

## INDICE

1.	PREMESSA .....	2
2.	MANUALE D’USO E DI MANUTENZIONE .....	3
2.1	STRUTTURE DI FONDAZIONE DIRETTE .....	3
2.1.1	Fondazioni discontinue a plinti isolati.....	3
2.2	STRUTTURE DI ELEVAZIONI VERTICALI, ORIZZONTALI ED INCLINATE .....	11
2.2.1	Strutture a telaio .....	11
2.2.2	Struttura in acciaio.....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
2.2.3	Struttura in legno massiccio (coperture).....	27
2.2.4	Struttura in legno lamellare .....	34
2.3	SOLAI, BALCONI E PASSERELLE.....	41
2.3.1	Soletta piena .....	41
2.3.2	Solai in lamiera grecata .....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
2.3.3	Passerelle in legno .....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
2.4	SCALE E PARAPETTI .....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
2.4.1	Scale struttura in acciaio.....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
2.4.2	Gradini.....	57
2.4.3	Parapetto .....	64
2.5	RIVESTIMENTI PER COPERTURE INCLINATE .....	71
2.5.1	Manto di copertura in tegole.....	71
2.5.2	Manto di copertura in lastre preverniciate.....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>

---

## **1. PREMESSA**

Il presente manuale d’uso e manutenzione si pone quale obiettivo, quello di prevedere e pianificare l’attività di manutenzione relativamente alle opere previste negli elaborati progettuali esecutivi, al fine di mantenerne nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l’efficienza ed il valore economico.

Le opere sono inerenti la nuova costruzione dell’edificio sito in Moncalieri, Via Saluzzo 18.

Per quanto sopra, saranno oggetto del presente manuale d’uso e manutenzione:

- opere in c.a.(fondazioni a plinti isolati, solai e setti vani corsa ascensori);
- strutture in acciaio;
- strutture in legno;
- rivestimento per coperture;

Per ogni unità tecnologica (vedi punti precedenti) saranno riportate:

- le caratteristiche architettoniche, strutturali ed impiantistiche;
  - le normative applicabili allo specifico settore;
  - le risorse necessarie per l’intervento manutentivo;
  - i requisiti prestazionali richiesti;
  - le anomalie riscontrabili;
  - i controlli e gli eventuali interventi da eseguire.
-

## 2. MANUALE D’USO E DI MANUTENZIONE

### 2.1 STRUTTURE DI FONDAZIONE DIRETTE

#### 2.1.1 Fondazioni discontinue a plinti isolati e a travi rovesce

Descrizione	La fondazione su plinti e/o a travi rovesce viene utilizzata per edifici a struttura in c.a. o in acciaio quando il terreno resistente è poco profondo e ha una resistenza tale da consentire la ripartizione del carico concentrato trasmesso dai pilastri su una ristretta superficie. I plinti o le travi rovesce per le strutture in c.a. hanno forma parallelepipedica o tronco-piramidale e possono essere armati oppure no (è comunque prevista un’armatura di ferri di piccolo diametro alla base del plinto inerte) mentre per le strutture in acciaio si utilizzano plinti formati da una parte in acciaio, collegata al pilastro (piastra di base), e da una parte in cls, armato o no, poggiante sul terreno (dado). Viene realizzato, sotto la fondazione, uno strato (solitamente di 10 cm) di magrone, realizzato con cls a basso dosaggio, per livellare il piano di appoggio e per evitare il contatto fra l’armatura e il suolo.
Norme legislative specifiche	Legge 5.11.1971 n.1086 Legge 2.2.1974 n.64 D.M. 3.3.1975 D.M. 27.7.1985 D.M.24.1.1986 D.M. 16.1.1996 D.M. 14.01.2008 D.M. 11.3.1988
Modalità d'uso corretto	Per i plinti e le travi rovesce, quale modalità d'uso corretta, occorre che venga periodicamente verificato lo stato di conservazione del manufatto, verificando se siano presenti o meno lesioni sulle strutture in elevazione, riconducibili a fenomeni interessanti le fondazioni (rotazioni, cedimenti, ecc.), o altro indicatore dello stato di conservazione delle condizioni originarie dell’opera.

#### 2.1.1.1 *Requisiti / Prestazioni*

##### *Resistenza agli agenti chimici e biologici*

###### Stabilità chimico-reattiva

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

###### *Principali requisiti / prestazioni*

Le strutture di fondazione devono essere realizzate con materiali che conservino inalterate nel tempo le proprie caratteristiche chimico-fisiche. A tal fine occorre tener conto degli eventuali fenomeni chimico-fisici che possono svilupparsi tra i diversi materiali a contatto.

###### *Livelli minimi ammissibili*

I materiali utilizzati per la realizzazione delle strutture di fondazione 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.

#### Resistenza agli agenti aggressivi

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

##### *Principali requisiti / prestazioni*

Le strutture di fondazione devono conservare nel tempo le proprie caratteristiche senza subire dissoluzioni, disgregazioni o mutamenti di aspetto sotto l'azione di agenti aggressivi presenti in ambiente (anidride carbonica, solfati, ecc.). In particolar modo le strutture esposte ad atmosfere marine e ad attacchi aggressivi dovuti a solfati devono essere costruite con calcestruzzi confezionati con il corretto dosaggio.

##### *Livelli minimi ammissibili*

Le strutture di fondazione 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 solcatici 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.

#### Resistenza agli attacchi biologici

Capacità degli elementi di non subire riduzioni di prestazioni causate dalla presenza di animali, di vegetali o di microrganismi.

##### *Principali requisiti / prestazioni*

Le strutture di fondazione, in presenza di organismi viventi quali alghe, muschi, batteri, insetti non devono perdere le prestazioni e le caratteristiche iniziali. In particolare deve essere evitata la crescita di piante infestanti le cui radici sono in grado di insinuarsi in profondità danneggiando i giunti e aprendo vie di accesso ad altri agenti di degrado.

##### *Livelli minimi ammissibili*

I livelli minimi variano in funzione dei materiali utilizzati, del loro impiego e del tipo di agente biologico.

---

### ***Resistenza meccanica***

#### 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.

#### *Principali requisiti / prestazioni*

Le strutture di fondazione 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.

#### *Livelli minimi ammissibili*

Le strutture di fondazione devono garantire stabilità e resistenza sotto l'effetto dei carichi provenienti dalle strutture di elevazione; i livelli minimi prestazionali devono essere ricavati dalle leggi e dalle normative vigenti in materia di progettazione, esecuzione e collaudo delle opere di fondazione. Per quanto riguarda il calcolo ed il dimensionamento delle strutture, i relativi materiali, i procedimenti e metodi costruttivi si rimanda alle vigenti norme specifiche e in particolare alle norme emanate in applicazione della legge 5 novembre 1971, n. 1086 e della legge 2 febbraio 1974, n. 64. Si fa riferimento principalmente al Decreto 11 marzo 1988 del M.ro LLPP "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" ed alla relativa Circolare 24 settembre 1988 n°30483 del M.ro LLPP. Inoltre esistono una serie di norme tecniche volontarie, costituite in particolar modo da norme europee, che riguardano soprattutto la progettazione geotecnica, ma contengono anche indicazioni di tipo esecutivo: fra queste l'Eurocodice 7 (UNI ENV 1997/97) fornisce i criteri per calcolare le azioni originate dal terreno, gli aspetti esecutivi ed indica la qualità dei materiali e dei prodotti che devono essere adottati per soddisfare le prescrizioni di progetto.

### ***Resistenza nei confronti dell'ambiente esterno***

#### Resistenza al gelo

Capacità di non subire gli effetti dovuti alla formazione di ghiaccio, quali disgregazioni o mutamenti di aspetto e dimensione.

#### *Principali requisiti / prestazioni*

Le strutture di fondazione in calcestruzzo, se sottoposte a cicli di gelo e disgelo, devono conservare inalterate nel tempo le proprie caratteristiche strutturali.

#### *Livelli minimi ammissibili*

Le strutture di fondazione non devono subire disgregazioni e mutamenti di aspetto o dimensione a causa della formazione di ghiaccio. I livelli minimi prestazionali possono essere definiti facendo riferimento alla normativa UNI. In particolare per quello che riguarda il calcestruzzo la norma UNI 8981-4/99 indica i provvedimenti da adottare, in fase di confezionamento, per prevenire l'attacco del gelo (utilizzo di additivi aeranti, impiego di aggregati non gelivi, riduzione del rapporto acqua/cemento) mentre la norma UNI 7087/82 definisce le modalità per determinare la resistenza al gelo su provini, confezionati in laboratorio o ricavati da cls già indurito, sottoposti a cicli alternati di gelo e disgelo: la degradazione del provino di calcestruzzo viene valutata osservando le variazioni del modulo elastico, della lunghezza e della massa.

---

#### Anigroscopicità

Capacità delle strutture di fondazione di non subire mutamenti di dimensione, comportamento e morfologia in seguito all'assorbimento di acqua.

##### *Principali requisiti / prestazioni*

Le strutture di fondazione devono conservare inalterate le proprie caratteristiche chimiche, fisiche, strutturali e funzionali nel caso in cui vengano a contatto con acqua piovana, di falda o marina.

##### *Livelli minimi ammissibili*

Le strutture di contenimento 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).

### **2.1.1.2 Anomalie Ricontrabili**

#### Cedimento

Cedimento della struttura di fondazione che si manifesta sugli elementi delle strutture di elevazione e delle chiusure con famiglie di lesioni.

Lesioni che possono assumere forme diverse a seconda del tipo di cedimento: se il cedimento interessa solo una parte di fabbricato le lesioni iniziano dalla mezzeria della parete verticale e si sviluppano a 45° in direzioni opposte, mentre se il cedimento interessa la maggior parte della struttura le lesioni hanno andamento verticale e si sviluppano in corrispondenza dei bordi e della mezzeria del cedimento.

#### Rotazione

Rotazione del piano di fondazione della struttura attorno ad un punto che si manifesta sugli elementi delle strutture di elevazione e delle chiusure con lesioni verticali in corrispondenza del punto di rotazione.

#### Rottura

Rottura degli elementi di fondazione dovuta a cedimenti differenziali del terreno oppure ad eccessive sollecitazioni provenienti dalle strutture di elevazione.

---

Lesione e/o fessurazione

Presenza di lesioni e/o fessurazioni sugli elementi di fondazione con o senza spostamento delle parti.

Umidità dovuta a risalita capillare

Presenza di umidità sulle pareti del fabbricato dovuta a risalita capillare di acqua attraverso le strutture di fondazione.

Mancanza di copriferro

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

### 2.1.1.3 *Controlli eseguibili dall'utente*

Controllo dello stato delle strutture

Controllare, dove possibile, l'integrità delle strutture di fondazione con riferimento alla presenza di rotture, lesioni e/o fessurazioni.

<i>Tipologia controllo</i>	Controllo a vista
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisionali
<i>Frequenza</i>	Annuale

Controllo della verticalità dell'edificio

Controllare, con le apposite apparecchiature, che non ci siano fuori piombo significativi della struttura portante sovrastante.

<i>Tipologia controllo</i>	Ispezione con apparecchiature
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Filo a piombo - Opere provvisionali
<i>Frequenza</i>	Quando necessario

Controllo dei danni dopo evento imprevedibile

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..)

<i>Tipologia controllo</i>	Controllo a vista
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisionali
<i>Frequenza</i>	Quando necessario

---

#### 2.1.1.4 Controlli eseguibili da personale specializzato

##### Controllo delle caratteristiche del terreno

Esaminare le caratteristiche di portanza del terreno mediante prove in sito (prove penetrometriche, installazione di piezometri, inclinometri..) o prove di laboratorio (prove edometriche, classificazione granulometrica..).

<i>Tipo controllo</i>	Controllo con apparecchiature
<i>Categoria specialista</i>	Tecnici di settore
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Penetrometro - Scissometro - Piezometro - Inclinometro - Geofono - Opere provvisionali
<i>Frequenza</i>	Quando necessario

##### Prova sclerometrica

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.

<i>Tipo controllo</i>	Controllo con apparecchiature
<i>Categoria specialista</i>	Tecnici di settore
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Sclerometro - Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisionali
<i>Frequenza</i>	Quinquennale

##### Prova con pacometro

Individuare la posizione delle armature e lo spessore del copriferro mediante l'utilizzo di strumenti basati su fenomeni elettromagnetici.

<i>Tipo controllo</i>	Controllo con apparecchiature
<i>Categoria specialista</i>	Tecnici di settore
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Pacometro - Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisionali
<i>Frequenza</i>	Quinquennale

---

#### Controllo della carbonatazione

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.

<i>Tipo controllo</i>	Controllo con apparecchiature
<i>Categoria specialista</i>	Tecnici di settore
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Soluzione di fenoftaleina - Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisionali
<i>Frequenza</i>	Quinquennale

#### Controllo dell'ossidazione delle armature

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.

<i>Tipo controllo</i>	Controllo con apparecchiature
<i>Categoria specialista</i>	Tecnici di settore
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Voltmetro ad alta impedenza - Elettrodo di riferimento - Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisionali
<i>Frequenza</i>	Quinquennale

#### Carotaggio

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.

<i>Tipo controllo</i>	Controllo con apparecchiature
<i>Categoria specialista</i>	Tecnici di settore
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Carotatrice - Opere provvisionali
<i>Frequenza</i>	Quando necessario

### **2.1.1.5 Interventi eseguibili da personale specializzato**

#### Iniezione con malte o resine

Iniezioni delle travi con malte cementizie o con miscele di resine epossidiche, quando il difetto è attribuibile al solo cls e le armature risultano sufficienti.

<i>Tipo controllo</i>	Riparazione
<i>Categoria specialista</i>	Muratore

---

<i>Risorse strumentali richieste</i>	- 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
<i>Frequenza</i>	Quando necessario

#### Costruzione di sottofondazioni

Costruzione di una sottofondazione a causa della insufficiente portanza della fondazione esistente. La sottofondazione delle travi viene effettuata mediante pali o micropali infissi al di sotto della preesistente fondazione e collegati in sommità da un cordolo continuo.

<i>Tipo controllo</i>	Costruzione
<i>Categoria specialista</i>	Muratore
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Autobetoniera/Betoniera - Escavatore - Automezzo - Piegaferro - Sega circolare
<i>Frequenza</i>	Quando necessario

#### Consolidamento del terreno

Miglioramento delle capacità portanti utilizzando metodi diversi in funzione del tipo di terreno (iniezioni di consolidamento, vibroflottazione...)

<i>Tipo controllo</i>	Consolidamento
<i>Categoria specialista</i>	Specializzati vari
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Rullo costipatore - Vibroflottatrice - Resine
<i>Frequenza</i>	Quando necessario

#### Costruzione di nuove fondazioni

Costruzione di nuove fondazioni autonome per distribuire sul terreno una eventuale concentrazione anormale di carico.

<i>Tipo controllo</i>	Costruzione
<i>Categoria specialista</i>	Muratore
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Autobetoniera/Betoniera - Escavatore - Automezzo - Piegaferro - Sega circolare
<i>Frequenza</i>	Quando necessario

---

## 2.2 STRUTTURE DI ELEVAZIONI VERTICALI, ORIZZONTALI ED INCLINATE

### 2.2.1 Strutture a telaio

Descrizione	le strutture verticali in cemento armato sono costituite dagli elementi tecnici (pilastri o setti) aventi funzione di sostenere i carichi agenti sul sistema edilizio e di trasmetterli alle strutture di fondazione.
Norme legislative specifiche	Legge 5.11.1971 n.1086 Legge 2.2.1974 n.64 D.M. 3.3.1975 D.M. 27.7.1985 D.M.24.1.1986 D.M. 16.1.1996 D.M. 14.01.2008 D.M. 30.11.1983 D.M. 16.5.1987 D.M. 26.08.1992
Modalità d'uso corretto	Per le strutture verticali, 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.

#### 2.2.1.1 *Requisiti / Prestazioni*

##### *Fruibilità*

##### Attrezzabilità

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

*Principali requisiti / prestazioni* Le pareti devono consentire l'inserimento di attrezzature (corpi illuminanti, impianti, tubazioni, ecc.) e arredi attraverso semplici manovre di installazione e devono essere in grado di sopportare eventuali carichi appesi.

*Livelli minimi ammissibili* I livelli minimi vengono determinati con prove in laboratorio o in sito in modo da riprodurre le eventuali sollecitazioni cui le pareti possono essere sottoposte: in particolare la parete esterna deve avere una resistenza ai carichi sospesi non inferiore a 1 Kn, nel caso di carichi concentrati su mensole, e 2 kN/mq nel caso di carichi distribuiti.

##### *Adattabilità delle finiture*

##### Regolarità geometrica

Capacità di soddisfare le esigenze estetiche e funzionali di planarità e assenza di difetti superficiali.

*Principali requisiti / prestazioni* Le strutture di elevazione non devono presentare macchie, gobbe, crateri, fessure, distacchi, scostamenti locali dal piano teorico.

---

*Livelli minimi ammissibili*

I livelli minimi variano in funzione delle esigenze, delle caratteristiche e dell'importanza dell'opera.

