

Progetto

Programma europeo Urban Innovative Actions (UIA)- Prato Urban Jungle (PUJ).

# “Progetto Pilota 3 - Macrolotto Zero interventi mediante NBS indoor e outdoor al mercato metropolitano”

## COMUNE DI PRATO

Sindaco — Matteo Biffoni  
Assessore all'Urbanistica e Ambiente — Valerio Barberis  
Dirigente Servizio Urbanistica e Protezione Civile — Arch. Pamela Bracciotti  
Coordinamento Tecnico per l'AC — Arch. Antonella Perretta  
Responsabile Unico del Procedimento — Arch. Luca Piantini

Progettazione opere architettoniche e verde



**PNAT**  
INSPIRED  
BY PLANTS

**Pnat Srl**  
Manifattura Tabacchi, via delle Cascine 33, 50129 Firenze - It  
t +39 055 457 40 54  
info@pnat.net

Arch. Cristiana Favretto, Arch. Antonio Girardi, Dott. Agr. Camilla Pandolfi,  
Dott. Agr. Elisa Azzarello, Arch. Antonio Sarpatò, Arch. Matteo De Rossi,  
Ing. Matteo Masi, Ing. Livia Pacini, Dott. Agr. Werther Guidi Nissim.

Progettazione opere strutturali



**SCE project**  
viale Sarca, 336/f - 20126 Milano - It  
t +39 02 700 065 30 fax: +39 02 710 911 87  
info@sceproject.it

Ing. Manuela Fantini

ORDINE DEGLI INGEGNERI  
DEI PRATO  
CORSO V. MANFREDI  
N. 1077  
PRATO

Progettazione impianti



**DELTA S.R.L.**  
via dei Tigli, 14 - 06083 Bastia Umbra (PG) - It  
t +39 075 800 08 48  
info@verduccimpianti.com

Ing. Leonardo Verducci

Agronomo

**Alessandro Trivisonno**  
via A. La Marmorata 22 - 50121 Firenze - It  
t +39 055 384 33 64 - cell +39 339 5818404  
ale.trivi@inwind.it

Dott. For. Alessandro Trivisonno

Computo metrico estimativo



andrej mikuz architetto

**Andrej Mikuz Architetto**  
piazza Irnerio 6 - 20146 Milano - It  
t +39 348 3101 444  
info@andrejmikuz.com

Arch. Andrej Mikuz

Progettazione impianti e coordinamento sicurezza



**Studio Associato ATRE INGEGNERIA**  
via L. Landucci 5r - 50136 Firenze - It  
t +39 055 476 528 fax 0553986924 Cell. 3391538023  
l.braccesi@atreingegneria.net

Dott. Ing. Luisa Braccesi

Impianto antincendio

Ing. Cristina Gorrone

Coordinamento progetto PUJ

**Rosanna Tocco, Antonella Perretta, Tommaso Bigagli, Paolo Guarnieri, Letizia Benigni,  
Besnik Mehmeti, Lorena Vidas**

F

E

D

C

B

A

revisione data

emissione 25/06/2021

livello

**PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO**

elaborato

## PIANO DI MANUTENZIONE OPERE STRUTTURALI

commessa

**Macrolotto zero - Mercato coperto**

scala formato

- **A4**

n tavola

**PE-S-SP-R-01**

Fase - Ambito - Edificio - Categoria - Numero - Emissione

Spazio riservato agli uffici



PNAT  
INSPIRED  
BY PLANTS



BOERI  
STUDIO  
ARCHITETTI



estra



GREENAPES  
YOU ARE NOT ALONE IN THE JUNGLE



treadom  
100% green tree planet



# Il Mercato Coperto

## Piano di manutenzione opere strutturali

Status: Progetto Definitivo/Esecutivo

Data: 25/06/2021

Urban Innovative Actions, Les  
Arcuriales, 45D rue de Tournai, F59000  
Lille, France  
[www.uia-initiative.eu](http://www.uia-initiative.eu)



## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>OGGETTO</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>MATERIALI E VITA NOMINALE DELLA STRUTTURA</b> .....	<b>5</b>
1.1	Calcestruzzo .....	5
1.2	Acciaio per strutture in calcestruzzo armato .....	5
1.1.1	ACCIAIO PER ARMATURE LENTE .....	5
1.1.2	ACCIAIO PER ARMATURE DI PRECOMPRESSIONE .....	6
1.3	Acciaio per strutture in carpenteria metallica .....	6
1.4	Lamiere per solai.....	6
1.5	Lamiera per copertura.....	6
1.6	Sistemi di connessione .....	7
1.1.3	BULLONI, BARRE FILETTATE E VITI.....	7
1.1.4	TIRAFONDI .....	7
1.1.5	CONNETTORI.....	7
1.1.6	SALDATURE .....	7
<b>3</b>	<b>MANUALE DI MANUTENZIONE</b> .....	<b>8</b>
3.1	UNITA' TECNOLOGICA: FONDAZIONI SUPERFICIALI.....	8
3.1.1	REQUISITI E PRESTAZIONI .....	8
3.1.2	ANOMALIE RISCONTRABILI .....	10
3.1.3	CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO .....	11
3.1.4	MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO .....	11
3.2	UNITA' TECNOLOGICA: TRAVI PREFABBRICATE.....	11
3.2.1	REQUISITI E PRESTAZIONI .....	11
3.2.2	ANOMALIE RISCONTRABILI .....	12
3.2.3	CONTROLLI ESEGUIBILE DALL'UTENTE .....	13
3.2.4	CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO .....	13
3.2.5	MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO .....	14
3.3	UNITA' TECNOLOGICA: SOLAIO PREFABBRICATO ALVEOLARE .....	15
3.3.1	REQUISITI E PRESTAZIONI .....	15
3.3.2	ANOMALIE RISCONTRABILI .....	16
3.3.3	CONTROLLI ESEGUIBILE DALL'UTENTE .....	17
3.3.4	CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO .....	17
3.3.5	MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO .....	17
3.4	UNITA' TECNOLOGICA: SOLAI SU LASTRE CASSERO TIPO PREDALLE .....	18
3.4.1	ANOMALIE RISCONTRABILI .....	18
3.4.2	CONTROLLI ESEGUIBILI DALL'UTENTE.....	18
3.4.3	CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO .....	19
3.4.4	MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO .....	19

3.5	UNITA' TECNOLOGICA: PILASTRI PREFABBRICATI .....	20
3.5.1	ANOMALIE RISCONTRABILI .....	20
3.5.2	CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO .....	21
3.6	UNITA' TECNOLOGICA: STRUTTURE IN ELEVAZIONE IN ACCIAIO .....	23
3.6.1	REQUISITI E PRESTAZIONI .....	23
3.6.2	ANOMALIE RISCONTRABILI .....	26
3.6.3	CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO .....	26
3.6.4	MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO .....	27
<b>4</b>	<b>COPERTURA .....</b>	<b>28</b>
4.1	GENERALE.....	28
4.2	FREQUENZA E INTENSITÀ DELLE ISPEZIONI.....	28
4.3	ELEMENTI DI MANUTENZIONE:.....	28
4.3.1	CORROSIONE DELL'ACCIAIO .....	28
4.3.2	SISTEMA DI DRENAGGIO: .....	28

## 1 OGGETTO

Il piano di manutenzione è il documento complementare al progetto esecutivo che prevede, pianifica e programma, tenendo conto degli elaborati progettuali esecutivi effettivamente realizzati, l'attività di manutenzione dell'intervento al fine di mantenerne nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l'efficienza ed il valore economico.

