di protezione individuale
  - Attrezzi manuali di uso comune
  - Opere provvisionali
- [Intervento] Risanamento delle armature**

*RISORSE D'USO*

- Resine epossidiche in soluzione acquosa - Malta modificata con inibitori di corrosione - Dispositivi di protezione individuale
  - Attrezzi manuali di uso comune
  - Opere provvisionali
- [Intervento] Rinforzo del solaio**

*RISORSE D'USO*

- Dispositivi di protezione individuale

- Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisionali
- Lamine in fibra di carbonio/Lastre in acciaio
- Adesivo epossidico/resina epossidica **[Intervento] Protezione catodica delle armature**

#### *RISORSE D'USO*

- Nastro conduttore in lega - Primer conduttivo
  - Rullo
  - Fonte elettrica
  - Fili di collegamento fra armature
  - Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune
  - Opere provvisionali
- [Intervento] Ripresa delle lesioni**

#### *RISORSE D'USO*

- Malta cementizia specifica
  - Macchine a spruzzo per applicazione
  - Prodotti di finitura
  - Dispositivi di protezione individuale
  - Attrezzi manuali di uso comune
  - Opere provvisionali
- [Intervento] Sigillatura delle lesioni passanti**

#### *RISORSE D'USO*

- Tubetti di iniezione e sfiato
  - Resina epossidica a consistenza di stucco
  - Resina epossidica fluida
  - Pompa pneumatica a bassa pressione
  - Dispositivi di protezione individuale
  - Attrezzi manuali di uso comune
  - Opere provvisionali
- [Intervento] Realizzazione di barriera al vapore**

#### *RISORSE D'USO*

- Dispositivi di protezione individuale
  - Attrezzi manuali di uso comune
  - Opere provvisionali
  - Fogli di barriera al vapore
- [Intervento] Realizzazione di protezione termica**

#### *RISORSE D'USO*

- Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune
- Opere provvisionali
- Fogli di isolante termico

### **LIVELLO MINIMO DELLE PRESTAZIONI PER I REQUISITI**

#### **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.

Livello minimo delle prestazioni

I livelli minimi di prestazione di un solaio possono riguardare il sovraccarico ammissibile in funzione della destinazione

d'uso dell'ambiente sovrastante, oppure la luce limite di esercizio. In ogni caso 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 (UNI ENV 1991-1/96; UNI ENV 1991-2-1/96; UNI ENV 1991-2-5/01) o alle prescrizioni italiane riportate nel D.M. 16.1.1996 e nella C.M. LL.PP. 4.07.1996 n.156AA/STC, mentre le prescrizioni e le limitazioni relative al calcolo, alla progettazione e all'esecuzione delle strutture sono riportate nella Legge 5 nov. 1971 n° 1086 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica" e nel decreto DM 9 gen. 1996 (parte 1). Inoltre esistono una serie di norme tecniche volontarie, costituite in particolar modo da norme europee, che riguardano principalmente la progettazione, ma

contengono anche indicazioni di tipo esecutivo: fra queste l'Eurocodice 2 "Progettazione delle strutture di calcestruzzo" (UNI ENV 1992-1-1/94; UNI ENV 1992-1-2/98; UNI ENV 1992-1-3/00; UNI ENV 1992-1-4/99; UNI ENV 1992-1-5/01; UNI ENV 1992-1-6/01).

### **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.

Livello minimo delle prestazioni

I livelli minimi di resistenza al fuoco richiesti ad ogni elemento costruttivo variano in funzione del tipo di edificio, come specificato nella tabella riportata nel D.M 30.11.1983:

- Abitazioni, conventi, palestre, edifici industriali monopiano Classe REI 30
- Caserme, bar, tipografie Classe REI 60
- Collegi, case per anziani, carceri, alberghi, uffici, ospedali, scuole, cinema, ristoranti, negozi Classe REI 90
- Supermercati, magazzini, Edifici industriali con prodotti infiammabili Classe REI 120

Ogni solaio può garantire una determinata resistenza al fuoco in funzione del suo spessore (vedi tabella relativa nella norma). I solai di aree a rischio come autorimesse, depositi di materiali combustibili, centrali termiche devono inoltre rispettare le normative in vigore per tali attività. In ogni caso la resistenza al fuoco delle strutture in c.a. può essere valutata con la C.M. 14.9.1961 n.91, che indica i metodi di prova sperimentali e gli spessori dei materiali protettivi idonei a garantire le varie resistenze R, oppure tramite un metodo analitico di calcolo riportato nella norma UNI 9502.