***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.

*Principali requisiti / prestazioni*

Le strutture di elevazione devono conservare nel tempo le proprie caratteristiche senza subire dissoluzioni, disgregazioni o mutamenti di aspetto sotto l'azione di agenti aggressivi presenti in ambiente (anidride carbonica, solfati, ecc.). In particolar modo le strutture esposte ad atmosfere marine e ad attacchi aggressivi dovuti a solfati devono essere costruite con calcestruzzi confezionati con il corretto dosaggio.

*Livelli minimi ammissibili*

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 solcatici 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.

Resistenza agli attacchi biologici

Capacità degli elementi di non subire riduzioni di prestazioni causate dalla presenza di animali, di vegetali o di microrganismi.

*Principali requisiti / prestazioni*

Gli elementi che costituiscono le strutture di elevazione in presenza di organismi viventi quali alghe, muschi, batteri, insetti non devono perdere le prestazioni e le caratteristiche iniziali. In particolare deve essere evitata la crescita di piante infestanti le cui radici sono in grado di insinuarsi in profondità danneggiando i giunti e aprendo vie di accesso ad altri agenti di degrado.

*Livelli minimi ammissibili*

I livelli minimi variano in funzione dei materiali utilizzati, del loro impiego e del tipo di agente biologico. In ogni caso occorre garantire, soprattutto sulle costruzioni meno recenti, una adeguata pulizia e una protezione con prodotti che contrastino efficacemente lo sviluppo della vegetazione.

Stabilità chimico-reattiva

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

*Principali requisiti / prestazioni*

Le strutture di elevazione devono essere realizzate con materiali che conservino inalterate nel tempo le proprie caratteristiche chimico-fisiche. A tal fine occorre tener conto degli eventuali fenomeni chimico-fisici che possono svilupparsi tra i diversi materiali a contatto.

---

*Livelli minimi ammissibili*

I materiali utilizzati per la realizzazione delle strutture di elevazione 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.

***Resistenza meccanica***

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.

*Principali requisiti / prestazioni*

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.

*Livelli minimi ammissibili*

Le strutture di elevazione devono garantire stabilità e resistenza sotto l'effetto di qualsiasi carico ad esse applicato; per quello che riguarda 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 (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 questa 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 nei confronti dell'ambiente esterno***

Anigrosopicità

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

*Principali requisiti / prestazioni*

Gli elementi costruttivi delle strutture in elevazione in c.a. devono conservare inalterate le proprie caratteristiche chimiche, fisiche, strutturali e funzionali nel caso in cui vengano a contatto con acqua piovana, di falda o marina.

---

*Livelli minimi ammissibili*

Le strutture di elevazione 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 al gelo

Capacità di non subire gli effetti dovuti alla formazione di ghiaccio, quali disgregazioni o mutamenti di aspetto e dimensione.

*Principali requisiti / prestazioni*

Le strutture di elevazione in calcestruzzo, se sottoposte a cicli di gelo e disgelo, devono conservare inalterate nel tempo le proprie caratteristiche strutturali.

*Livelli minimi ammissibili*

Le strutture di elevazione non devono subire disgregazioni e mutamenti di aspetto o dimensione a causa della formazione di ghiaccio. I livelli minimi prestazionali possono essere definiti facendo riferimento alla normativa UNI. In particolare per quello che riguarda il calcestruzzo la norma UNI 8981-4/99 indica i provvedimenti da adottare, in fase di confezionamento, per prevenire l'attacco del gelo (utilizzo di additivi aeranti, impiego di aggregati non gelivi, riduzione del rapporto acqua/cemento) mentre la norma UNI 7087/82 definisce le modalità per determinare la resistenza al gelo su provini, confezionati in laboratorio o ricavati da cls già indurito, sottoposti a cicli alternati di gelo e disgelo: la degradazione del provino di calcestruzzo viene valutata osservando le variazioni del modulo elastico, della lunghezza e della massa.

***Salvaguardia dell'ambiente***

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.

*Principali requisiti / prestazioni*

I materiali costituenti la parete non devono produrre sostanze nocive (chimiche, fisiche e biologiche) sotto forma di gas, polveri o fumi sia in condizioni normali sia in caso di incendio o impregnazione d'acqua. In particolare essi non devono contenere amianto in nessuna percentuale ed avere basse concentrazioni di formaldeide.

---

*Livelli minimi ammissibili*

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  $< 0,1$  mg/m<sup>3</sup>

Eventuale presenza di polveri nell'aria, in concentrazione  $< 0,1$  mg/m<sup>3</sup>

Eventuale presenza di gas radon  $< 0,5$  mg/m<sup>3</sup>

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".

***Sicurezza in caso d'incendio***

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.

*Principali requisiti / prestazioni*

La resistenza al fuoco delle strutture perimetrali dipende principalmente dallo spessore e dall'altezza della parete. In ogni caso le pareti perimetrali, 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 (C.M. dell'Interno 14.9.1961 n.91). La prestazione richiesta (indice REI, D.M 30.12.1993) per il tempo determinato (da 15 a 180 minuti primi) è data dalla combinazione:

R (stabilità) : attitudine a conservare la resistenza meccanica;

E (tenuta) :attitudine a non produrre e a non consentire il passaggio di vapori, fiamme e gas sul lato non esposto;

I (isolamento) : attitudine a contenere entro un determinato limite (150) la temperatura sul lato non esposto.

Inoltre esistono norme specifiche che riguardano la resistenza al fuoco delle pareti perimetrali di aree a rischio, come autorimesse, centrali termiche, depositi di materiali combustibili, nelle quali sono riportate una serie di limitazioni e disposizioni da rispettare.

*Livelli minimi ammissibili*

I livelli minimi di resistenza al fuoco per le pareti perimetrali sono riportati nella tabella della Circ.Min.Int. n.91. In tale tabella i valori dell'indice REI sono riferiti all'altezza antincendio dell'edificio, ossia all'altezza massima misurata dal livello inferiore dell'apertura più alta dell'ultimo piano al livello del piano più basso.

REI = 60 Altezza antincendio 12 m  $<H < 32$  m

REI = 120 Altezza antincendio 32 m  $<H < 80$  m

REI = 180 Altezza antincendio  $H > 80$  m

I valori di resistenza al fuoco di una parete perimetrale si valutano con una prova di laboratorio secondo la norma UNI 7678 oppure si possono dedurre dalla tabella 2 della C.M. dell'Interno 14.9.1961 n.91, dove sono indicate alcune categorie di pareti alle quali, in funzione dello spessore e del tipo di rivestimento protettivo adottato, viene assegnata una determinata classe di resistenza al fuoco.

---

### ***Termici ed igrotermici***

#### Controllo della condensazione interstiziale

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

##### *Principali requisiti / prestazioni*

I materiali costituenti le pareti devono limitare ed impedire la formazione di condensa all'interno per garantire il benessere igrotermico degli utenti. In ogni punto della parete, sia sulla superficie che all'interno di essa, la pressione parziale del vapor d'acqua  $P_v$  deve essere inferiore alla corrispondente pressione di saturazione  $P_s$ . La prestazione di una parete si valuta mediante un procedimento di calcolo specificato nella norma UNI 10350 oppure con una prova di laboratorio mediante cicli successivi di condensazione ed evaporazione.

##### *Livelli minimi ammissibili*

*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 delle pareti.

##### *Principali requisiti / prestazioni*

I materiali costituenti le pareti devono limitare ed impedire la formazione di condensa per garantire il benessere igrotermico degli utenti. A tal fine è necessario che la temperatura superficiale interna delle pareti sia maggiore o uguale alla temperatura di rugiada del locale preso in esame. La prestazione di una parete si valuta mediante un procedimento di calcolo specificato nella norma UNI 10350 oppure con una prova di laboratorio mediante cicli successivi di condensazione ed evaporazione.

##### *Livelli minimi ammissibili*

I livelli minimi sono legati al valore della temperatura di rugiada che 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 interna della parete, in funzione dei materiali costituenti i vari strati, non deve essere minore di tale valore.

#### Controllo dell'inerzia termica

Capacità degli elementi di ridurre il peso delle variazioni della temperatura esterna sull'ambiente interno.

##### *Principali requisiti / prestazioni*

L'inerzia termica esprime la capacità di un edificio di accumulare calore e di rimetterlo successivamente in corrispondenza di una variazione di temperatura. Ogni elemento contribuisce all'inerzia termica totale dell'edificio, in particolare le prestazioni relative all'inerzia termica di una parete sono valutabili mediante il calcolo dei fattori di smorzamento e sfasamento, mediante prove di laboratorio oppure attraverso metodi codificati dalle norme (camera calda calibrata, misure con termoflussimetri, ecc.).

##### *Livelli minimi ammissibili*

I livelli minimi prestazionali non sono attribuibili ai singoli elementi, ma all'edificio nel suo insieme attraverso il valore della "massa efficace".

---

#### Isolamento termico

Attitudine ad assicurare una opportuna resistenza al passaggio di calore in funzione delle condizioni climatiche.

*Principali requisiti / prestazioni* Le pareti dovranno limitare i passaggi di energia termica verso l'esterno in inverno e verso l'interno d'estate, per garantire i requisiti di benessere termico. Le prestazioni relative all'isolamento termico di una parete sono valutabili calcolando la resistenza termica (utilizzando i valori riportati nella UNI 10355) oppure facendo prove di laboratorio o in sito (termografia delle diverse zone, misure con termoflussimetri etc.)

*Livelli minimi ammissibili* I livelli minimi prestazionali non sono attribuibili ai singoli elementi, ma all'edificio nel suo insieme valutando il coefficiente volumico di dispersione Cd che deve rientrare nei limiti previsti dalle normative vigenti. La legge cui si deve far riferimento è la legge n.10 del 9/1/91, nella quale vengono forniti gli strumenti di calcolo e i parametri con cui determinare il fabbisogno energetico di un edificio.

#### Tenuta all'acqua

Attitudine ad impedire l'infiltrazione di acqua piovana che produca macchie di umidità sulla faccia interna o danneggiamenti alla parete o ad altre parti della struttura.

*Principali requisiti / prestazioni* La prestazione di tenuta all'acqua è legata all'assenza di penetrazione di acqua piovana all'interno della parete e alla prevenzione dei danneggiamenti: per valutarla si esegue una prova di laboratorio su di un campione rappresentativo della varietà degli elementi che compongono la parete. A seconda della pressione massima sopportata dal campione si assegna alla parete una classe di tenuta all'acqua (R4, R5, R6, R7, REXX).

*Livelli minimi ammissibili* I livelli prestazionali minimi variano a seconda del livello di tenuta all'acqua che si vuole affidare all'elemento. La norma UNI EN 12155 definisce il metodo di prova in laboratorio a cui sottoporre un provino che riproduce, a grandezza naturale il sistema di parete: il provino deve resistere all'erogazione costante di una determinata quantità d'acqua sulla superficie esterna; a intervalli regolari viene incrementata la pressione di prova e vengono registrati in dettaglio i valori della pressione e la localizzazione dell'infiltrazione d'acqua.

### 2.2.1.2 **Anomalie Ricontrabili**

#### Bollature

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

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

---

#### Chiazze di umidità

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

#### Incrostazioni urbane

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

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

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

#### Disgregazioni

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

#### Distacco

Decoesione e conseguente caduta di parti di materiale.

#### Efflorescenze

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

#### Erosione

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

#### Mancanza di copriferro

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

---

#### Fessurazioni

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

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

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

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

#### Muffe biologiche

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

#### Nidi di ghiaia

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

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

#### Scheggiature

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

#### Sfogliamento

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

#### Sgretolamento

Presenza di parti di calcestruzzo friabili e incoerenti.

---

### 2.2.1.3 *Controlli eseguibili dall'utente*

#### Controllo dell'aspetto della superficie

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.

<i>Tipologia controllo</i>	Controllo a vista
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisionali
<i>Frequenza</i>	Annuale

#### Controllo dello stato del calcestruzzo

Controllare eventuali processi di degrado del calcestruzzo come distacchi, fenomeni di disgregazione, esposizione delle armature, fessurazioni, macchie di ruggine, chiazze di umidità, rigonfiamenti.

<i>Tipologia controllo</i>	Controllo a vista
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisionali
<i>Frequenza</i>	Annuale

#### Controllo dei danni dopo evento imprevedibile

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..)

<i>Tipologia controllo</i>	Controllo a vista
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisionali
<i>Frequenza</i>	Quando necessario

#### Controllo della infiltrazione d'acqua

Verificare l'assenza di infiltrazioni d'acqua all'interno dell'edificio soprattutto in seguito ad un forte temporale oppure in seguito alla risalita capillare di acqua dal terreno.

<i>Tipologia controllo</i>	Controllo a vista
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisionali - Dispositivi di protezione individuale
<i>Frequenza</i>	Quando necessario

---

#### 2.2.1.4 Controlli eseguibili da personale specializzato

##### Monitoraggio delle lesioni

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.

<i>Tipo controllo</i>	Ispezione con apparecchiature
<i>Categoria specialista</i>	Specializzati vari
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Fessurimetro/Distanziometro/Strain gages - Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisionali
<i>Frequenza</i>	Quando necessario

##### Indagine ultrasonica

Individuare eventuali disomogeneità interne (fessurazioni, cavità) mediante la misurazione della velocità di propagazione di onde ultrasoniche all'interno del calcestruzzo.

<i>Tipo controllo</i>	Controllo con apparecchiature
<i>Categoria specialista</i>	Tecnici di settore
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Emettitore di ultrasuoni - Ricevitore - Oscilloscopio - Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisionali
<i>Frequenza</i>	Quinquennale

##### Prova sclerometrica

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.

<i>Tipo controllo</i>	Controllo con apparecchiature
<i>Categoria specialista</i>	Tecnici di settore
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisionali - Sclerometro - Dispositivi di protezione individuale
<i>Frequenza</i>	Quinquennale

---

#### Prova con pacometro

Individuare la posizione delle armature e lo spessore del copriferro mediante l'utilizzo di strumenti basati su fenomeni elettromagnetici.

<i>Tipo controllo</i>	Controllo con apparecchiature
<i>Categoria specialista</i>	Tecnici di settore
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Pacometro - Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisionali
<i>Frequenza</i>	Quinquennale

#### Controllo della carbonatazione

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.

<i>Tipo controllo</i>	Controllo con apparecchiature
<i>Categoria specialista</i>	Tecnici di settore
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Soluzione di fenoftaleina - Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisionali
<i>Frequenza</i>	Quando necessario

#### Controllo dell'ossidazione delle armature

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.

<i>Tipo controllo</i>	Controllo con apparecchiature
<i>Categoria specialista</i>	Tecnici di settore
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Voltmetro ad alta impedenza - Elettrodo di riferimento - Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisionali
<i>Frequenza</i>	Quinquennale

#### Carotaggio

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.

<i>Tipo controllo</i>	Controllo con apparecchiature
<i>Categoria specialista</i>	Specializzati vari
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisionali - Carotatrice
<i>Frequenza</i>	Quinquennale

---

### 2.2.1.5 *Interventi eseguibili da personale specializzato*

#### Pulizia della superficie

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.

<i>Tipo controllo</i>	Pulizia
<i>Categoria specialista</i>	Specializzati vari
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Sabbiatrice/Idrosabbiatrice/Spazzola meccanica - Solventi - Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisionali
<i>Frequenza</i>	Quinquennale

#### Applicazione di trattamenti consolidanti

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.

<i>Tipo controllo</i>	Consolidamento
<i>Categoria specialista</i>	Specializzati vari
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Resine siliconiche - Prodotti a base di silicati - Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisionali
<i>Frequenza</i>	Quinquennale

#### Applicazione di trattamenti protettivi

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.

<i>Tipo controllo</i>	Manutenzione
<i>Categoria specialista</i>	Specializzati vari
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Soluzioni di resine siliconiche (idrorepellenti) - Prodotti di finitura - Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisionali - Resine epossidiche (protettive)
<i>Frequenza</i>	Quinquennale

#### Ripristino parti mancanti

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.

<i>Tipo controllo</i>	Riparazione
<i>Categoria specialista</i>	Muratore
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- 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
<i>Frequenza</i>	Quando necessario

#### Risanamento delle armature

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

<i>Tipo controllo</i>	Riparazione
<i>Categoria specialista</i>	Specializzati vari
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Resine epossidiche in soluzione acquosa - Malta modificata con inibitori di corrosione - Dispositivi di protezione individuale  - Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisionali
<i>Frequenza</i>	Quando necessario

#### Sostituzione dell'elemento

Rifacimento parziale o totale dell'elemento gravemente danneggiato.

<i>Tipo controllo</i>	Sostituzione
<i>Categoria specialista</i>	Muratore
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisionali - Vibratore - Betoniera
<i>Frequenza</i>	Quando necessario

#### Rinforzo dell'elemento

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. 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-plaquè") 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 sia di travi che di pilastri si 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.

<i>Tipo controllo</i>	Consolidamento
<i>Categoria specialista</i>	Muratore
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisionali
<i>Frequenza</i>	Quando necessario

---

#### Protezione catodica delle armature

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.