Il piano di manutenzione assume contenuto differenziato in relazione all'importanza e alla specificità dell'intervento, ed è costituito dai seguenti documenti operativi:

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

Il manuale d'uso si riferisce all'uso delle parti più importanti del bene e contiene l'insieme delle informazioni atte a permettere all'utente di conoscere le modalità di fruizione del bene, nonché tutti gli elementi necessari per limitare quanto più possibile i danni derivanti da un'utilizzazione impropria, e per riconoscere tempestivamente fenomeni di deterioramento anomalo al fine di sollecitare interventi specialistici.

Il manuale di manutenzione si riferisce alla manutenzione delle parti più importanti del bene in relazione alle diverse unità tecnologiche, alle caratteristiche dei materiali o dei componenti interessati.

Il programma di manutenzione prevede un sistema di controlli e di interventi da eseguire, a cadenze temporali, al fine di una corretta gestione del bene e delle sue parti nel corso degli anni.

Il piano si articola nei seguenti sottoprogrammi:

- Caratteristiche dei materiali utilizzati e vita nominale della struttura
- Manuale di manutenzione (suddiviso per tipologia di elemento strutturale) con indicazione della scadenza temporale.

## 2 MATERIALI E VITA NOMINALE DELLA STRUTTURA

Le caratteristiche meccaniche dei materiali impiegati dovranno essere conformi ai valori riportati nelle normative di riferimento (NTC2018, Eurocodici), oltre che rispondere ai requisiti individuati nelle norme UNI.

Tutti i materiali costruttivi utilizzati per la struttura in questione concorrono a garantire una vita nominale del manufatto pari e superiore a 50 anni.

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

Vita nominale e coefficiente d'uso concorrono a determinare il periodo di riferimento  $V_R$  utilizzato nell'analisi sismica.

VITA NOMINALE $V_N$	CLASSE D'USO	COEFFICIENTE DI UTILIZZO $C_u$	PERIODO DI RIFERIMENTO $V_R$
50 anni	3	1.5	75 anni

### 1.1 CALCESTRUZZO

La resistenza minima a compressione per gli elementi in calcestruzzo impiegati all'interno del progetto devono rispettare i seguenti valori minimi, valutati con riferimento alla UNI-EN 206-1:

Massetti e vespai	C25/30	$R_{ck} \geq 30$ MPa
Magro di sottofondazione	C12/15	$R_{ck} \geq 15$ MPa
Fondazioni	C30/37	$R_{ck} \geq 37$ MPa
Elementi verticali in cls gettato in opera (pareti, vani scala)	C30/37	$R_{ck} \geq 37$ MPa
Elementi verticali in cls gettato in opera (pilastri)	C30/37	$R_{ck} \geq 37$ MPa
Elementi prefabbricati (pilastri, travi, solai)	C45/55	$R_{ck} \geq 55$ MPa
Elementi prefabbricati (scale, muri vomitori)	C30/37	$R_{ck} \geq 37$ MPa
Getti di completamento in opera su solai alveolari/lamiera grecata/lastre cassero tralicciate	C30/37	$R_{ck} \geq 37$ MPa
Solai in cls gettato in opera	C30/37	$R_{ck} \geq 37$ MPa

### 1.2 ACCIAIO PER STRUTTURE IN CALCESTRUZZO ARMATO

Tutti i tipi di acciaio d'armatura utilizzati per strutture in cemento armato e cemento armato precompresso devono essere conformi alla normativa vigente: Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17.01.2018, Eurocodici (EC2, EC8); EN 10080:2005.

#### 1.1.1 Acciaio per armature lente

Le NTC2018 §7.4.2.2. prescrivono l'utilizzo di acciaio B450C ( $F_y = 450$  MPa;  $F_u = 540$  MPa), disponibile nei diametri compresi tra 6 mm e 40 mm. Per l'acciaio di armatura si prescrivono le seguenti caratteristiche:

Acciaio tipo B450C controllato in stabilimento

Tensione caratteristica di snervamento  $f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$