### **Anigroscopicità**

Capacità degli elementi di non essere soggetti a mutamenti di dimensione, comportamento e morfologia in seguito all'assorbimento e/o al contatto con acqua.

Livello minimo delle prestazioni

Le strutture dei solai non devono essere soggette a cambiamenti chimico- fisici, strutturali o funzionali nel caso in cui vengano a contatto o assorbano acqua piovana, di falda o marina. I livelli minimi prestazionali variano in funzione delle caratteristiche del materiale impiegato e dell'origine e composizione dell'acqua. Per caratterizzare il livello minimo di resistenza all'acqua di un'opera in cls si può riferire alla norma UNI 8981-3/99 "Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo - Istruzioni per ottenere la resistenza alle acque dilavanti" e alla norma UNI 8981-6/99 "Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo - Istruzioni per ottenere la resistenza all'acqua di mare". Entrambe le norme forniscono un criterio per valutare il grado di aggressività dell'acqua (mediante classi di aggressività) ed indica i provvedimenti da adottare per prevenire l'attacco o almeno ridurre i conseguenti effetti dannosi (utilizzo di calcestruzzo compatto e poco permeabile confezionato con una corretta combinazione dei seguenti fattori: composizione del calcestruzzo, tipo di cemento, ridotto rapporto acqua/cemento, dosaggio di cemento sufficientemente elevato, elevata lavorabilità ).

### **Resistenza agli agenti aggressivi**

Capacità di non subire gli effetti dovuti all'azione di agenti aggressivi chimici, quali disgregazioni e mutamenti di aspetto.

Livello minimo delle prestazioni

Le strutture dei solai 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 che suddivide il cls in classi, in funzione delle condizioni ambientali a cui è

esposto: la norma riporta per ciascuna classe lo spessore minimo del copriferro, il massimo rapporto acqua/cemento e il minimo dosaggio di cemento per la produzione e la posa in opera di cls durabili chimicamente.

### **Stabilità chimico-reattiva**

Capacità degli elementi di mantenere inalterate nel tempo le proprie caratteristiche chimico-fisiche.

Livello minimo delle prestazioni

I materiali utilizzati per la realizzazione delle strutture dei solai devono conservare inalterate nel tempo le proprie caratteristiche chimico-fisiche. I livelli minimi variano in funzione dei materiali impiegati e della loro compatibilità chimico-fisica stabilita dalle norme vigenti: in particolar 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.

### **Controllo della condensazione interstiziale**

Attitudine ad evitare la formazione di acqua di condensa all'interno degli elementi.

Livello minimo delle prestazioni

I valori minimi variano in funzione delle caratteristiche termiche dei materiali e del loro impiego e vengono calcolati sulla base delle norme UNI 10350 "Componenti edilizi e strutture edilizie - Prestazioni igrotermiche - Stima della temperatura superficiale interna per evitare umidità critica superficiale e valutazione del rischio di condensazione interstiziale"; UNI 10351 "Materiali da costruzione. Conduttività termica e permeabilità al vapore.". In ogni caso in seguito alle prove non si dovranno verificare condensazioni e macchie localizzate sull'interno.

### **Controllo della condensazione superficiale**

Attitudine ad evitare la formazione di condensa sulla superficie interna di solai posti fra ambienti caratterizzati da notevole differenza di temperatura (solai di sottotetto, solai su garage.).

Livello minimo delle prestazioni

La temperatura di rugiada varia in base alle condizioni di umidità relativa e di temperatura dell'aria interna del locale considerato. Nelle normali condizioni di progetto (temperatura interna  $T=20^{\circ}\text{C}$  e umidità relativa  $F\leq 70\%$ ) si considera una temperatura di rugiada di  $14^{\circ}\text{C}$ ; pertanto la temperatura dell'intradosso, in funzione dei materiali costituenti i vari strati, non deve essere minore di tale valore.