<i>Tipo controllo</i>	Consolidamento
<i>Categoria specialista</i>	Specializzati vari
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- 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
<i>Frequenza</i>	Quando necessario

#### Ripresa delle lesioni

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.

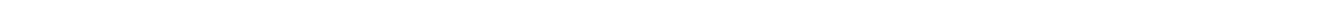
<i>Tipo controllo</i>	Riparazione
<i>Categoria specialista</i>	Muratore
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Malta cementizia specifica - Macchine a spruzzo per applicazione - Prodotti di finitura - Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisionali
<i>Frequenza</i>	Quando necessario

#### Sigillatura delle lesioni passanti

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

<i>Tipo controllo</i>	Riparazione
<i>Categoria specialista</i>	Muratore
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- 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
<i>Frequenza</i>	Quando necessario

---



## 2.2.2 Struttura in legno massiccio (coperture)

Descrizione	<p>Essa è costituita da elementi in legno di grossa e piccola orditura disposti in base alla geometria e alla struttura della copertura. Le travi piene in legno vengono usate come orditura primaria per coperture a falde e sono integrate da un orditura secondaria di irrigidimento e di supporto del manto di copertura. In genere coprono luci fino a 6 metri. Altri sistemi di strutture in legno sono quelli a capriate, costituite da puntoni, catene, monaci e saettoni, dove il peso della copertura può essere affidato alle strutture perimetrali in muratura o cemento armato. La struttura di copertura ha la funzione dominante di reggere o portare il manto e di resistere ai carichi esterni.</p>
Norme legislative specifiche	<ul style="list-style-type: none"><li>-D.M. 12.2.1982 (Aggiornamento delle norme tecniche relative a "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi")</li><li>-D.M. 9.1.1996</li><li>-D.M. 16.1.1996</li><li>-Legge 46/90</li><li>-Legge 10/91</li><li>-D.M. 10.3.1977 (Determinazione delle zone climatiche e dei valori minimi e massimi dei relativi coefficienti volumici globali di dispersione termica)</li><li>-D.M. 30.7.1986 (Aggiornamento dei coefficienti di dispersione termica degli edifici)</li><li>-Legge 5.3. 990 n.46 (Norme per la sicurezza degli impianti)</li><li>-Legge 9.1.1991 n.10 (Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia)</li><li>-Legge 5.11.1971 n.1086 (Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica)</li><li>-Legge 2.2.1974 n.64 (Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche)</li><li>-D.M. 3.3.1975 (Disposizioni concernenti l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche)</li><li>-D.M. 12.2.1982 (Aggiornamento delle norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi")</li><li>-D.M. 27.7.1985 (Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche)</li><li>-D.M. 24.1.1986 (Norme tecniche relative alle costruzioni sismiche)</li><li>-D.M. 3.12.1987 (Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate)</li><li>-D.M. 2.5.1989 (Proroga del termine di entrata in vigore delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate) tecnica per le costruzioni in zona sismica)</li><li>-Legge 5.3.1990 n.46 (Norme per la sicurezza degli impianti)</li><li>-Legge 9.1.1991 n.10 (Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili)</li><li>-D.M. Sanità 5.7.1975 (Modificazioni alle istruzioni ministeriali 20.6.1986 relativamente all'altezza minima ed ai requisiti igienico-sanitari principali dei locali di abitazione)</li></ul>

---

### 2.2.2.1 *Requisiti / Prestazioni*

#### ***Resistenza agli agenti chimici e biologici***

##### Resistenza all'acqua

I materiali costituenti la copertura, a contatto con l'acqua, dovranno mantenere inalterate le proprie caratteristiche chimico-fisiche.

*Principali requisiti / prestazioni*

I materiali costituenti i rivestimenti delle coperture nel caso vengano in contatto con acqua di origine e composizione diversa (acqua meteorica, acqua di condensa, ecc.) devono conservare inalterate le proprie caratteristiche chimico-fisiche, geometriche e funzionali.

*Livelli minimi ammissibili*

Tutti gli elementi di tenuta delle coperture continue o discontinue in seguito all'azione dell'acqua meteorica, devono osservare le specifiche di imbibizione rispetto al tipo di prodotto secondo le norme vigenti.

##### Resistenza agli attacchi biologici

La copertura a seguito della presenza di organismi viventi (animali, vegetali, microrganismi) non dovrà subire riduzioni di

*Principali requisiti / prestazioni*

Gli elementi ed i materiali costituenti la copertura non dovranno permettere lo sviluppo di funghi, muffe, insetti, ecc. In particolare le parti in legno dovranno essere trattate adeguatamente in funzione del loro impiego.

*Livelli minimi ammissibili*

I livelli minimi variano in funzione dei diversi prodotti per i quali si fa riferimento alle specifiche previste dalle norme UNI.

#### ***Resistenza meccanica***

##### Resistenza meccanica

La copertura deve garantire una resistenza meccanica rispetto alle condizioni di carico (carichi concentrati e distribuiti) di progetto in modo da garantire la stabilità e la stabilità degli strati costituenti. Inoltre vanno considerate le caratteristiche dello strato di supporto che dovranno essere adeguate alle sollecitazioni e alla resistenza degli elementi di tenuta.

*Principali requisiti / prestazioni*

Tutte le coperture devono essere idonee a contrastare efficacemente il prodursi di rotture o deformazioni gravi sotto l'azione di sollecitazioni meccaniche in modo da assicurare la durata e la funzionalità nel tempo senza pregiudicare la sicurezza degli utenti. A tal fine si considerano le seguenti azioni: carichi dovuti al peso proprio e di esercizio, carichi presenti per operazioni di manutenzione quali pedonamento di addetti, sollecitazioni sismiche, carichi dovuti a dilatazioni termiche, assestamenti e deformazioni di strutture portanti.

*Livelli minimi ammissibili*

Comunque, in relazione alla funzione strutturale, le caratteristiche delle coperture devono corrispondere a quelle prescritte dalle leggi e normative vigenti.

---

## **Stabilità**

### Resistenza al vento

La copertura deve resistere alle azioni e depressioni del vento tale da non compromettere la stabilità e la funzionalità degli strati che la costituiscono.

#### *Principali requisiti / prestazioni*

Tutte le parti costituenti una copertura, continua o discontinua, devono essere idonee a resistere all'azione del vento in modo da assicurare durata e funzionalità nel tempo senza pregiudicare la sicurezza dell'utenza. L'azione del vento da considerare è quella prevista dal D.M. 12.2.1982, dalla C.M. 24.5.1982 n.22631 e dalla norma CNR B.U. 117 (che dividono convenzionalmente il territorio italiano in quattro zone). I parametri variano anche in funzione dell'altezza dell'edificio e della forma della copertura. In ogni caso le caratteristiche delle coperture, relativamente alla funzione strutturale, devono corrispondere a quelle prescritte dalle leggi e normative vigenti.

#### *Livelli minimi ammissibili*

I livelli minimi variano in funzione degli elementi impiegati per i quali si rinvia alla normativa vigente.

## **Termici ed igrotermici**

### Impermeabilità ai liquidi

La copertura deve impedire all'acqua meteorica la penetrazione o il contatto con parti o elementi di essa non predisposti.

#### *Principali requisiti / prestazioni*

Le coperture devono essere realizzate in modo tale da impedire qualsiasi infiltrazione d'acqua piovana al loro interno, onde evitare che l'acqua piovana possa raggiungere i materiali sensibili all'umidità che compongono le coperture stesse. Nel caso di coperture discontinue devono essere rispettate le pendenze minime delle falde, anche in funzione delle località, necessarie ad assicurare la impermeabilità in base ai prodotti utilizzati e alla qualità della posa in opera degli stessi.

#### *Livelli minimi ammissibili*

In particolare, per quanto riguarda i materiali costituenti l'elemento di tenuta, è richiesto che: le membrane per l'impermeabilizzazione devono resistere alla pressione idrica di 60 kPa per 24 ore, senza manifestazioni di gocciolamenti o passaggi d'acqua; i prodotti per coperture discontinue del tipo tegole, lastre di cemento o fibrocemento, tegole bituminose e lastre di ardesia non devono presentare nessun gocciolamento se mantenuti per 24 ore sotto l'azione di una colonna d'acqua d'altezza compresa fra 10 e 250 mm, in relazione al tipo di prodotto impiegato. Gli altri strati complementari di tenuta devono presentare specifici valori d'impermeabilità.

### Contenimento della condensazione interstiziale

La copertura dovrà essere realizzata in modo da evitare la formazione di condensazione al suo interno.

#### *Principali requisiti / prestazioni*

La copertura dovrà essere realizzata in modo da evitare la formazione di condensazione al suo interno. In particolare in ogni punto della copertura sia interno che superficiale, il valore della pressione parziale del vapor d'acqua  $P_v$  deve essere inferiore alla corrispondente valore della pressione di saturazione  $P_s$ .

---

*Livelli minimi ammissibili*

I livelli minimi variano in funzione di prove di laboratorio eseguite secondo le norme vigenti:

- 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;
- UNI EN 12086. Isolanti termici per edilizia - Determinazione delle proprietà di trasmissione del vapore acqueo.

Contenimento della condensazione superficiale

La copertura dovrà essere realizzata in modo da evitare la formazione di condensazione sulla superficie degli elementi.

*Principali requisiti / prestazioni*

La copertura dovrà essere realizzata in modo da evitare la formazione di condensazione sulla superficie degli elementi. La temperatura superficiale  $T_{si}$ , presa in considerazione su tutte le superfici interne delle coperture, dovrà risultare maggiore dei valori di temperatura di rugiada o di condensazione del vapor d'acqua presente nell'aria nelle condizioni di umidità relativa e di temperatura dell'aria interna di progetto per il locale preso in esame.

*Livelli minimi ammissibili*

In tutte le superfici interne delle coperture, con temperatura dell'aria interna di valore  $T_i=20^{\circ}\text{C}$  ed umidità relativa interna di valore U.R.  $\leq 70\%$ ) la temperatura superficiale interna  $T_{si}$ , in considerazione di una temperatura esterna pari a quella di progetto, dovrà risultare con valore non inferiore ai  $14^{\circ}\text{C}$ .

**Visivi**

Contenimento della regolarità geometrica

La copertura deve avere gli strati superficiali in vista privi di difetti geometrici che possono compromettere l'aspetto e la funzionalità.

*Principali requisiti / prestazioni*

Le superfici in vista costituenti lo strato di tenuta con membrane non devono presentare difetti geometrici che possano alterarne la funzionalità e l'aspetto. Tali proprietà devono essere assicurate dalle caratteristiche della chiusura e dei singoli componenti impiegati.

*Livelli minimi ammissibili*

In particolare per i prodotti costituenti lo strato di tenuta con membrane si fa riferimento alle specifiche previste dalle norme UNI relative alle caratteristiche dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore, ecc.):

- UNI 8202-2 30/09/81 Edilizia. Membrane per impermeabilizzazione. Esame dell'aspetto e della confezione;
  - UNI 8202-3 31/07/88 Edilizia. Membrane per impermeabilizzazione. Determinazione della lunghezza;
  - UNI 8202-4 31/07/88 Edilizia. Membrane per impermeabilizzazione. Determinazione della larghezza;
  - UNI 8202-5 30/09/81 Edilizia. Membrane per impermeabilizzazione. Determinazione dell'ortometria;
  - UNI 8202-6 01/11/88 Edilizia. Membrane per impermeabilizzazione. Determinazione dello spessore;
  - UNI 8202-6 FA 1-89 01/09/89 Membrane per impermeabilizzazione. Determinazione dello spessore;
  - UNI 8202-7 30/09/81 Edilizia. Membrane per impermeabilizzazione. Determinazione della massa areica;
-

### 2.2.2.2 *Anomalie Ricontrabili*

#### Azzurratura

Colorazione del legno a causa di elevata umidità scavo o rigetto degli strati di pittura.

#### Decolorazione

Variazione cromatica della superficie.

#### Deformazione

Variazione geometriche e morfologiche dei profili e degli elementi strutturali in stato di parziale degrado o totalmente affidabili sul piano statico.

#### Deposito superficiale

Accumulo di pulviscolo atmosferico o di altri materiali estranei, di spessore variabile, poco coerente e poco aderente alla superficie del rivestimento.

#### Disgregazione

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

#### Distacco

Disgregazione e distacco di parti notevoli del materiale che può manifestarsi anche mediante espulsione di elementi prefabbricati dalla loro sede. In particolare per i solai in legno si può avere un distacco parziale o totale del canniccio di finitura posto all'intradosso di solaio.

#### Fessurazioni

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

#### Infracidamento

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

#### Macchie e graffiti

Imbrattamento della superficie con sostanze macchianti in grado di aderire e penetrare nel materiale.

---

Muffa

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

Penetrazione di umidità

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

Perdita di materiale

Mancanza di parti e di piccoli elementi in seguito ad eventi dannosi.

Polverizzazione

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

Gonfiamento

Cambiamento della sagoma che interessa l'intero spessore del materiale e che si manifesta soprattutto in elementi lastriformi.

Attacco da insetti xilofagi

Comparsa di fori o cavità sulla superficie e negli spessori degli elementi.

**2.2.2.3            *Controlli eseguibili da personale specializzato***

Controllo dello stato

Controllo delle parti a vista al fine di ricercare eventuali anomalie (disgregazioni, fessurazioni, deterioramento del legno, danneggiamenti pezzi metallici nelle connessioni etc.).

<i>Tipo controllo</i>	Controllo a vista
<i>Categoria specialista</i>	Specializzati vari
<i>Frequenza</i>	Quando necessario

#### 2.2.2.4 *Interventi eseguibili da personale specializzato*

##### Interventi strutturali

Riparazione locale di elementi fessurati o spaccati con bulloni passanti, briglie metalliche o morse in legno.  
Sostituzione di elementi di connessione metallici inefficienti o assenti.  
Consolidamento o rifacimento puntuale dei collegamenti con la struttura specialmente in corrispondenza degli appoggi.  
Riparazione della struttura in legno fortemente danneggiata (sostituzione degli elementi distrutti, esecuzione di rinforzi in legno o in metallo e degli elementi di collegamenti).  
Consolidamento della struttura poco solida o instabile, con l'aiuto ad esempio di una contraventura longitudinale.  
Rinforzo degli elementi con armature in fibre di vetro applicate sul legno con fibre sintetiche.  
Consolidamento di una struttura inefficiente con l'aiuto di travetti metallici.  
Demolizione e rifacimento di una struttura in seguito a sostituzione architettonico, di destinazione o dei sovraccarichi.

<i>Tipo controllo</i>	Riparazione
<i>Categoria specialista</i>	Specializzati vari
<i>Frequenza</i>	Quando necessario

##### Pulizia e trattamenti superficiali

Pulizia locale e riparazione della protezione fungicida, insetticida e antitermiti del legno molto umido che rischia alterazioni strutturali.  
Rifacimento della protezione antiruggine dei pezzi metallici.  
Rifacimento della pitturazione di protezione del legno.

<i>Tipo controllo</i>	Pulizia
<i>Categoria specialista</i>	Imbianchino / Decoratore
<i>Frequenza</i>	Quando necessario

##### Trattamenti curativi

Trattamento di alterazioni non strutturali (alterazione della colorazione) applicando un prodotto di protezione colorato o degli strati di stabilizzazione.  
Trattamento di alterazioni strutturali (putrefazione di origine crittogamica) con essiccamento, protezione, riparazione o sostituzione del legno gravemente degradato.  
Trattamento del legno attaccato dagli insetti (risanamento delle zone circostanti, sostituzione del legno attaccato e trattamento).

<i>Tipo controllo</i>	Riparazione
<i>Categoria specialista</i>	Specializzati vari
<i>Frequenza</i>	Quando necessario

---

### 2.2.3 Struttura in legno lamellare

Descrizione	Essa è costituita da elementi in legno di grossa e piccola orditura disposti in base alla geometria e alla struttura della copertura. Le travi in legno vengono usate come orditura primaria per coperture a falde e sono integrate da un orditura secondaria di irrigidimento e di supporto del manto di copertura. Data l'elevata resistenza meccanica, superiore a quella del legno massiccio, il legno lamellare viene molto utilizzato per la copertura di strutture con luci elevate. La struttura di copertura ha la funzione dominante di reggere o portare il manto e di resistere a carichi esterni.
Norme legislative specifiche	<ul style="list-style-type: none"><li>-D.M. 12.2.1982 (Aggiornamento delle norme tecniche relative a "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi")</li><li>-D.M. 9.1.1996</li><li>-D.M. 16.1.1996</li><li>-Capitolato Speciale-Tipo per Appalti di Lavori Edilizi</li><li>-Legge 46/90</li><li>-Legge 10/91</li><li>-D.M. 10.3.1977 (Determinazione delle zone climatiche e dei valori minimi e massimi dei relativi coefficienti volumici globali di dispersione termica)</li><li>-D.M. 30.7.1986 (Aggiornamento dei coefficienti di dispersione termica degli edifici)</li><li>-Legge 5.3. 990 n.46 (Norme per la sicurezza degli impianti)</li><li>-Legge 9.1.1991 n.10 (Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia)</li><li>-Legge 5.11.1971 n.1086 (Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica)</li><li>-Legge 2.2.1974 n.64 (Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche)</li><li>-D.M. 3.3.1975 (Disposizioni concernenti l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche)</li><li>-D.M. 12.2.1982 (Aggiornamento delle norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi")</li><li>-D.M. 27.7.1985 (Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche)</li><li>-D.M. 24.1.1986 (Norme tecniche relative alle costruzioni sismiche)</li><li>-D.M. 3.12.1987 (Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate)</li><li>-D.M. 2.5.1989 (Proroga del termine di entrata in vigore delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate)</li><li>-Legge 5.3.1990 n.46 (Norme per la sicurezza degli impianti)</li><li>-Legge 9.1.1991 n.10 (Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili)</li><li>-D.M. Sanità 5.7.1975 (Modificazioni alle istruzioni ministeriali 20.6.1986 relativamente all'altezza minima ed ai requisiti igienico-sanitari principali dei locali di abitazione)</li></ul>

---

### 2.2.3.1 **Requisiti / Prestazioni**

#### **Resistenza agli agenti chimici e biologici**

##### Resistenza all'acqua

I materiali costituenti la copertura, a contatto con l'acqua, dovranno mantenere inalterate le proprie caratteristiche chimico-fisiche.