Tensione caratteristica di rottura  $f_{tk} \geq 540 \text{ N/mm}^2$

### 1.1.2 Acciaio per armature di precompressione

Trefoli e trecce in acciaio armonica controllato in stabilimento

Tensione caratteristica di rottura  $f_{ptk} \geq 1860 \text{ N/mm}^2$

Tensione caratteristica di rottura  $f_{p(1)k} \geq 1670 \text{ N/mm}^2$

## 1.3 ACCIAIO PER STRUTTURE IN CARPENTERIA METALLICA

I profilati laminati o saldati utilizzati per carpenterie metalliche dovranno rispondere alle caratteristiche di una delle seguenti categorie (coerentemente con quanto indicato negli elaborati progettuali):

Acciaio tipo S 355 JR – Profili aperti, profili tubolari e piatti con spessore  $t < 20 \text{ mm}$

Tensione caratteristica di snervamento  $f_{yk} \geq 355 \text{ N/mm}^2$

Tensione caratteristica di rottura  $f_{tk} \geq 510 \text{ N/mm}^2$

Acciaio tipo S 355 J2 – Profili aperti, profili tubolari e piatti con spessore  $t \geq 20 \text{ mm}$

Tensione caratteristica di snervamento  $f_{yk} \geq 355 \text{ N/mm}^2$

Tensione caratteristica di rottura  $f_{tk} \geq 510 \text{ N/mm}^2$

Acciaio tipo S 275 JR – Per scale metalliche e elementi di collegamento con la Tribuna Giulio Cesare

Tensione caratteristica di snervamento  $f_{yk} \geq 355 \text{ N/mm}^2$

Tensione caratteristica di rottura  $f_{tk} \geq 510 \text{ N/mm}^2$

## 1.4 LAMIERE PER SOLAI

Il progetto prevede l'impiego di lamiera grecata tipo EGB 1200, H75 mm, Sp 10/10 o equivalente.

## 1.5 LAMIERA PER COPERTURA

Il progetto prevede l'impiego di lamiera grecata tipo EGB 210, H55 mm, Sp 8/10 o equivalente.

## 1.6 SISTEMI DI CONNESSIONE

Le saldature dovranno essere conformi alle norme EN ISO 4063, EN 1090 (§ 7), EN 1011 and EN ISO 9692-1 in termini di procedure, materiali utilizzati, duttilità e resistenza richiesta. I bulloni e gli elementi di connessione dovranno essere conformi alle normative EN 1090 (§ 8), EN 1993-1-8, NTC2018 (§11.3.4.6).

### 1.1.3 Bulloni, barre filettate e viti

Bulloni classe 8.8 associati a dado 6S zincato, viti classe 8.8 associate a dado 6S UNI 3740

Resistenza caratteristica a trazione  $f_{kN} = 560 \text{ N/mm}^2$

Resistenza caratteristica a taglio  $f_{kV} = 396 \text{ N/mm}^2$

Bulloni classe 10.9 associati a dado 8G zincato, viti classe 10.9 associate a dado 8G UNI 3740

Resistenza caratteristica a trazione  $f_{kN} = 700 \text{ N/mm}^2$

Resistenza caratteristica a taglio  $f_{kV} = 495 \text{ N/mm}^2$

### 1.1.4 Tirafondi

Acciaio Classe 8.8 – (barre filettate)

### 1.1.5 Connettori

Connettori tipo pioli NELSON in acciaio tipo S235 J2 + C450 per strutture miste collaboranti e piastre annegate nel getto:

Resistenza a trazione  $R_m \geq 450 \text{ N/mm}^2$

Tensione di snervamento  $R_e \geq 350 \text{ N/mm}^2$

### 1.1.6 Saldature

Saldature a piena penetrazione di 1a classe dove indicato. Saldature a cordone d'angolo con lato pari allo spessore minimo da unire.



### 3 MANUALE DI MANUTENZIONE

#### 3.1 UNITA' TECNOLOGICA: FONDAZIONI SUPERFICIALI

Insieme degli elementi tecnici orizzontali del sistema edilizio avente funzione di separare gli spazi interni del sistema edilizio dal terreno sottostante e trasmetterne ad esso il peso della struttura e delle altre forze esterne.