### **Assenza dell'emissione di sostanze nocive**

Attitudine a non emettere gas, vapori, polveri, particelle o radiazioni dannose per gli utenti, sia in condizioni normali d'esercizio, sia in condizioni critiche.

Livello minimo delle prestazioni

Per la concentrazione di sostanze nocive nell'aria ambiente si fa riferimento alle normative vigenti in materia; in particolare si riportano i livelli massimi di concentrazione di sostanze quali la formaldeide, il gas radon e le polveri: Eventuale presenza di formaldeide libera nell'aria in concentrazione  $< 0,1\text{ mg/m}^3$

Eventuale presenza di polveri nell'aria, in concentrazione  $< 0,1\text{ mg/m}^3$

Eventuale presenza di gas radon  $< 0,5\text{ mg/m}^3$

Per i livelli minimi prestazionali dei materiali da costruzione si fa riferimento alle norme UNI ENV 13419-1 "Prodotti da costruzione - Determinazione delle emissioni di composti organici volatili - Metodo in camera di prova di emissione"; UNI ENV 13419-2 "Prodotti da costruzione - Determinazione delle emissioni di composti organici volatili - Metodo in cella di prova di emissione"; UNI ENV 13419-3 "Prodotti da costruzione - Determinazione delle emissioni di composti organici volatili - Procedimento per il campionamento, l'immagazzinamento dei campioni e la preparazione dei provini".

### **ANOMALIE RISCONTRABILI Bollature**

*Valutazione: anomalia 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**

*Valutazione: anomalia lieve*

Fessurazioni capillari ramificate sulla superficie dell'elemento, dovute a un non corretto dosaggio del calcestruzzo.

### **Chiazze di umidità**

*Valutazione: anomalia grave*

Presenza di chiazze o zone di umidità, generalmente in aree dell'elemento in prossimità del terreno e/o delle opere fondazionali.

### **Deformazioni**

*Valutazione: 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.

### **Depositi**

*Valutazione: anomalia lieve*

Depositi sulla superficie dell'elemento di pulviscolo atmosferico o altro materiale estraneo (foglie, ramaglie, detriti, ecc.).

### **Disgregazioni**

*Valutazione: anomalia grave*

Disgregazioni delle superfici dell'elemento, con effetti di sgretolamenti e lacerazioni.

### **Distacco**

*Valutazione: anomalia grave*

Decoesione e conseguente caduta di parti di materiale.

### **Efflorescenze**

*Valutazione: anomalia lieve*

Fenomeni legati alla formazione cristallina di sali solubili sulla superficie dell'elemento, generalmente poco coerenti e con colore biancastro.

### **Erosione**

*Valutazione: anomalia lieve*

Degrado della superficie dovuto all'azione erosiva di agenti di natura chimica o biologica.

### **Mancanza di copriferro**

*Valutazione: anomalia grave*

Mancanza di calcestruzzo in corrispondenza dell'armatura con conseguente esposizione dei ferri a fenomeni di corrosione.

#### **Fessurazioni**

*Valutazione: anomalia 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**

*Valutazione: anomalia 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**

*Valutazione: anomalia 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**

*Valutazione: anomalia grave*

Macchie bruno-rossastre sulla superficie del calcestruzzo dovute alla corrosione dei ferri d'armatura.

#### **Muffe biologiche**

*Valutazione: anomalia lieve*

Deposito sottile costituito prevalentemente da microrganismi, che creano una patina di colore variabile aderente alla superficie.

#### **Nidi di ghiaia**

*Valutazione: anomalia 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**

*Valutazione: anomalia grave*

Aumento di volume dell'elemento e conseguente disgregazione, dovute all'attacco solfatico in ambiente marino oppure a cicli di gelo-disgelo.

#### **Scheggiature**

*Valutazione: anomalia lieve*

Scheggiatura dell'elemento con distacco ed allontanamento di porzioni di materiale soprattutto lungo i bordi e gli spigoli.

#### **Sfogliamento**

*Valutazione: anomalia lieve*

Disgregazione e sfaldamento degli strati superficiali dell'elemento, causato solitamente dagli effetti del gelo.

#### **Sgretolamento**

*Valutazione: anomalia grave*

Presenza di parti di calcestruzzo friabili e incoerenti.