##### *Principali requisiti / prestazioni*

I materiali costituenti i rivestimenti delle coperture nel caso vengano in contatto con acqua di origine e composizione diversa (acqua meteorica, acqua di condensa, ecc.) devono conservare inalterate le proprie caratteristiche chimico-fisiche, geometriche e funzionali.

##### *Livelli minimi ammissibili*

Tutti gli elementi di tenuta delle coperture continue o discontinue in seguito all'azione dell'acqua meteorica, devono osservare le specifiche di imbibizione rispetto al tipo di prodotto secondo le norme vigenti.

##### Resistenza agli attacchi biologici

La copertura a seguito della presenza di organismi viventi (animali, vegetali, microrganismi) non dovrà subire riduzioni di

##### *Principali requisiti / prestazioni*

Gli elementi ed i materiali costituenti la copertura non dovranno permettere lo sviluppo di funghi, muffe, insetti, ecc. In particolare le parti in legno dovranno essere trattate adeguatamente in funzione del loro impiego.

##### *Livelli minimi ammissibili*

I livelli minimi variano in funzione dei diversi prodotti per i quali si fa riferimento alle specifiche previste dalle norme UNI.

#### **Resistenza meccanica**

##### Resistenza meccanica

La copertura deve garantire una resistenza meccanica rispetto alle condizioni di carico (carichi concentrati e distribuiti) di progetto in modo da garantire la stabilità e la stabilità degli strati costituenti. Inoltre vanno considerate le caratteristiche dello strato di supporto che dovranno essere adeguate alle sollecitazioni e alla resistenza degli elementi di tenuta.

##### *Principali requisiti / prestazioni*

Tutte le coperture devono essere idonee a contrastare efficacemente il prodursi di rotture o deformazioni gravi sotto l'azione di sollecitazioni meccaniche in modo da assicurare la durata e la funzionalità nel tempo senza pregiudicare la sicurezza degli utenti. A tal fine si considerano le seguenti azioni: carichi dovuti al peso proprio e di esercizio, carichi presenti per operazioni di manutenzione quali pedonamento di addetti, sollecitazioni sismiche, carichi dovuti a dilatazioni termiche, assestamenti e deformazioni di strutture portanti.

##### *Livelli minimi ammissibili*

Comunque, in relazione alla funzione strutturale, le caratteristiche delle coperture devono corrispondere a quelle prescritte dalle leggi e normative vigenti.

---

## **Stabilità**

### Resistenza al vento

La copertura deve resistere alle azioni e depressioni del vento tale da non compromettere la stabilità e la funzionalità degli strati che la costituiscono.

*Principali requisiti / prestazioni* Tutte le parti costituenti una copertura, continua o discontinua, devono essere idonee a resistere all'azione del vento in modo da assicurare durata e funzionalità nel tempo senza pregiudicare la sicurezza dell'utenza. L'azione del vento da considerare è quella prevista dal D.M. 12.2.1982, dalla C.M. 24.5.1982 n.22631 e dalla norma CNR B.U. 117 (che dividono convenzionalmente il territorio italiano in quattro zone). I parametri variano anche in funzione dell'altezza dell'edificio e della forma della copertura. In ogni caso le caratteristiche delle coperture, relativamente alla funzione strutturale, devono corrispondere a quelle prescritte dalle leggi e normative vigenti.

*Livelli minimi ammissibili* I livelli minimi variano in funzione degli elementi impiegati per i quali si rinvia alla normativa vigente.

## **Termici ed igrotermici**

### Impermeabilità ai liquidi

La copertura deve impedire all'acqua meteorica la penetrazione o il contatto con parti o elementi di essa non predisposti.

*Principali requisiti / prestazioni* Le coperture devono essere realizzate in modo tale da impedire qualsiasi infiltrazione d'acqua piovana al loro interno, onde evitare che l'acqua piovana possa raggiungere i materiali sensibili all'umidità che compongono le coperture stesse. Nel caso di coperture discontinue devono essere rispettate le pendenze minime delle falde, anche in funzione delle località, necessarie ad assicurare la impermeabilità in base ai prodotti utilizzati e alla qualità della posa in opera degli stessi.

*Livelli minimi ammissibili* In particolare, per quanto riguarda i materiali costituenti l'elemento di tenuta, è richiesto che: le membrane per l'impermeabilizzazione devono resistere alla pressione idrica di 60 kPa per 24 ore, senza manifestazioni di gocciolamenti o passaggi d'acqua; i prodotti per coperture discontinue del tipo tegole, lastre di cemento o fibrocemento, tegole bituminose e lastre di ardesia non devono presentare nessun gocciolamento se mantenuti per 24 ore sotto l'azione di una colonna d'acqua d'altezza compresa fra 10 e 250 mm, in relazione al tipo di prodotto impiegato. Gli altri strati complementari di tenuta devono presentare specifici valori d'impermeabilità.

### Contenimento della condensazione interstiziale

La copertura dovrà essere realizzata in modo da evitare la formazione di condensazione al suo interno.

*Principali requisiti / prestazioni* La copertura dovrà essere realizzata in modo da evitare la formazione di condensazione al suo interno. In particolare in ogni punto della copertura sia interno che superficiale, il valore della pressione parziale del vapor d'acqua  $P_v$  deve essere inferiore alla corrispondente valore della pressione di saturazione  $P_s$ .

---

*Livelli minimi ammissibili*

I livelli minimi variano in funzione di prove di laboratorio eseguite secondo le norme vigenti:

- 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;
- UNI EN 12086. Isolanti termici per edilizia - Determinazione delle proprietà di trasmissione del vapore acqueo.

Contenimento della condensazione superficiale

La copertura dovrà essere realizzata in modo da evitare la formazione di condensazione sulla superficie degli elementi.

*Principali requisiti / prestazioni*

La copertura dovrà essere realizzata in modo da evitare la formazione di condensazione sulla superficie degli elementi. La temperatura superficiale  $T_{si}$ , presa in considerazione su tutte le superfici interne delle coperture, dovrà risultare maggiore dei valori di temperatura di rugiada o di condensazione del vapor d'acqua presente nell'aria nelle condizioni di umidità relativa e di temperatura dell'aria interna di progetto per il locale preso in esame.

*Livelli minimi ammissibili*

In tutte le superfici interne delle coperture, con temperatura dell'aria interna di valore  $T_i=20^{\circ}\text{C}$  ed umidità relativa interna di valore U.R.  $\leq 70\%$ ) la temperatura superficiale interna  $T_{si}$ , in considerazione di una temperatura esterna pari a quella di progetto, dovrà risultare con valore non inferiore ai  $14^{\circ}\text{C}$ .

**Visivi**

Contenimento della regolarità geometrica

La copertura deve avere gli strati superficiali in vista privi di difetti geometrici che possono compromettere l'aspetto e la funzionalità.

*Principali requisiti / prestazioni*

Le superfici in vista costituenti lo strato di tenuta con membrane non devono presentare difetti geometrici che possano alterarne la funzionalità e l'aspetto. Tali proprietà devono essere assicurate dalle caratteristiche della chiusura e dei singoli componenti impiegati.

*Livelli minimi ammissibili*

In particolare per i prodotti costituenti lo strato di tenuta con membrane si fa riferimento alle specifiche previste dalle norme UNI relative alle caratteristiche dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore, ecc.):

- UNI 8202-2 30/09/81 Edilizia. Membrane per impermeabilizzazione. Esame dell'aspetto e della confezione;
  - UNI 8202-3 31/07/88 Edilizia. Membrane per impermeabilizzazione. Determinazione della lunghezza;
  - UNI 8202-4 31/07/88 Edilizia. Membrane per impermeabilizzazione. Determinazione della larghezza;
  - UNI 8202-5 30/09/81 Edilizia. Membrane per impermeabilizzazione. Determinazione dell'ortometria;
  - UNI 8202-6 01/11/88 Edilizia. Membrane per impermeabilizzazione. Determinazione dello spessore;
  - UNI 8202-6 FA 1-89 01/09/89 Membrane per impermeabilizzazione. Determinazione dello spessore;
  - UNI 8202-7 30/09/81 Edilizia. Membrane per impermeabilizzazione. Determinazione della massa areica;
-

### 2.2.3.2 *Anomalie Ricontrabili*

#### Azzurratura

Colorazione del legno a causa di elevata umidità scavo o rigetto degli strati di pittura.

#### Decolorazione

Variazione cromatica della superficie.

#### Deformazione

Variazione geometriche e morfologiche dei profili e degli elementi strutturali in stato di parziale degrado o totalmente affidabili sul piano statico.

#### Deposito superficiale

Accumulo di pulviscolo atmosferico o di altri materiali estranei, di spessore variabile, poco coerente e poco aderente alla superficie del rivestimento.

#### Disgregazione

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

#### Distacco

Disgregazione e distacco di parti notevoli del materiale che può manifestarsi anche mediante espulsione di elementi prefabbricati dalla loro sede. In particolare per i solai in legno si può avere un distacco parziale o totale del cannicciato di finitura posto all'intradosso di solaio.

#### Fessurazioni

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

#### Infracidamento

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

#### Macchie e graffi

Imbrattamento della superficie con sostanze macchianti in grado di aderire e penetrare nel materiale.

#### Muffa

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

---

Penetrazione di umidità

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

Perdita di materiale

Mancanza di parti e di piccoli elementi in seguito ad eventi dannosi.

Polverizzazione

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

Gonfiamento

Cambiamento della sagoma che interessa l'intero spessore del materiale e che si manifesta soprattutto in elementi lastriformi.

Attacco da insetti xilofagi

Comparsa di fori o cavità sulla superficie e negli spessori degli elementi.

### **2.2.3.3            *Controlli eseguibili da personale specializzato***

Controllo dello stato

Controllo delle parti a vista al fine di ricercare eventuali anomalie (disgregazioni, fessurazioni, deterioramento del legno, danneggiamenti pezzi metallici nelle connessioni etc.).

<i>Tipo controllo</i>	Controllo
<i>Categoria specialista</i>	Specializzati vari
<i>Frequenza</i>	Annuale

### **2.2.3.4            *Interventi eseguibili da personale specializzato***

Pulizia e trattamento superficiale

Pulizia locale e riparazione della protezione fungicida, insetticida e antitermiti.  
Ricerca e trattamento dell'origine dell'umidità del legno che rischia alterazioni strutturali.  
Rifacimento della protezione antiruggine dei pezzi metallici.  
Rifacimento della pitturazione di protezione del legno.

<i>Tipo controllo</i>	Pulizia
<i>Categoria specialista</i>	Specializzati vari
<i>Frequenza</i>	Quando necessario

---

#### Interventi strutturali

Riparazione locale di elementi fessurati o spaccati con bulloni passanti, briglie metalliche o morse in legno.

Sostituzione di elementi di connessione metallici inefficienti o assenti.

Consolidamento o rifacimento puntuale dei collegamenti con la struttura specialmente in corrispondenza degli appoggi.

Riparazione della struttura in legno fortemente danneggiata (sostituzione degli elementi distrutti, esecuzione di rinforzi in legno o in metallo e degli elementi di collegamenti).

Consolidamento della struttura poco solida o instabile, con l'aiuto ad esempio di una contraventura longitudinale.

Rinforzo degli elementi con armature in fibre di vetro applicate sul legno con fibre sintetiche.

Consolidamento di una struttura inefficiente con l'aiuto di travetti metallici.

Demolizione e rifacimento di una struttura in seguito a sostituzione architettonico, di destinazione o dei sovraccarichi.

<i>Tipo controllo</i>	Riparazione
<i>Categoria specialista</i>	Specializzati vari
<i>Frequenza</i>	Quando necessario

#### Trattamenti curativi

Trattamento di alterazioni non strutturali (alterazione della colorazione) applicando un prodotto di protezione colorato o degli strati di stabilizzazione.

Trattamento di alterazioni strutturali (putrefazione di origine crittogamica) con essiccamento, protezione, riparazione o sostituzione del legno gravemente degradato.

Trattamento del legno attaccato dagli insetti (risanamento delle zone circostanti, sostituzione del legno attaccato e trattamento).

<i>Tipo controllo</i>	Riparazione
<i>Categoria specialista</i>	Specializzati vari
<i>Frequenza</i>	Quando necessario

---

## 2.3 SOLAI E PARAPETTI

### 2.3.1 Soletta piena o solaio a blocchi e travetti gettati in opera

Descrizione	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.
Norme legislative specifiche	Legge 5.11.1971 n.1086 Legge 2.2.1974 n.64 D.M. 3.3.1975 D.M. 27.7.1985 D.M.24.1.1986 D.M. 16.1.1996 D.M. 11.3.1988 D.M. 30.11.1983 D.M. 16.5.1987 D.M. 26.08.1992 Legge 9.10.1991 n.10 Legge n.447 26/10/1995 D.M. 18/12/1975 D. M. 29/11/2000
Modalità d'uso corretto	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).

---

### 2.3.1.1 *Requisiti / Prestazioni*

#### *Acustici*

##### Isolamento acustico

Attitudine a fornire un'adeguata resistenza al passaggio dei rumori, sia di tipo aereo che di tipo impattivo, per assicurare un adeguato benessere uditivo all'interno degli ambienti.

##### *Principali requisiti / prestazioni*

I solai devono fornire un isolamento acustico tale da mantenere nei locali livelli sonori compatibili con lo svolgimento delle attività previste. L'isolamento acustico di un solaio viene valutato attraverso il suo potere fonoisolante  $R_w$  e attraverso la valutazione dell'attenuazione del livello di rumore di calpestio.

##### *Livelli minimi ammissibili*

Il livello minimo prestazionale richiesto ad un solaio dipende dal tipo di attività prevista nel locale da esso delimitato e dalla destinazione d'uso dei locali confinanti. Mediante prove di laboratorio si può assegnare ad ogni tipo di solaio finito (struttura, pavimentazione, eventuali strati funzionali) il requisito di isolamento acustico dai rumori aerei, attraverso l'indice del potere fonoisolante  $R$ , e di isolamento dai rumori impattivi, attraverso l'indice di attenuazione del livello del rumore di calpestio normalizzato  $L_{nw}$ . Per frequenze medie di 500 Hz il valore di  $R$  deve essere compreso tra i 40 e i 50 dB, mentre il valore di  $L_{nw}$  deve essere compreso tra i 60 e i 70 dB.

#### *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.

##### *Principali requisiti / prestazioni*

Le strutture dei solai devono conservare nel tempo le proprie caratteristiche senza subire dissoluzioni, disgregazioni o mutamenti di aspetto sotto l'azione di agenti aggressivi presenti in ambiente (anidride carbonica, solfati, ecc.). In particolar modo le strutture esposte ad atmosfere marine e ad attacchi aggressivi dovuti a solfati devono essere costruite con calcestruzzi confezionati con il corretto dosaggio.

##### *Livelli minimi ammissibili*

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 solcatici 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.

##### *Principali requisiti / prestazioni*

Le strutture dei solai devono essere realizzate con materiali che conservino inalterate nel tempo le proprie caratteristiche chimico-fisiche. A tal fine occorre tener conto degli eventuali fenomeni chimico-fisici che possono svilupparsi tra i diversi materiali a contatto.

##### *Livelli minimi ammissibili*

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.

#### **Resistenza meccanica**

#### 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.

##### *Principali requisiti / prestazioni*

I solai devono contrastare il formarsi di rotture e deformazioni 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.

##### *Livelli minimi ammissibili*

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 nei confronti dell'ambiente esterno***

#### 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.

#### *Principali requisiti / prestazioni*

Gli elementi costruttivi delle strutture dei solai in c.a. devono conservare inalterate le proprie caratteristiche chimiche, fisiche, strutturali e funzionali nel caso in cui vengano a contatto con acqua piovana, di falda o marina.

#### *Livelli minimi ammissibili*

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 riferimento 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 ).

### ***Salvaguardia dell'ambiente***

#### 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.

#### *Principali requisiti / prestazioni*

I materiali costituenti il solaio non devono produrre sostanze nocive (chimiche, fisiche e biologiche) sotto forma di gas, polveri o fumi sia in condizioni normali sia in caso di incendio o impregnazione d'acqua. In particolare essi non devono contenere amianto in nessuna percentuale ed avere basse concentrazioni di formaldeide.

#### *Livelli minimi ammissibili*

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  $< 0,1$  mg/m<sup>3</sup>

Eventuale presenza di polveri nell'aria, in concentrazione  $< 0,1$  mg/m<sup>3</sup>

Eventuale presenza di gas radon  $< 0,5$  mg/m<sup>3</sup>

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".

### ***Sicurezza in caso d'incendio***

#### 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.

##### *Principali requisiti / prestazioni*

I solai, 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 (C.M. dell'Interno 14.9.1961 n.91). La prestazione richiesta (indice REI, D.M 30.12.1993) per il tempo determinato (da 15 a 180 minuti primi) è data dalla combinazione:

R (stabilità) : attitudine a conservare la resistenza meccanica;

E (tenuta) :attitudine a non produrre e a non consentire il passaggio di vapori, fiamme e gas sul lato non esposto;

I (isolamento) : attitudine a contenere entro un determinato limite (150) la temperatura sul lato non esposto.

##### *Livelli minimi ammissibili*

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.

### ***Termici ed igrotermici***

#### Controllo della condensazione interstiziale

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

##### *Principali requisiti / prestazioni*

I materiali costituenti i solai devono limitare ed impedire la formazione di condensa all'interno per garantire il benessere igrotermico degli utenti. In ogni punto della parete, sia sulla superficie che all'interno di essa, la pressione parziale del vapor d'acqua  $P_v$  deve essere inferiore alla corrispondente pressione di saturazione  $P_s$ . La prestazione di una copertura si valuta mediante un procedimento di calcolo specificato nella norma UNI 10350 oppure con una prova di laboratorio mediante cicli

---

successivi di condensazione ed evaporazione.

*Livelli minimi ammissibili*

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.).

*Principali requisiti / prestazioni*

I materiali costituenti i solai devono limitare la formazione di condensa per garantire il benessere igrotermico degli utenti. A tal fine è necessario che la temperatura superficiale interna dell'intradosso sia maggiore o uguale alla temperatura di rugiada del locale preso in esame. La prestazione di un solaio si valuta mediante un procedimento di calcolo specificato nella norma UNI 10350 oppure con una prova di laboratorio su un provino di solaio finito sottoposto a cicli successivi di condensazione ed evaporazione.

*Livelli minimi ammissibili*

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.

Isolamento termico

Attitudine ad assicurare una limitazione della dispersione del calore da locali riscaldati a locali con diverse temperature (vani scali, cantine..)

*Principali requisiti / prestazioni*

I solai devono limitare i passaggi di energia termica verso locali non riscaldati per garantire i requisiti di benessere termico.

Le prestazioni relative all'isolamento termico di un solaio sono valutabili:

- con il calcolo della resistenza termica utilizzando i valori riportati nella UNI 10355;
- con prove di laboratorio;

*Livelli minimi ammissibili*

Si consiglia, per l'impalcato al rustico dei solai, una resistenza termica minima  $R= 0,4\text{ h m}^2\text{ }^{\circ}\text{C/Kcal}$ . In ogni caso i livelli minimi prestazionali non sono attribuibili ai singoli elementi, ma all'edificio nel suo insieme valutando il coefficiente volumico di dispersione  $C_d$  che deve rientrare nei limiti previsti dalle normative vigenti. La legge cui si deve far riferimento è la legge n.10 del 9/1/91, nella quale vengono forniti gli strumenti di calcolo e i parametri con cui determinare il fabbisogno energetico di un edificio.

### 2.3.1.2 *Anomalie Ricontrabili*

#### Bollature

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

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

#### Chiazze di umidità

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

#### Deformazioni

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

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

#### Disgregazioni

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

#### Distacco

Decoesione e conseguente caduta di parti di materiale.

#### Efflorescenze

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

---

#### Erosione

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

#### Mancanza di copriferro

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

#### Fessurazioni

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

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

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

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

#### Muffe biologiche

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

#### Nidi di ghiaia

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

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

#### Scheggiature

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

---

#### Sfogliamento

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

#### Sgretolamento

Presenza di parti di calcestruzzo friabili e incoerenti.

### 2.3.1.3 *Controlli eseguibili dall'utente*

#### Controllo dell'aspetto della superficie

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.

<i>Tipologia controllo</i>	Controllo a vista
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisionali
<i>Frequenza</i>	Annuale

#### Controllo dello stato del calcestruzzo

Controllare eventuali processi di degrado del calcestruzzo come distacchi, fenomeni di disgregazione, cavillature, esposizione delle armature, fessurazioni, macchie di ruggine, chiazze di umidità, rigonfiamenti.

<i>Tipologia controllo</i>	Controllo a vista
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisionali
<i>Frequenza</i>	Annuale

#### Controllo dei danni dopo evento imprevedibile

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..)

<i>Tipologia controllo</i>	Controllo a vista
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisionali
<i>Frequenza</i>	Quando necessario

---

### 2.3.1.4 Controlli eseguibili da personale specializzato

#### Monitoraggio delle lesioni

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.

<i>Tipo controllo</i>	Ispezione con apparecchiature
<i>Categoria specialista</i>	Specializzati vari
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Fessurimetro/Distanziometro/Strain gages - Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisionali
<i>Frequenza</i>	Quando necessario

#### Indagine ultrasonica

Individuare eventuali disomogeneità interne (fessurazioni, cavità) mediante la misurazione della velocità di propagazione di onde ultrasoniche all'interno del calcestruzzo.

<i>Tipo controllo</i>	Controllo con apparecchiature
<i>Categoria specialista</i>	Tecnici di settore
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Opere provvisionali - Emittitore di ultrasuoni - Ricevitore - Oscilloscopio - Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune
<i>Frequenza</i>	Quinquennale

#### Prova sclerometrica

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.

<i>Tipo controllo</i>	Controllo con apparecchiature
<i>Categoria specialista</i>	Tecnici di settore
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Sclerometro - Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisionali
<i>Frequenza</i>	Quinquennale

---

#### Prova con pacometro

Individuare la posizione delle armature e lo spessore del copriferro mediante l'utilizzo di strumenti basati su fenomeni elettromagnetici.

<i>Tipo controllo</i>	Controllo con apparecchiature
<i>Categoria specialista</i>	Tecnici di settore
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Pacometro - Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisionali
<i>Frequenza</i>	Quinquennale

#### Controllo della carbonatazione

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.

<i>Tipo controllo</i>	Controllo con apparecchiature
<i>Categoria specialista</i>	Tecnici di settore
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Soluzione di fenoftaleina - Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisionali
<i>Frequenza</i>	Quando necessario

#### Controllo dell'ossidazione delle armature

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.

<i>Tipo controllo</i>	Controllo con apparecchiature
<i>Categoria specialista</i>	Tecnici di settore
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Voltmetro ad alta impedenza - Elettrodo di riferimento - Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune
<i>Frequenza</i>	Quinquennale

#### Controllo freccia massima

Controllare, con le apposite apparecchiature, che la freccia degli elementi inflessi sia minore di quella massima prevista dalle norme.

<i>Tipo controllo</i>	Ispezione con apparecchiature
<i>Categoria specialista</i>	Specializzati vari
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Flessimetro - Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisionali
<i>Frequenza</i>	Quinquennale

---

### Carotaggio

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.

<i>Tipo controllo</i>	Controllo con apparecchiature
<i>Categoria specialista</i>	Specializzati vari
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisoriale - Carotatrice
<i>Frequenza</i>	Quinquennale

### 2.3.1.5 *Interventi eseguibili da personale specializzato*

#### Sostituzione del solaio

Rifacimento parziale o totale dell'elemento gravemente danneggiato.

<i>Tipo controllo</i>	Sostituzione
<i>Categoria specialista</i>	Muratore
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisoriale - Vibratore - Betoniera
<i>Frequenza</i>	Quando necessario

#### Pulizia della superficie

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.

<i>Tipo controllo</i>	Pulizia
<i>Categoria specialista</i>	Muratore
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Sabbiatrice/Idrosabbiatrice/Spazzola meccanica - Solventi - Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisoriale
<i>Frequenza</i>	Quinquennale

---

#### Applicazione di trattamenti consolidanti

Trattamenti di riaggregazione 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.

<i>Tipo controllo</i>	Consolidamento
<i>Categoria specialista</i>	Muratore
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Resine siliconiche - Prodotti a base di silicati - Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisionali
<i>Frequenza</i>	Quinquennale

#### Applicazione di trattamenti protettivi

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.

<i>Tipo controllo</i>	Manutenzione
<i>Categoria specialista</i>	Muratore
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Resine epossidiche (protettive) - Soluzioni di resine siliconiche (idrorepellenti) - Prodotti di finitura - Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisionali
<i>Frequenza</i>	Quinquennale

#### Ripristino parti mancanti

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.

<i>Tipo controllo</i>	Riparazione
<i>Categoria specialista</i>	Muratore
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- 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
<i>Frequenza</i>	Quando necessario

---

#### Risanamento delle armature

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

<i>Tipo controllo</i>	Riparazione
<i>Categoria specialista</i>	Specializzati vari
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Resine epossidiche in soluzione acquosa - Malta modificata con inibitori di corrosione - Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisionali
<i>Frequenza</i>	Quando necessario

#### Rinforzo del solaio

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-plaquè") 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.

<i>Tipo controllo</i>	<i>Consolidamento</i>
<i>Categoria specialista</i>	Muratore
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisionali - Lamine in fibra di carbonio/Lastre in acciaio - Adesivo epossidico/resina epossidica - Dispositivi di protezione individuale
<i>Frequenza</i>	Quando necessario

#### Protezione catodica delle armature

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.

<i>Tipo controllo</i>	Consolidamento
<i>Categoria specialista</i>	Specializzati vari
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- 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
<i>Frequenza</i>	Quando necessario

---

#### Ripresa delle lesioni

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.

<i>Tipo controllo</i>	<i>Riparazione</i>
<i>Categoria specialista</i>	Muratore
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Malta cementizia specifica - Macchine a spruzzo per applicazione - Prodotti di finitura - Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisionali
<i>Frequenza</i>	Quando necessario

#### Sigillatura delle lesioni passanti

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

<i>Tipo controllo</i>	<i>Riparazione</i>
<i>Categoria specialista</i>	Muratore
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- 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
<i>Frequenza</i>	Quando necessario

#### Realizzazione di barriera al vapore

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).

<i>Tipo controllo</i>	<i>Costruzione</i>
<i>Categoria specialista</i>	Muratore
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisionali - Fogli di barriera al vapore
<i>Frequenza</i>	Quando necessario

---

Realizzazione di protezione termica

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).

<i>Tipo controllo</i>	Costruzione
<i>Categoria specialista</i>	Muratore
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisoriale - Fogli di isolante termico
<i>Frequenza</i>	Quando necessario

### 2.3.2 Gradini

Descrizione	I gradini possono essere realizzati utilizzando materiali diversi (c.a., acciaio, mattoni) a seconda del tipo di struttura portante della scala. In ogni caso, una volta realizzato il nucleo dei gradini, si deve provvedere al loro rivestimento utilizzando materiali (marmo, legno, pietra, ceramica, cotto, linoleum, gomma...) che abbiano buoni requisiti di resistenza meccanica, resistenza agli urti, resistenza agli agenti atmosferici, pulibilità.
Norme legislative specifiche	Legge 9.1.1989 n.13 D.M. 14.6.1989 n.236
Modalità d'uso corretto	Quale modalità corretta d'uso degli elementi occorre provvedere a effettuare controlli periodici sul loro stato di conservazione a garanzia della loro resistenza e stabilità, con il ricorso ad interventi ogni qual volta si denotino degradi in corso.

#### 2.3.2.1 *Requisiti / Prestazioni*

##### *Adattabilità delle finiture*

Regolarità geometrica

I rivestimenti dei gradini non devono presentare distacchi, fessurazioni e difetti dovuti a cattiva progettazione o esecuzione.

*Principali requisiti / prestazioni* Le superfici dei rivestimenti dei gradini non devono presentare sporgenze, irregolarità superficiali, distacchi in modo da soddisfare le esigenze estetiche e funzionali di planarità e assenza di difetti superficiali.

*Livelli minimi ammissibili* I livelli minimi variano in funzione delle varie esigenze.

##### *Manutenibilità*

Sostituibilità

Attitudine a consentire la collocazione di elementi tecnici nuovi al posto di quelli danneggiati.

*Principali requisiti / prestazioni* Gli elementi costituenti la scale devono essere facilmente sostituibili con altri di nuova fornitura che conservino le stesse caratteristiche tipologiche, dimensionali e costruttive; in particolar modo è opportuno che gli elementi impiegati rispettino le dimensioni geometriche stabilite dalle norme UNI.

*Livelli minimi ammissibili* Si rimanda alle norme UNI specifiche per il tipo di prodotto utilizzato.

---

#### Pulibilità

Attitudine degli elementi a consentire la rimozione di sporcizia e sostanze indesiderate.

*Principali requisiti / prestazioni* I rivestimenti dei gradini devono essere facilmente pulibili ed essere realizzati con materiali che non subiscono alterazioni in seguito a contatti accidentali con i prodotti utilizzati per la pulizia.

*Livelli minimi ammissibili* I rivestimenti dei gradini devono essere accessibili e strutturati in modo da consentire le operazioni di pulizia.

#### Riparabilità

I gradini devono consentire il ripristino della funzionalità e dell'efficienza di parti ed elementi degradati.

*Principali requisiti / prestazioni* I gradini devono facilmente essere riparabili, in modo da poter essere riportate nelle loro condizioni originali, nel caso in cui subiscano danni o per normale usura o per uso non accorto.

*Livelli minimi ammissibili* I gradini devono consentire agevolmente le operazioni di riparazione.

### ***Resistenza agli agenti chimici e biologici***

#### Resistenza agli attacchi biologici

I materiali di rivestimento dei gradini, soprattutto se lignei, devono avere l'attitudine a non subire riduzione di prestazioni a seguito della presenza di organismi viventi (animali, vegetali, microrganismi).

*Principali requisiti / prestazioni* La prestazione del rivestimento dei gradini nei riguardi della resistenza agli attacchi biologici dipendono essenzialmente dal tipo di trattamento protettivo adottato: in ogni caso essi dovranno essere realizzati con materiali tali da non determinare la formazione di microrganismi (muffe e funghi), né da consentire la presenza di altre forme di organismi viventi animali.

*Livelli minimi ammissibili* Il livello minimo prestazionale è funzione del materiale e della tipologia dei trattamenti a cui viene sottoposto il rivestimento dei gradini.

### ***Resistenza nei confronti dell'ambiente esterno***

#### Resistenza al gelo

Attitudine a non subire disgregazioni e/o mutamenti di dimensione ed aspetto a causa della formazione di ghiaccio.

*Principali requisiti / prestazioni* I gradini dovranno mantenere inalterate le proprie caratteristiche e non subire disgregazioni o modifiche dimensionali-funzionali a seguito della formazione di ghiaccio così come anche durante la fase di disgelo.

*Livelli minimi ammissibili* Per la determinazione dei livelli minimi prestazionali dei parapetti si ha che devono essere garantite le funzioni specifiche dell'elemento in esame pertanto eventuali azioni di gelo e disgelo non devono compromettere tale funzionalità.

---

## Resistenza all'irraggiamento

Attitudine a non subire mutamenti di aspetto e caratteristiche chimico-fisiche a causa dell'esposizione all'energia raggiante.

*Principali requisiti / prestazioni* I gradini non dovranno subire mutamenti di aspetto (geometria, finiture, ecc.) e delle proprie caratteristiche chimico-fisiche a seguito dell'esposizione all'energia raggiante.

*Livelli minimi ammissibili* I livelli minimi prestazionali, relativamente alla possibilità o meno di subire mutamenti di aspetto (geometria, finiture, ecc.) e delle proprie caratteristiche chimico-fisiche a seguito dell'esposizione all'energia raggiante, sono funzione dell'ubicazione del manufatto e delle caratteristiche funzionali richieste.

## **Sicurezza in caso d'incendio**

### Reazione al fuoco

Grado di partecipazione di un materiale combustibile al fuoco al quale è sottoposto.

*Principali requisiti / prestazioni* Il D.M. 26.06.1984 classifica i materiali combustibili secondo il loro grado di partecipazione al fuoco stabilito da prove di laboratorio. Le prestazioni di reazione al fuoco del materiale sono certificate da un " marchio di conformità" che mostra le caratteristiche del materiale indicando i dati del produttore, l'anno di produzione, la classe di reazione al fuoco, i dati dell'omologazione del Ministero dell'Interno.