## **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DIRETTAMENTE DALL'UTENTE**

### **CONTROLLI**

- Controllo dell'aspetto della superficie
- Controllo dello stato del calcestruzzo
- Controllo dei danni dopo evento imprevedibile

### **INTERVENTI**

Nessuno

## **MANUTENZIONI ESEGUIBILI A CURA DI PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **CONTROLLI**

- Monitoraggio delle lesioni - Indagine ultrasonica
- Prova sclerometrica
- Prova con pacometro
  
- Controllo della carbonatazione
- Controllo dell'ossidazione delle armature - Controllo freccia massima
- Carotaggio

### **INTERVENTI**

- Sostituzione del solaio
- Pulizia della superficie
- Applicazione di trattamenti consolidanti - Applicazione di trattamenti protettivi
- Ripristino parti mancanti
- Risanamento delle armature
- Rinforzo del solaio
- Protezione catodica delle armature
- Ripresa delle lesioni
- Sigillatura delle lesioni passanti
- Realizzazione di barriera al vapore
- Realizzazione di protezione termica



## **PROGRAMMA DI MANUTENZIONE**

SOTTOPROGRAMMA DEGLI INTERVENTI

*PIANO DI MANUTENZIONE (art. 38 D.P.R. 207/2010)*

### **SOLAI**

#### **Pulizia della superficie [Struttura in c.a.]**

*Frequenza: 5 anni*

Rimozione, manuale o meccanica, del calcestruzzo ammalorato mediante spazzolatura, idrolavaggio, sabbiatura a secco, idrosabbiatura 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.

Ditte incaricate dell'intervento

SPECIALIZZATI VARI MURATORE

#### **Applicazione di trattamenti consolidanti [Struttura in c.a.]**

*Frequenza: 5 anni*

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.

Ditte incaricate dell'intervento

SPECIALIZZATI VARI MURATORE

#### **Applicazione di trattamenti protettivi [Struttura in c.a.]**

*Frequenza: 5 anni*

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.

Ditte incaricate dell'intervento

SPECIALIZZATI VARI MURATORE

#### **Sostituzione del solaio [Struttura in c.a.]**

*Frequenza: quando necessita*

Rifacimento parziale o totale dell'elemento gravemente danneggiato. Ditte incaricate dell'intervento  
MURATORE

### **Ripristino parti mancanti [Struttura in c.a.]**

*Frequenza: quando necessita*

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 boiaccia ottenuta con resina epossidica e cemento.

Ditte incaricate dell'intervento

MURATORE

### **Risanamento delle armature [Struttura in c.a.]**

*Frequenza: quando necessita*

Eliminazione di ogni traccia di ossidazione e di altre impurità dai ferri di armatura e protezione con apposita vernice anticorrosiva.

Ditte incaricate dell'intervento

SPECIALIZZATI VARI

### **Rinforzo del solaio [Struttura in c.a.] Frequenza: quando necessita**

Incremento della sezione resistente degli elementi con metodi diversi, a seconda del degrado dell'elemento e della funzione che esso svolge all'interno della struttura. Per quello che riguarda le travi si può presentare la necessità di rinforzarle a flessione; ciò si può ottenere mediante l'impiego di lamine in fibra di carbonio incollate con adesivo epossidico sulla zona da rinforzare oppure mediante placcaggio di lastre di acciaio. Il placcaggio può essere per incollaggio diretto delle lastre con strato di adesivo epossidico (sistema "beton-plaque") oppure per iniezione di resina epossidica nello spazio lasciato appositamente tra calcestruzzo e camicia di acciaio (sistema del "cassero metallico"). Il rinforzo della sezione resistente a compressione delle travi ottiene mediante la realizzazione di un'armatura integrativa (rete metallica elettrosaldata o staffe e correnti) collegata a quella esistente e il getto entro casseri di malta cementizia colabile a ritiro compensato.

Ditte incaricate dell'intervento

MURATORE

### **Protezione catodica delle armature [Struttura in c.a.] Frequenza: quando necessita**

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.

Ditte incaricate dell'intervento

SPECIALIZZATI VARI

### **Ripresa delle lesioni [Struttura in c.a.] Frequenza: quando necessita**

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.

Ditte incaricate dell'intervento

MURATORE

### **Sigillatura delle lesioni passanti [Struttura in c.a.]**

*Frequenza: quando necessita*

Ripristino della monoliticità della struttura con chiusura delle fessure mediante iniezione di resine epossidiche.