*Livelli minimi ammissibili* I materiali che costituiscono i rivestimenti e le finiture delle scale e dei passaggi in genere devono essere di classe non superiore a 1 in ragione del 50% massimo della loro superficie totale (pavimento + pareti + soffitto + proiezioni orizzontali delle scale); per le restanti parti debbono essere impiegati materiali di classe 0.

### Resistenza al fuoco

La resistenza al fuoco è la caratteristica 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.

*Principali requisiti / prestazioni* I rivestimenti unitamente agli elementi strutturali, 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 (C.M. dell'Interno 14.9.1961 n.91). La prestazione richiesta (indice REI, D.M 30.12.1993) per il tempo determinato (da 15 a 180 minuti primi) è data dalla combinazione:

R (stabilità) : attitudine a conservare la resistenza meccanica;

E (tenuta) :attitudine a non produrre e a non consentire il passaggio di vapori, fiamme e gas sul lato non esposto;

I (isolamento) : attitudine a contenere entro un determinato limite (150) la temperatura sul lato non esposto.

*Livelli minimi ammissibili* I livelli minimi di resistenza al fuoco richiesti ad ogni elemento 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

A differenza degli altri materiali, l'azione del calore sul legno comporta la sua graduale distruzione per combustione, pertanto, per raggiungere i livelli minimi di resistenza al fuoco richiesti, le strutture in legno dovranno essere trattate in modo adeguato. Fra i vari tipi di difesa dal fuoco si ricordano gli interventi di protezione passiva (rivestimenti o schermi incombustibili che isolano il legno dal calore) e i trattamenti ignifughi (che vanno a modificare alcuni parametri della reazione al fuoco del legno).

### **Stabilità**

#### Resistenza agli urti

Attitudine dei materiali di rivestimento dei gradini a sopportare le sollecitazioni derivanti da urti che possono prodursi nel corso dell'uso.

##### *Principali requisiti / prestazioni*

I gradini, sottoposti alle azioni degli urti, non devono mostrare segni di deterioramento né deformazioni permanenti o fessurazioni anche localizzate che possono costituire pericolo per l'utenza.

##### *Livelli minimi ammissibili*

Per i livelli minimi prestazionali dei materiali costituenti i rivestimenti si rimanda alle prescrizioni di legge e alle norme UNI specifiche per il tipo di rivestimento.

### **Visivi**

#### Regolarità estetica

I rivestimenti dei gradini devono presentare omogeneità di colore e di brillantezza.

##### *Principali requisiti / prestazioni*

Le tonalità dei colori dei rivestimenti devono essere omogenee e non evidenziare eventuali tracce di ripresa di colore e/o di ritocchi.

##### *Livelli minimi ammissibili*

I livelli minimi variano in funzione delle varie esigenze.

#### **2.3.2.2 Anomalie Ricontrabili**

##### Decolorazione

Alterazione cromatica della superficie.

##### Deformazione

Variazioni geometriche e morfologiche degli elementi, accompagnate spesso dalla perdita delle caratteristiche di resistenza e stabilità degli elementi stessi.

---

Disgregazione

Stato avanzato della decoesione con perdita di materiale e peggioramento delle caratteristiche meccaniche.

Distacco

Disgregazione e conseguente caduta di parti notevoli di materiale.

Erosione superficiale

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

Esposizione dei ferri di armatura

Esposizione dei ferri di armatura a fenomeni di corrosione causata dal distacco di parti di calcestruzzo.

Fessurazioni

Aperture o lesioni che possono interessare una parte o l'intero spessore dell'elemento.

Macchie

Alterazione della superficie con sostanze macchianti che possono aderire e penetrare nel materiale.

Rigonfiamento

Aumento di volume dell'elemento e conseguente disgregazione, dovute alla penetrazione di acqua.

Scheggiature

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

Sgretolamento

Presenza di parti di materiale friabili e incoerenti.

Corrosione del materiale

Deterioramento dell'acciaio con formazione di ruggine e continua sfaldatura; relativa riduzione della sezione resistente.

Macchie di ruggine

Presenza di macchie di ruggine sulla superficie dell'elemento.

---

### 2.3.2.3 *Controlli eseguibili da personale specializzato*

#### Controllo dell'aspetto della superficie

Controllare il grado di usura della superficie del gradino (pedata e alzata) e l'eventuale presenza di macchie, depositi superficiali, insediamenti di microrganismi, variazioni cromatiche.

<i>Tipo controllo</i>	Controllo a vista
<i>Categoria specialista</i>	Muratore
<i>Risorse strumentali</i>	- Dispositivi di protezione individuale
<i>richieste</i>	- Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisionali
<i>Frequenza</i>	Semestrale

#### Controllo dello stato dei gradini

Controllare eventuali processi di degrado dei gradini come distacchi, fenomeni di disgregazione, esposizione delle armature, fessurazioni, chiazze di umidità, rigonfiamenti.

<i>Tipo controllo</i>	Controllo a vista
<i>Categoria specialista</i>	Specializzati vari
<i>Risorse strumentali</i>	- Dispositivi di protezione individuale
<i>richieste</i>	- Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisionali
<i>Frequenza</i>	Semestrale

### 2.3.2.4 *Interventi eseguibili dall'utente*

#### Pulizia

Pulizia di manutenzione mediante lavaggio integrale con acqua e prodotti neutri per la rimozione di depositi, sporco e macchie.

<i>Tipologia intervento</i>	Pulizia
<i>Risorse strumentali</i>	- Dispositivi di protezione individuale
<i>richieste</i>	- Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisionali
<i>Frequenza</i>	Mensile

### 2.3.2.5 *Interventi eseguibili da personale specializzato*

#### Sostituzione dell'elemento

Sostituzione degli elementi usurati, rotti o con deformazioni eccessive con altri analoghi.

<i>Tipo controllo</i>	Sostituzione
<i>Categoria specialista</i>	Muratore
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisionali
<i>Frequenza</i>	Quando necessario

#### Applicazione di trattamenti protettivi

Impregnazione della superficie con prodotti idrorepellenti e antimacchia.

<i>Tipo controllo</i>	Manutenzione
<i>Categoria specialista</i>	Muratore
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisionali
<i>Frequenza</i>	Quinquennale

---

### 2.3.3 Parapetto

Descrizione	Il parapetto è l'elemento di protezione laterale di una scala. La struttura costituente tali elementi può essere la più varia possibile, così come i materiali utilizzati: cemento armato, muratura, pietra, legno, ferro, alluminio, ecc. Solitamente il parapetto viene fissato ai pianerottoli e in punti intermedi delle rampe mediante dispositivi metallici (zanche, grappe, ecc) saldamente ancorati alla struttura portante. Per gli elementi di protezione si ricorda che l'altezza degli stessi deve essere almeno di 1,00 metro.
Modalità d'uso corretto	Quale modalità corretta d'uso dei parapetti occorre provvedere a effettuare controlli periodici sullo stato di conservazione degli elementi a garanzia della loro resistenza e stabilità, con il ricorso ad interventi ogni qual volta si denotino degradi in corso.

#### 2.3.3.1 *Requisiti / Prestazioni*

##### *Adattabilità delle finiture*

###### Controllo della scabrosità

Proprietà di avere le superfici degli elementi di rugosità ed irregolarità adeguate all'uso cui sono destinate.

###### *Principali requisiti / prestazioni*

I parapetti devono avere la finitura superficiale priva di difetti geometrici (fessurazioni o screpolature) onde evitare il rischio di perdita di resistenza e stabilità o scabrosità tali che potrebbero costituire un elemento di rischio in caso di contatto degli operatori, oltre che un negativo fattore estetico.

###### *Livelli minimi ammissibili*

Per la scabrosità dei materiali e per le tolleranze ammissibili per eventuali irregolarità si rimanda alla vigente normativa con particolare riferimento alle norme UNI.

##### *Funzionalità d'uso*

###### Affidabilità

Attitudine a garantire, in condizioni di normale utilizzo, livelli prestazionali costanti nel tempo.

###### *Principali requisiti / prestazioni*

I parapetti devono poter mantenere invariata nel tempo la loro qualità in determinate condizioni d'uso, dato che il venire meno di tale qualità costituisce perdita di funzionalità per l'elemento stesso.

###### *Livelli minimi ammissibili*

I livelli minimi prestazionali per i parapetti sono connessi alla loro funzione ed al mantenimento della qualità per tutto il ciclo di vita dell'elemento stesso.

---

### ***Manutenibilità***

#### Sostituibilità

Capacità di un elemento di garantire la possibilità di effettuare sostituzioni di parti e/o elementi, onde garantire le prestazioni originarie.

*Principali requisiti / prestazioni*

I parapetti devono consentire la loro sostituzione, se deteriorati o rotti, o la sostituzione di alcuni elementi (ancoraggi, giunzioni, ecc.); pertanto è necessario che i collegamenti tra i vari elementi siano facilmente accessibili e che gli elementi impiegati siano facilmente disponibili in commercio.

*Livelli minimi ammissibili*

Il livello minimo prestazionale richiesto agli elementi è legato alla possibilità di effettuare sostituzioni senza creare pregiudizio all'intero sistema, fatto questo che si ottiene ricorrendo (già a livello progettuale) a elementi di comune diffusione nel mercato nazionale.

#### Pulibilità

Attitudine a garantire per un elemento la possibilità di rimuovere sporco e depositi.

*Principali requisiti / prestazioni*

I parapetti devono avere l'attitudine a consentire la rimozione di sporcizia e sostanze indesiderate, pertanto devono essere facilmente accessibili e mantenere, al termine delle operazioni di lavaggio, le caratteristiche originarie.

*Livelli minimi ammissibili*

I parapetti devono garantire un livello di pulizia accettabile.

### ***Resistenza agli agenti chimici e biologici***

#### Resistenza agli agenti aggressivi

Capacità di non subire effetti degenerativi dovuti all'azione di agenti aggressivi chimici.

*Principali requisiti / prestazioni*

I parapetti non devono subire dissoluzioni, disgregazioni e mutamenti di aspetto a causa dell'azione di agenti aggressivi chimici, quali anche quelli solitamente presenti nell'ambiente (inquinamento), dato che un loro qualsiasi mutamento potrebbe compromettere la funzionalità degli stessi : protezione, ornamento, mascheratura, ecc.

*Livelli minimi ammissibili*

I livelli minimi prestazionali sono connessi al mantenimento della funzionalità richiesta agli elementi stessi, pertanto la resistenza sotto l'azione di agenti aggressivi varierà, in termini di spessore e caratteristiche chimico-fisiche, dal singolo materiale utilizzato.

#### Resistenza agli attacchi biologici

Capacità degli elementi di non subire, a seguito della crescita e presenza di agenti biologici (organismi viventi), modifiche prestazionali.

*Principali requisiti / prestazioni*

I parapetti non dovranno consentire la crescita di funghi, muffe, insetti, ecc.

*Livelli minimi ammissibili*

Per la determinazione dei livelli minimi prestazionali dei parapetti si ha che devono essere garantite le funzioni specifiche dell'elemento in esame, pertanto eventuali attacchi biologici non devono comprometterne tale funzionalità.

---

### ***Resistenza meccanica***

#### Resistenza meccanica

Capacità di resistere, nelle condizioni di esercizio, alle sollecitazioni agenti, evitando il prodursi di deformazioni, cedimenti e/o rotture.

*Principali requisiti / prestazioni* I parapetti devono essere idonei a contrastare il prodursi di rotture o deformazioni, in caso di sollecitazioni meccaniche (urti, vento, neve, ecc), in modo da garantire sempre la propria funzionalità.

*Livelli minimi ammissibili* Poiché devono essere idonei a contrastare efficacemente il prodursi di rotture o deformazioni gravi sotto l'azione di sollecitazioni meccaniche (urti, vento, ecc) il limite prestazionale dei parapetti è dettato dalla loro capacità di resistere e quindi continuare ad assolvere agli scopi per cui sono stati progettati e realizzati.

### ***Resistenza nei confronti dell'ambiente esterno***

#### 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.

*Principali requisiti / prestazioni* I parapetti dovranno mantenere inalterate le proprie caratteristiche chimico-fisiche, pertanto non dovranno dare luogo a modifiche strutturali in seguito al loro contatto con l'acqua, tali da compromettere la funzionalità dell'elemento stesso.

*Livelli minimi ammissibili* Per la determinazione dei livelli minimi prestazionali richiesti a parapetti in merito alla resistenza all'acqua, si ha che questi variano da elemento ad elemento.

#### Resistenza al gelo

Attitudine a non subire disgregazioni e/o mutamenti di dimensione ed aspetto a causa della formazione di ghiaccio.

*Principali requisiti / prestazioni* I parapetti dovranno mantenere inalterate le proprie caratteristiche e non subire disgregazioni o modifiche dimensionali-funzionali a seguito della formazione di ghiaccio così come anche durante la fase di disgelo.

*Livelli minimi ammissibili* Per la determinazione dei livelli minimi prestazionali dei parapetti si ha che devono essere garantite le funzioni specifiche dell'elemento in esame pertanto eventuali azioni di gelo e disgelo non devono compromettere tale funzionalità.

#### Resistenza all'irraggiamento

Attitudine a non subire mutamenti di aspetto e caratteristiche chimico-fisiche a causa dell'esposizione all'energia raggiante.

*Principali requisiti / prestazioni* I parapetti non dovranno subire mutamenti di aspetto (geometria, finiture, ecc.) e delle proprie caratteristiche chimico-fisiche a seguito dell'esposizione all'energia raggiante.

*Livelli minimi ammissibili* I livelli minimi prestazionali, relativamente alla possibilità o meno di subire mutamenti di aspetto (geometria, finiture, ecc.) e delle proprie caratteristiche chimico-fisiche a seguito dell'esposizione all'energia raggiante, sono funzione dell'ubicazione del manufatto e delle caratteristiche funzionali richieste.

---

## *Sicurezza in caso d'incendio*

### Resistenza al fuoco

La resistenza al fuoco è la caratteristica 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.

#### *Principali requisiti / prestazioni*

I parapetti, 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 (C.M. dell'Interno 14.9.1961 n.91). La prestazione richiesta (indice REI, D.M 30.12.1993) per il tempo determinato (da 15 a 180 minuti primi) è data dalla combinazione:

R (stabilità) : attitudine a conservare la resistenza meccanica;

E (tenuta) :attitudine a non produrre e a non consentire il passaggio di vapori, fiamme e gas sul lato non esposto;

I (isolamento) : attitudine a contenere entro un determinato limite (150) la temperatura sul lato non esposto.

#### *Livelli minimi ammissibili*

I livelli minimi di resistenza al fuoco richiesti ad ogni elemento 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

A differenza degli altri materiali, l'azione del calore sul legno comporta la sua graduale distruzione per combustione, pertanto, per raggiungere i livelli minimi di resistenza al fuoco richiesti, le strutture in legno dovranno essere trattate in modo adeguato. Fra i vari tipi di difesa dal fuoco si ricordano gli interventi di protezione passiva (rivestimenti o schermi incombustibili che isolano il legno dal calore) e i trattamenti ignifughi (che vanno a modificare alcuni parametri della reazione al fuoco del legno).

### Reazione al fuoco

Grado di partecipazione di un materiale combustibile al fuoco al quale è sottoposto.

#### *Principali requisiti / prestazioni*

Il D.M. 26.06.1984 classifica i materiali combustibili secondo il loro grado di partecipazione al fuoco stabilito da prove di laboratorio. Le prestazioni di reazione al fuoco del materiale sono certificate da un " marchio di conformità" che mostra le caratteristiche del materiale indicando i dati del produttore, l'anno di produzione, la classe di reazione al fuoco, i dati dell'omologazione del Ministero dell'Interno.

#### *Livelli minimi ammissibili*

I materiali che costituiscono i rivestimenti e le finiture delle scale e dei passaggi in genere devono essere di classe non superiore a 1 in ragione del 50% massimo della loro superficie totale (pavimento + pareti + soffitto + proiezioni orizzontali delle scale); per le restanti parti debbono essere impiegati materiali di classe 0.

---

### 2.3.3.2 *Anomalie Ricontrabili*

#### Corrosioni

Deterioramenti degli elementi metallici con formazione di ruggine e continua sfaldatura, con conseguente riduzione delle sezioni resistenti.

#### Distacchi e scollamenti

Distacchi e scollamenti di parte o di tutto l'elemento dallo strato di supporto, dovuti a errori di fissaggio, ad invecchiamento del materiale o a sollecitazioni esterne.

#### Modifiche cromatiche

Modificazione, su aree piccole o estese, della pigmentazione e del colore superficiale, con la comparsa di macchie e/o patine opacizzanti.

#### Deformazioni

Variazioni geometriche e/o morfologiche della superficie dell'elemento, dovute a sollecitazioni di varia natura (sovraccaricamento, sbalzi termici, ecc.).

#### Deposito superficiale

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

#### Errori di montaggio

Errori eseguiti in fase di montaggio (esecuzione di giunzioni, fissaggi, ecc.) che nel tempo determinano problemi comportanti scorrimenti, deformazioni, sollevamenti, pieghe, ecc.

#### Fessurazioni

Presenza, estesa o localizzata, di fessure sulla superficie dell'elemento, di profondità variabile tale da provocare, talvolta, distacchi di materiale.

#### Crescita di vegetazione

Crescita di vegetazione (erba, licheni, muschi, ecc.) sulla superficie dell'elemento o su parte di essa.

#### Degradi

Degradi strutturali e conformativi comportanti la formazione di microfessure, screpolature, sfogliamenti (per invecchiamento, fenomeni di fatica, ecc.).

---

### 2.3.3.3 *Controlli eseguibili dall'utente*

#### Controllo delle superfici

Controllo delle superfici e rivestimenti dei parapetti per la verifica del rispetto delle caratteristiche chimico-fisiche originarie e di eventuali degradi al fine di non compromettere la funzionalità (soprattutto resistenza e stabilità) degli elementi stessi.

<i>Tipologia controllo</i>	Controllo a vista
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisoriale
<i>Frequenza</i>	Semestrale

#### Controllo collegamenti

Controllo dei collegamenti tra i parapetti e struttura di sostegno : controllo delle saldature, delle giunzioni, ecc.

<i>Tipologia controllo</i>	Controllo a vista
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisoriale
<i>Frequenza</i>	Semestrale

### 2.3.3.4 *Interventi eseguibili dall'utente*

#### Pulizia

Pulizia contro la presenza di materiale depositato sui parapetti.

<i>Tipologia intervento</i>	Pulizia
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisoriale
<i>Frequenza</i>	Semestrale

---

### 2.3.3.5 *Interventi eseguibili da personale specializzato*

#### Rinnovo elementi di fissaggio

Rinnovo degli elementi di fissaggio e tenuta (ancoraggi, supporti, ecc.) e delle giunzioni giunzioni, incollaggi,, ecc), a causa di deterioramento o distacco degli elementi stessi.

<i>Tipo controllo</i>	Sostituzione
<i>Categoria specialista</i>	Muratore
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisionali
<i>Frequenza</i>	Quando necessario

#### Rinnovi strutturali

Rinnovo parziale (mediante pitturazione, trattamenti anticorrosivi, ecc.) o totale (mediante rifacimento e/o sostituzione dei parapetti, ) a seguito di deterioramenti, danni per eventi o comunque per perdita di resistenza e/o stabilità.

<i>Tipo controllo</i>	Sostituzione
<i>Categoria specialista</i>	Muratore
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisionali
<i>Frequenza</i>	Ventennale

---

## 2.4 RIVESTIMENTI PER COPERTURE INCLINATE

### 2.4.1 Manto di copertura in tegole

Descrizione	Il manto in tegole canadesi è costituito da elementi di forma rettangolare (solitamente 90x30cm circa) composti in teli di fibre inorganiche impermeabilizzate con bitume e rivestite con scaglie di ardesia. Gli elementi costituenti tale manto vengono inchiodati alla struttura di sostegno sottostante.
Modalità d'uso corretto	Quale modalità d'uso corretta del manto in laterizio occorre evidenziare l'opportunità di una costante verifica delle condizioni del manto stesso con la periodica pulizia delle sue superfici e degli elementi ad esso collegati (canali di gronda, aggetti, ecc.), ed il controllo di eventuali rotture, spostamenti, sollevamenti, ecc, soprattutto in caso di eventi meteorologici significativi (forti venti, nevicate, ecc.).

#### 2.4.1.1 *Requisiti / Prestazioni*

##### *Adattabilità delle finiture*

Controllo della scabrosità

Proprietà di avere le superfici degli elementi di rugosità ed irregolarità adeguate all'uso cui sono destinate.

*Principali requisiti / prestazioni*

I manti in tegole canadesi devono presentare superfici prive di difetti geometrici e di scabrosità evidenti in modo da non comprometterne la funzionalità o, anche più semplicemente, la finitura estetica.

*Livelli minimi ammissibili*

I livelli minimi prestazionali per i manti in tegole canadesi si possono ricavare dalle norme UNI ed in particolare dalle norme :

UNI 8090 - "Coperture - Terminologia", UNI 8089 - "Coperture - Terminologia funzionale", UNI 8091 - "Coperture - Terminologia geometrica", UNI 8178 - "Coperture - Analisi degli elementi e strati funzionali", UNI 8626 - "Prodotti per coperture discontinue - Caratteristiche, piani di campionamento e limiti di accettazione", UNI 8627 - "Sistemi di copertura - Definizione e classificazione degli schemi funzionali, soluzioni conformi e soluzioni tecnologiche", UNI 8629-1 - "Membrane per impermeabilizzazione - Caratteristiche prestazionali e loro significatività", UNI 8629-2 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BPP", UNI 8629-3 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BPE", UNI 8629-5 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BPP con autoprotezione metallica", UNI 8629-7 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BOF con autoprotezione metallica" e UNI 8629-8 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BOF" che riportano le definizioni generali e i metodi di prova e di controllo. Dopo aver stabilito tutte le prescrizioni comuni a tutti i metodi di prova (UNI 8202-1 Membrane per impermeabilizzazione. Generalità per le prove) si conduce una serie di esami su un campione :

- esame su banco di prova del colore, della lucentezza, della presenza di eventuali macchie e dell'uniformità della superficie (UNI 8202-2 Membrane per impermeabilizzazione. Esame dell'aspetto e della confezione); - esame della lunghezza, su banco di prova, espressa in metri (UNI 8202-3 Membrane per impermeabilizzazione. Determinazione della lunghezza); - esame della larghezza, su banco di prova, espressa in metri (UNI 8202-4 Membrane per impermeabilizzazione. Determinazione della larghezza); - esame della rettilineità e planarità delle membrane, esprese

---

in mm, mediante l'utilizzo di un filo sottile per l'effettuazione delle due prove (UNI 8202-5 Membrane per impermeabilizzazione. Determinazione dell'ortometria); - determinazione dello spessore mediante micrometro con metodi differenti a secondo che la membrana sia a facce lisce o meno (UNI 8202-6 e UNI 8202-6 FA Membrane per impermeabilizzazione. Determinazione dello spessore); - determinazione della massa per unità di superficie, mediante l'uso di bilance di precisione, espressa in kg/mq (UNI 8202-7 Membrane per impermeabilizzazione. Determinazione della massa areica); - controllo dell'adesione dell'autoprotezione minerale a seguito di abrasione o uso di solventi selettivi (UNI 8202-7 Membrane per impermeabilizzazione. Determinazione del quantitativo e dell'aderenza dell'autoprotezione minerale).

### **Funzionalità d'uso**

#### Affidabilità

Attitudine a garantire, in condizioni di normale utilizzo, livelli prestazionali costanti nel tempo.

##### *Principali requisiti / prestazioni*

I manti di tegole canadesi devono essere affidabili nel tempo, pertanto devono mantenere invariata nel tempo la propria qualità e non dare luogo a modifiche strutturali-dimensionali e funzionali nel tempo al fine di garantire sempre la sua funzione di strato di protezione.

##### *Livelli minimi ammissibili*

I livelli minimi prestazionali per i manti in tegole canadesi si possono ricavare dalle norme UNI ed in particolare dalle norme : UNI 8090 - "Coperture - Terminologia", UNI 8089 - "Coperture - Terminologia funzionale", UNI 8091 - "Coperture - Terminologia geometrica", UNI 8178 - "Coperture - Analisi degli elementi e strati funzionali", UNI 8626 - "Prodotti per coperture discontinue - Caratteristiche, piani di campionamento e limiti di accettazione", UNI 8627 - "Sistemi di copertura - Definizione e classificazione degli schemi funzionali, soluzioni conformi e soluzioni tecnologiche", UNI 8629-1 - "Membrane per impermeabilizzazione - Caratteristiche prestazionali e loro significatività", UNI 8629-2 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BPP", UNI 8629-3 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BPE", UNI 8629-5 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BPP con autoprotezione metallica", UNI 8629-7 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BOF con autoprotezione metallica" e UNI 8629-8 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BOF" che riportano le definizioni generali e i metodi di prova e di controllo.

### **Manutenibilità**

#### Sostituibilità

Capacità di un elemento di garantire la possibilità di effettuare sostituzioni di parti e/o elementi, onde garantire le prestazioni originarie.

##### *Principali requisiti / prestazioni*

I manti in tegole canadesi devono essere facilmente sostituibili senza creare pregiudizio alla struttura di supporto sottostante.

##### *Livelli minimi ammissibili*

I livelli minimi prestazionali per i manti in tegole canadesi si possono ricavare dalle norme UNI ed in particolare dalle norme : UNI 8090 - "Coperture - Terminologia", UNI 8089 - "Coperture - Terminologia funzionale", UNI 8091 - "Coperture - Terminologia geometrica", UNI 8178 - "Coperture - Analisi degli elementi e strati funzionali", UNI 8626 -

---

"Prodotti per coperture discontinue - Caratteristiche, piani di campionamento e limiti di accettazione", UNI 8627 - "Sistemi di copertura - Definizione e classificazione degli schemi funzionali, soluzioni conformi e soluzioni tecnologiche", UNI 8629-1 - "Membrane per impermeabilizzazione - Caratteristiche prestazionali e loro significatività", UNI 8629-2 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BPP", UNI 8629-3 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BPE", UNI 8629-5 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BPP con autoprotezione metallica", UNI 8629-7 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BOF con autoprotezione metallica" e UNI 8629-8 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BOF" che riportano le definizioni generali e i metodi di prova e di controllo. Dopo aver stabilito tutte le prescrizioni comuni a tutti i metodi di prova (UNI 8202-1 Membrane per impermeabilizzazione. Generalità per le prove) si conduce una serie di esami su un campione : - esame su banco di prova del colore, della lucentezza, della presenza di eventuali macchie e dell'uniformità della superficie (UNI 8202-2 Membrane per impermeabilizzazione. Esame dell'aspetto e della confezione); - esame della lunghezza, su banco di prova, espressa in metri (UNI 8202-3 Membrane per impermeabilizzazione. Determinazione della lunghezza); - esame della larghezza, su banco di prova, espressa in metri (UNI 8202-4 Membrane per impermeabilizzazione. Determinazione della larghezza); - esame della rettilineità e planarità delle membrane, espresse in mm, mediante l'utilizzo di un filo sottile per l'effettuazione delle due prove (UNI 8202-5 Membrane per impermeabilizzazione. Determinazione dell'ortometria); - determinazione dello spessore mediante micrometro con metodi differenti a secondo che la membrana sia a facce lisce o meno (UNI 8202-6 Membrane per impermeabilizzazione. Determinazione dello spessore); - determinazione della massa per unità di superficie, mediante l'uso di bilance di precisione, espressa in kg/mq (UNI 8202-7 Membrane per impermeabilizzazione. Determinazione della massa areica).

## Manutenibilità

Attitudine a garantire per un elemento un'attività di manutenzione conforme a condizioni stabilite anche dopo trascorso del tempo dall'effettuazione dell'intervento.

### *Principali requisiti / prestazioni*

I manti di tegole canadesi devono mantenere conformi, a condizioni prestabilite entro un dato periodo di tempo in cui è compiuta l'azione di manutenzione, le proprie caratteristiche chimico-fisiche, pertanto non devono dare luogo a modifiche strutturali-dimensionali e funzionali.

### *Livelli minimi ammissibili*

I livelli minimi prestazionali per i manti in tegole canadesi si possono ricavare dalle norme UNI ed in particolare dalle norme : UNI 8090 - "Coperture - Terminologia", UNI 8089 - "Coperture - Terminologia funzionale", UNI 8091 - "Coperture - Terminologia geometrica", UNI 8178 - "Coperture - Analisi degli elementi e strati funzionali", UNI 8626 - "Prodotti per coperture discontinue - Caratteristiche, piani di campionamento e limiti di accettazione", UNI 8627 - "Sistemi di copertura - Definizione e classificazione degli schemi funzionali, soluzioni conformi e soluzioni tecnologiche", UNI 8629-1 - "Membrane per impermeabilizzazione - Caratteristiche prestazionali e loro significatività", UNI 8629-2 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BPP", UNI 8629-3 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BPE", UNI 8629-5 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BPP con autoprotezione metallica", UNI 8629-7 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BOF con autoprotezione metallica" e UNI 8629-8 - "Membrane per

---

impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BOF" che riportano le definizioni generali e i metodi di prova e di controllo.

### ***Resistenza agli agenti chimici e biologici***

#### Resistenza agli agenti aggressivi

Capacità di non subire effetti degenerativi dovuti all'azione di agenti aggressivi chimici.

##### *Principali requisiti / prestazioni*

In caso di aggressione da parte di agenti chimici presenti nell'ambiente (es. inquinamento), i manti in tegole canadesi devono avere la capacità di mantenere inalterate le proprie caratteristiche geometriche, la tenuta all'acqua e al vento.

##### *Livelli minimi ammissibili*

I livelli minimi prestazionali per i manti in tegole canadesi si possono ricavare dalle norme UNI ed in particolare dalle norme : UNI 8090 - "Coperture - Terminologia", UNI 8089 - "Coperture - Terminologia funzionale", UNI 8091 - "Coperture - Terminologia geometrica", UNI 8178 - "Coperture - Analisi degli elementi e strati funzionali", UNI 8626 - "Prodotti per coperture discontinue - Caratteristiche, piani di campionamento e limiti di accettazione", UNI 8627 - "Sistemi di copertura - Definizione e classificazione degli schemi funzionali, soluzioni conformi e soluzioni tecnologiche", UNI 8629-1 - "Membrane per impermeabilizzazione - Caratteristiche prestazionali e loro significatività", UNI 8629-2 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BPP", UNI 8629-3 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BPE", UNI 8629-5 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BPP con autoprotezione metallica", UNI 8629-7 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BOF con autoprotezione metallica" e UNI 8629-8 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BOF" che riportano le definizioni generali e i metodi di prova e di controllo. Dopo aver stabilito tutte le prescrizioni comuni a tutti i metodi di prova (UNI 8202-1 Membrane per impermeabilizzazione. Generalità per le prove) si conduce una serie di esami su un campione : - esame della resistenza delle membrane poste in tensione in un ambiente con atmosfera arricchita di ozono verificando e classificando il danneggiamento prodotto in termini di screpolature superficiali (UNI 8202-28 Membrane per impermeabilizzazione. Determinazione della resistenza all'ozono).

#### Resistenza agli attacchi biologici

Capacità degli elementi di non subire, a seguito della crescita e presenza di agenti biologici (organismi viventi), modifiche prestazionali.

##### *Principali requisiti / prestazioni*

Sul manto di copertura in tegole canadesi non si dovranno avere funghi, muffe, insetti, ecc., pertanto occorre che gli elementi non permettano la loro crescita.

##### *Livelli minimi ammissibili*

I livelli minimi prestazionali per i manti in tegole canadesi si possono ricavare dalle norme UNI ed in particolare dalle norme : UNI 8090 - "Coperture - Terminologia", UNI 8089 - "Coperture - Terminologia funzionale", UNI 8091 - "Coperture - Terminologia geometrica", UNI 8178 - "Coperture - Analisi degli elementi e strati funzionali", UNI 8626 - "Prodotti per coperture discontinue - Caratteristiche, piani di campionamento e limiti di accettazione", UNI 8627 - "Sistemi di copertura - Definizione e classificazione degli schemi funzionali, soluzioni conformi e soluzioni tecnologiche", UNI 8629-1 - "Membrane per impermeabilizzazione - Caratteristiche prestazionali e loro significatività", UNI 8629-2 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di

---

accettazione dei tipi BPP", UNI 8629-3 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BPE", UNI 8629-5 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BPP con autoprotezione metallica", UNI 8629-7 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BOF con autoprotezione metallica" e UNI 8629-8 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BOF" che riportano le definizioni generali e i metodi di prova e di controllo. Dopo aver stabilito tutte le prescrizioni comuni a tutti i metodi di prova (UNI 8202-1 Membrane per impermeabilizzazione. Generalità per le prove) si conduce una serie di esami su un campione : - esame della resistenza delle membrane all'azione perforante delle radici verificando la presenza delle stesse radici, anche finissime, sulla faccia inferiore della membrana (UNI 8202-24 Membrane per impermeabilizzazione. Determinazione della resistenza all'azione perforante delle radici).

### ***Resistenza meccanica***

#### Resistenza meccanica

Capacità di resistere, nelle condizioni di esercizio, alle sollecitazioni agenti, evitando il prodursi di deformazioni, cedimenti e/o rotture.

#### *Principali requisiti / prestazioni*

I manti in tegole canadesi devono assicurare una resistenza meccanica, nei confronti di carichi applicati, in modo da contrastare efficacemente il prodursi di rotture o deformazioni gravi, anche in considerazione del fatto che una rottura di tale strato metterebbe in crisi l'intero sistema copertura.