Ditte incaricate dell'intervento

MURATORE

### **Realizzazione di barriera al vapore [Struttura in c.a.]**

*Frequenza: quando necessita*

Realizzazione di una barriera al vapore nei solai che ne sono sprovvisti e per i quali si rende necessaria, dato l'elevato rischio di condensa a cui sono esposti (solai fra ambienti con notevole differenza di temperatura).

Ditte incaricate dell'intervento

MURATORE

### **Realizzazione di protezione termica [Struttura in c.a.]**

*Frequenza: quando necessita*

Realizzazione di isolamento termico nei solai sprovvisti di tale protezione e per i quali si rende necessaria, dato l'elevato rischio di condensa a cui sono esposti (solai fra ambienti con notevole differenza di temperatura).

Ditte incaricate dell'intervento MURATORE

## **COPERTURE INCLINATE**

### **Pulizia del manto [Impermeabilizzazione con manti bituminosi]**

*Frequenza: 3 mesi*

Pulizia superficiale e degli elementi del manto con la rimozione di depositi vari, tra cui foglie, rami, materiali e detriti vari ed asportazione di eventuale crescita vegetazionale presente.

Ditte incaricate dell'intervento

INTERVENTO ESEGUIBILE DIRETTAMENTE DALL'UTENTE

### **Pulizia canali di gronda e bocchettoni [Canali di gronda e pluviali]**

*Frequenza: 3 mesi*

Pulizia dei canali di gronda, delle parafoglie e dei bocchettoni di raccolta, mediante la rimozione di eventuali depositi, l'asportazione di eventuale vegetazione presente al fine di non compromettere la funzionalità del sistema raccolta-smaltimento.

Ditte incaricate dell'intervento

INTERVENTO ESEGUIBILE DIRETTAMENTE DALL'UTENTE LATTONIERE

### **Pulizia [Manto in laterizio]**

*Frequenza: 4 mesi*

Pulizia contro la presenza di materiale depositato (rami, fogliame ecc.) o vegetazione presente e per la presenza eventuale di nidi.

INTERVENTO ESEGUIBILE DIRETTAMENTE DALL'UTENTE

### **Rinnovo delle finiture [Impermeabilizzazione con manti bituminosi]**

*Frequenza: 1 anno*

Rinnovo delle finiture superficiali mediante : verniciatura di manti non protetti; integrazione di ghiaia o terra; ripristino pavimentazioni; ripristino di asfalti.

Ditte incaricate dell'intervento  
IMPERMEABILIZZATORE – MURATORE

### **Ripristino delle condizioni di efficienza [Impermeabilizzazione con manti bituminosi]**

*Frequenza: 2 anni*

Ripristino delle condizioni di efficienza delle membrane mediante il rinnovo degli elementi di finitura (scossaline, gronde, bocchettoni, ecc.) degli elementi di fissaggio e ripristino dello smaltimento delle acque meteoriche mediante la rimozione di eventuali ostruzioni.

Ditte incaricate dell'intervento SPECIALIZZATI VARI

### **Sostituzione [Impermeabilizzazione con manti bituminosi]**

*Frequenza: 20 anni*

Sostituzione del manto impermeabile mediante l'applicazione di un nuovo manto, su tutta la superficie o su parte di essa, previo livellamento dell'elemento di supporto (che può essere anche il manto esistente).

Ditte incaricate dell'intervento

IMPERMEABILIZZATORE SPECIALIZZATI VARI

### **Rinnovo canali di gronda e pluviali [Canali di gronda e pluviali]**

*Frequenza: 20 anni*

Rinnovo dei canali di gronda e dei pluviali, compresi gli elementi di corredo quali : bocchettoni di raccolta, converse, volute, ecc. mediante l'utilizzo di materiale uguale a quello originario e suo fissaggio.

Ditte incaricate dell'intervento

## **Rinnovo elementi di fissaggio [Canali di gronda e pluviali]**

*Frequenza: quando necessita*

Rinnovo degli elementi di fissaggio (staffe, collari, ecc.) mediante l'utilizzo di materiale uguale a quello originario e suo fissaggio.

Ditte incaricate dell'intervento LATTONIERE