#### *Livelli minimi ammissibili*

I livelli minimi prestazionali per i manti in tegole canadesi si possono ricavare dalle norme UNI ed in particolare dalle norme : UNI 8090 - "Coperture - Terminologia", UNI 8089 - "Coperture - Terminologia funzionale", UNI 8091 - "Coperture - Terminologia geometrica", UNI 8178 - "Coperture - Analisi degli elementi e strati funzionali", UNI 8626 - "Prodotti per coperture discontinue - Caratteristiche, piani di campionamento e limiti di accettazione", UNI 8627 - "Sistemi di copertura - Definizione e classificazione degli schemi funzionali, soluzioni conformi e soluzioni tecnologiche", UNI 8629-1 - "Membrane per impermeabilizzazione - Caratteristiche prestazionali e loro significatività", UNI 8629-2 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BPP", UNI 8629-3 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BPE", UNI 8629-5 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BPP con autoprotezione metallica", UNI 8629-7 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BOF con autoprotezione metallica" e UNI 8629-8 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BOF" che riportano le definizioni generali e i metodi di prova e di controllo. Dopo aver stabilito tutte le prescrizioni comuni a tutti i metodi di prova (UNI 8202-1 Membrane per impermeabilizzazione. Generalità per le prove) si conduce una serie di esami su un campione : - determinazione degli allungamenti e dei carichi a trazione applicati sino alla rottura del campione (UNI 8202-8 – Membrane per impermeabilizzazione. Determinazione della resistenza a trazione); - determinazione del carico applicato per avere la lacerazione (a trazione) della membrana (UNI 8202-9 – Membrane per impermeabilizzazione. Determinazione della resistenza a lacerazione); - determinazione della deformazione residua di una membrana sottoposta a preventivo allungamento (UNI 8202-10 Membrane per impermeabilizzazione. Determinazione della deformazione residua a trazione); - verifica del mantenimento dell'impermeabilità di una

---

membrana sottoposta all'azione di un carico statico (UNI 8202-11 Membrane per impermeabilizzazione. Determinazione della resistenza al punzonamento statico); - verifica del mantenimento dell'impermeabilità di una membrana sottoposta all'azione dinamica di un punzone (UNI 8202-12 Membrane per impermeabilizzazione. Determinazione della resistenza al punzonamento dinamico); - verifica delle modifiche subite da una membrana in corrispondenza di un giunto del supporto di base, che simuli una fessura, se sottoposta a cicli di trazione e scarico (UNI 8202-13 Membrane per impermeabilizzazione. Determinazione della resistenza a fatica su fessura); - determinazione degli allungamenti e dei carichi a trazione applicati sino alla rottura del campione e nella misura degli scorrimenti (eventuali) della giunzione (UNI 8202-30 – Membrane per impermeabilizzazione. Prova di trazione delle giunzioni); - verifica dell'impermeabilità all'aria delle giunzioni delle membrane (UNI 8202-31 - Membrane per impermeabilizzazione. Determinazione dell'impermeabilità all'aria delle giunzioni);- verifica delle modifiche subite da una membrana in corrispondenza di una giunzione, se sottoposta a cicli di trazione e scarico (UNI 8202-32 Membrane per impermeabilizzazione. Determinazione della resistenza a fatica delle giunzioni); - determinazione dello scorrimento di una giunzione se sottoposta ad un determinato carico di trazione (UNI 8202-33 e UNI 8202-33 FA Membrane per impermeabilizzazione. Determinazione della resistenza allo scorrimento delle giunzioni);

### ***Resistenza nei confronti dell'ambiente esterno***

#### Resistenza al gelo

Capacità di mantenere inalterate le proprie caratteristiche e non subire degradi o modifiche dimensionali-funzionali a seguito della formazione di ghiaccio così come anche durante la fase di disgelo.

#### *Principali requisiti / prestazioni*

I manti in tegole canadesi dovranno mantenere inalterate le proprie caratteristiche e non subire disgregazioni o modifiche dimensionali-funzionali a seguito della formazione di ghiaccio così come anche durante la fase di disgelo.

#### *Livelli minimi ammissibili*

I livelli minimi prestazionali per i manti in tegole canadesi si possono ricavare dalle norme UNI ed in particolare dalle norme : UNI 8090 - "Coperture - Terminologia", UNI 8089 - "Coperture - Terminologia funzionale", UNI 8091 - "Coperture – Terminologia geometrica", UNI 8178 - "Coperture - Analisi degli elementi e strati funzionali", UNI 8626 - "Prodotti per coperture discontinue - Caratteristiche, piani di campionamento e limiti di accettazione",UNI 8627 - "Sistemi di copertura - Definizione e classificazione degli schemi funzionali, soluzioni conformi e soluzioni tecnologiche", UNI 8629-1 - "Membrane per impermeabilizzazione - Caratteristiche prestazionali e loro significatività", UNI 8629-2 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BPP", UNI 8629-3 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BPE", UNI 8629-5 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BPP con autoprotezione metallica", UNI 8629-7 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BOF con autoprotezione metallica" e UNI 8629-8 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BOF" che riportano le definizioni generali e i metodi di prova e di controllo. Dopo aver stabilito tutte le prescrizioni comuni a tutti i metodi di prova (UNI 8202-1 Membrane per impermeabilizzazione. Generalità per le prove) si conduce una serie di esami su un campione : - determinazione, su di una membrana vincolata, delle tensioni indotte da ritiro termico impedito, espresse in

---

Newton (UNI 8202-14 Membrane per impermeabilizzazione. Determinazione della tensione indotta da ritiro termico impedito); verifica, su una membrana avvolta su di un mandrino, di eventuali fessurazioni per flessione al decremento della temperatura, determinando la temperatura (minima) alla quale la membrana si avvolge sul mandrino senza fessurarsi (UNI 8202-15 Membrane per impermeabilizzazione. Determinazione della flessibilità a freddo).

#### Resistenza all'irraggiamento

Capacità degli elementi, a seguito di esposizione ad energia raggianti, a non subire modifiche strutturali o chimico-fisiche.

##### *Principali requisiti / prestazioni*

I manti in tegole canadesi non devono subire mutamenti di aspetto (geometria, finiture, ecc.) e delle proprie caratteristiche chimico-fisiche a seguito dell'esposizione all'energia raggiante.

##### *Livelli minimi ammissibili*

I livelli minimi prestazionali per i manti in tegole canadesi si possono ricavare dalle norme UNI ed in particolare dalle norme : UNI 8090 - "Coperture - Terminologia", UNI 8089 - "Coperture - Terminologia funzionale", UNI 8091 - "Coperture - Terminologia geometrica", UNI 8178 - "Coperture - Analisi degli elementi e strati funzionali", UNI 8626 - "Prodotti per coperture discontinue - Caratteristiche, piani di campionamento e limiti di accettazione", UNI 8627 - "Sistemi di copertura - Definizione e classificazione degli schemi funzionali, soluzioni conformi e soluzioni tecnologiche", UNI 8629-1 - "Membrane per impermeabilizzazione - Caratteristiche prestazionali e loro significatività", UNI 8629-2 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BPP", UNI 8629-3 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BPE", UNI 8629-5 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BPP con autoprotezione metallica", UNI 8629-7 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BOF con autoprotezione metallica" e UNI 8629-8 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BOF" che riportano le definizioni generali e i metodi di prova e di controllo. Dopo aver stabilito tutte le prescrizioni comuni a tutti i metodi di prova (UNI 8202-1 Membrane per impermeabilizzazione. Generalità per le prove) si conduce una serie di esami su un campione : - determinazione della temperatura massima alla quale una membrana mantiene inalterate le proprie caratteristiche chimico-fisiche (UNI 8202-18 Membrane per impermeabilizzazione. Determinazione della stabilità di forma a caldo); - determinazione degli scorrimenti di una membrana sottoposta ad effetti termici (UNI 8202-16 Membrane per impermeabilizzazione. Determinazione dello scorrimento a caldo); - determinazione degli scorrimenti differenziali tra membrana e lamina metallica di autoprotezione quando sottoposte ad effetti termici (UNI 8202-19 Membrane per impermeabilizzazione. Determinazione del coefficiente della dilatazione termica differenziale); - determinazione della variazione in lunghezza di una membrana sottoposta ad una variazione di temperatura (UNI 8202-20 Membrane per impermeabilizzazione. Determinazione del coefficiente di dilatazione termica lineare); - determinazione dell'invecchiamento di una membrana per effetto termico (UNI 8202-26 Membrane per impermeabilizzazione. Determinazione dell'invecchiamento termico in aria); determinazione della resistenza di una membrana alle deteriorazioni (invecchiamento) apportate dalla luce solare (UNI 8202-29 Membrane per impermeabilizzazione. Determinazione della resistenza alle radiazioni U.V.); - determinazione della resistenza delle giunzioni di una membrana sottoposte a temperatura prefissata per un determinato intervallo di tempo (UNI 8202-34 Membrane per impermeabilizzazione. Determinazione della resistenza

---

all'invecchiamento termico delle giunzioni).

#### 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.

##### *Principali requisiti / prestazioni*

I manti di tegole canadesi devono mantenere inalterate le proprie caratteristiche chimico-fisiche, pertanto non devono dare luogo a modifiche strutturali-dimensionali e funzionali in seguito al suo contatto con l'acqua.

##### *Livelli minimi ammissibili*

I livelli minimi prestazionali per i manti in tegole canadesi si possono ricavare dalle norme UNI ed in particolare dalle norme : UNI 8090 - "Coperture - Terminologia", UNI 8089 - "Coperture - Terminologia funzionale", UNI 8091 - "Coperture - Terminologia geometrica", UNI 8178 - "Coperture - Analisi degli elementi e strati funzionali", UNI 8626 - "Prodotti per coperture discontinue - Caratteristiche, piani di campionamento e limiti di accettazione", UNI 8627 - "Sistemi di copertura - Definizione e classificazione degli schemi funzionali, soluzioni conformi e soluzioni tecnologiche", UNI 8629-1 - "Membrane per impermeabilizzazione - Caratteristiche prestazionali e loro significatività", UNI 8629-2 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BPP", UNI 8629-3 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BPE", UNI 8629-5 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BPP con autoprotezione metallica", UNI 8629-7 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BOF con autoprotezione metallica" e UNI 8629-8 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BOF" che riportano le definizioni generali e i metodi di prova e di controllo. Dopo aver stabilito tutte le prescrizioni comuni a tutti i metodi di prova (UNI 8202-1 Membrane per impermeabilizzazione. Generalità per le prove) si conduce una serie di esami su un campione : - determinazione dell'impermeabilità all'acqua di una membrana sottoposta, per un periodo di tempo stabilito, ad una prestabilita pressione di acqua (UNI 8202-21 Membrane per impermeabilizzazione. Determinazione dell'impermeabilità all'acqua); - controllo del comportamento (variazione di massa e/o perdita di sostanze) di una membrana immersa in acqua a temperatura prestabilita (UNI 8202-22 Membrane per impermeabilizzazione. Determinazione del comportamento all'acqua); - determinazione della permeabilità al vapore d'acqua di una membrana, mediante il controllo della quantità di vapore che l'attraversa in un dato intervallo di tempo (UNI 8202-23 Membrane per impermeabilizzazione. Determinazione della permeabilità al vapore d'acqua); - determinazione dell'invecchiamento di una membrana immersa in acqua calda per un determinato tempo (UNI 8202-27 Membrane per impermeabilizzazione. Determinazione dell'invecchiamento termico in acqua).

## ***Termici ed igrotermici***

### Impermeabilità ai liquidi

Attitudine di un elemento a non essere attraversato da liquidi.

#### *Principali requisiti / prestazioni*

I manti in tegole canadesi devono essere realizzati in maniera tale da impedire qualsiasi infiltrazione d'acqua meteorica al loro interno e negli elementi/locali sottostanti.

#### *Livelli minimi ammissibili*

I livelli minimi prestazionali per i manti in tegole canadesi si possono ricavare dalle norme UNI ed in particolare dalle norme : UNI 8090 - "Coperture - Terminologia", UNI 8089 - "Coperture - Terminologia funzionale", UNI 8091 - "Coperture - Terminologia geometrica", UNI 8178 - "Coperture - Analisi degli elementi e strati funzionali", UNI 8626 - "Prodotti per coperture discontinue - Caratteristiche, piani di campionamento e limiti di accettazione", UNI 8627 - "Sistemi di copertura - Definizione e classificazione degli schemi funzionali, soluzioni conformi e soluzioni tecnologiche", UNI 8629-1 - "Membrane per impermeabilizzazione - Caratteristiche prestazionali e loro significatività", UNI 8629-2 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BPP", UNI 8629-3 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BPE", UNI 8629-5 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BPP con autoprotezione metallica", UNI 8629-7 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BOF con autoprotezione metallica" e UNI 8629-8 - "Membrane per impermeabilizzazione - Limiti di accettazione dei tipi BOF" che riportano le definizioni generali e i metodi di prova e di controllo. Dopo aver stabilito tutte le prescrizioni comuni a tutti i metodi di prova (UNI 8202-1 Membrane per impermeabilizzazione. Generalità per le prove) si conduce una serie di esami su un campione : - determinazione dell'impermeabilità all'acqua di una membrana sottoposta, per un periodo di tempo stabilito, ad una prestabilita pressione di acqua (UNI 8202-21 Membrane per impermeabilizzazione. Determinazione dell'impermeabilità all'acqua); - controllo del comportamento (variazione di massa e/o perdita di sostanze) di una membrana immersa in acqua a temperatura prestabilita (UNI 8202-22 Membrane per impermeabilizzazione. Determinazione del comportamento all'acqua); - determinazione della permeabilità al vapore d'acqua di una membrana, mediante il controllo della quantità di vapore che l'attraversa in un dato intervallo di tempo (UNI 8202-23 Membrane per impermeabilizzazione. Determinazione della permeabilità al vapore d'acqua); - determinazione dell'invecchiamento di una membrana immersa in acqua calda per un determinato tempo (UNI 8202-27 Membrane per impermeabilizzazione. Determinazione dell'invecchiamento termico in acqua).

### **2.4.1.2 Anomalie Ricontrabili**

#### Distacco dagli elementi di copertura

Distacco e/o spostamento degli elementi del manto di copertura dovuto ad eventi particolari, con il rischio di avere infiltrazioni di acqua negli strati/locali sottostanti all'elemento stesso.

#### Modifiche cromatiche

Modificazione, su aree piccole o estese, della pigmentazione e del colore superficiale, con la comparsa di macchie e/o patine opacizzanti.

#### Deformazioni

Variazioni geometriche e/o morfologiche della superficie dell'elemento, dovute a sollecitazioni di varia natura (sovraccaricamento, sbalzi termici, ecc.).

#### Depositi

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

#### Errori di montaggio

Errori nella posa, nei collegamenti con l'elemento di supporto e nei raccordi dei vari elementi tra di loro e con altri elementi funzionali (canali di gronda, sfiati, ecc.), tali da causare il distacco dei componenti del manto, lo spostamento o la perdita di funzionalità nel sistema di protezione dagli agenti atmosferici.

#### Fessurazioni

Presenza, estesa o localizzata, di fessure sulla superficie dell'elemento, di profondità variabile tale da provocare, talvolta, distacchi di materiale.

#### Crescita di vegetazione

Crescita di vegetazione (erba, licheni, muschi, ecc.) sulla superficie dell'elemento o su parte di essa.

#### Efflorescenze

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

---

### 2.4.1.3 *Controlli eseguibili dall'utente*

#### Controllo delle superfici

Controllo della superficie del manto di copertura per la verifica di eventuali depositi al fine di non compromettere la funzionalità del sistema di smaltimento delle acque meteoriche, della presenza o meno di vegetazione e della conformazione degli elementi (stabilità chimico-fisica, cromatica, ecc.).

<i>Tipologia controllo</i>	Controllo a vista
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisionali

<i>Frequenza</i>	Quattro mesi
------------------	--------------

#### Controllo elementi

Controllo del mantenimento nel tempo della posizione degli elementi, controllo di eventuali rotture o spostamenti, ecc. tali da compromettere lo smaltimento delle acque meteoriche.

<i>Tipologia controllo</i>	Controllo a vista
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisionali

<i>Frequenza</i>	Annuale
------------------	---------

#### Controllo danni

Controllo della superficie del manto di copertura a seguito di eventi meteorici o strutturali di un certo rilievo, con verifica del posizionamento degli elementi, di eventuali rotture, ecc.

<i>Tipologia controllo</i>	Controllo a vista
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisionali

<i>Frequenza</i>	Quando necessario
------------------	-------------------

---

#### **2.4.1.4            *Interventi eseguibili dall'utente***

##### Pulizia

Pulizia contro la presenza di materiale depositato o eventuale vegetazione presente (foglie, ramaglie,ecc.).

<i>Tipologia intervento</i>	Pulizia
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisionali
<i>Frequenza</i>	Quattro mesi

#### **2.4.1.5            *Interventi eseguibili da personale specializzato***

##### Rinnovo elementi

Rinnovo parziale o totale del manto di copertura mediante l'utilizzo di elementi analoghi a quelli del manto originario e il riposizionamento corretto.

<i>Tipo controllo</i>	Sostituzione
<i>Categoria specialista</i>	Muratore
<i>Risorse strumentali richieste</i>	- Dispositivi di protezione individuale - Attrezzi manuali di uso comune - Opere provvisionali
<i>Frequenza</i>	Trentennale

---