In particolare si definiscono fondazioni superficiali o fondazioni dirette quella classe di fondazioni realizzate a profondità ridotte rispetto al piano campagna ossia l'approfondimento del piano di posa non è elevato.

Prima di realizzare opere di fondazioni superficiali provvedere ad un accurato studio geologico esteso ad una zona significativamente estesa dei luoghi d'intervento, in relazione al tipo di opera e al contesto geologico in cui questa si andrà a collocare.

Nel progetto di fondazioni superficiali si deve tenere conto della presenza di sottoservizi e dell'influenza di questi sul comportamento del manufatto. Nel caso di reti idriche e fognarie occorre particolare attenzione ai possibili inconvenienti derivanti da immissioni o perdite di liquidi nel sottosuolo.

È opportuno che il piano di posa in una fondazione sia tutto allo stesso livello. Ove ciò non sia possibile, le fondazioni adiacenti, appartenenti o non ad un unico manufatto, saranno verificate tenendo conto della reciproca influenza e della configurazione dei piani

di posa. Le fondazioni situate nell'alveo o nelle golene di corsi d'acqua possono essere soggette allo scalzamento e perciò vanno adeguatamente difese e approfondite. Analoga precauzione deve essere presa nel caso delle opere marittime.

**PLATEA IN C.A.:** Sono fondazioni realizzate con un'unica soletta di base, di idoneo spessore. La fondazione a platea può essere realizzata anche con una unica soletta di grande spessore, opportunamente armata, o in alternativa con un solettone armato e provvisto di piastre di appoggio in corrispondenza dei pilastri, per evitare l'effetto di punzonamento dei medesimi sulla soletta.

##### 3.1.1 REQUISITI E PRESTAZIONI

- Attitudine al controllo delle dispersioni elettriche  
Classe di Requisiti: protezione elettrica  
Classe di Esigenza: sicurezza

Le opere di fondazioni superficiali dovranno, in modo idoneo, impedire eventuali dispersioni elettriche.

Tutte le parti metalliche facenti parte delle opere di fondazioni superficiali dovranno essere connesse ad impianti di terra mediante dispersori, in modo che esse vengano a trovarsi allo stesso potenziale elettrico del terreno.

- Resistenza agli agenti aggressivi

Classe di Requisiti: protezione dagli agenti chimici ed organici

Classe di Esigenza: sicurezza

Le opere di fondazioni superficiali non debbono subire dissoluzioni o disgregazioni e mutamenti di aspetto a causa dell'azione di agenti aggressivi chimici.

Le opere di fondazioni superficiali dovranno conservare nel tempo, sotto l'azione di agenti chimici (anidride carbonica, solfati, ecc.) presenti in ambiente, le proprie caratteristiche funzionali.

Nelle opere e manufatti in calcestruzzo, il D.M. 14.1.2008 prevede che gli spessori minimi del copriferro variano in funzione delle tipologie costruttive, la normativa dispone che " L'armatura resistente deve essere protetta da un adeguato ricoprimento di calcestruzzo".

Le opere di fondazioni superficiali dovranno conservare nel tempo le proprie caratteristiche funzionali se sottoposte a cause di gelo e disgelo. In particolare all'insorgere di pressioni interne che ne provocano la degradazione.

I valori minimi variano in funzione del materiale impiegato. La resistenza al gelo viene determinata secondo prove di laboratorio su provini di calcestruzzo (provenienti da getti effettuati in cantiere, confezionato in laboratorio o ricavato da calcestruzzo già indurito) sottoposti a cicli alternati di gelo (in aria raffreddata) e disgelo (in acqua termostattizzata). Le misurazioni della variazione del modulo elastico, della massa e della lunghezza ne determinano la resistenza al gelo.

- Resistenza agli attacchi biologici

Classe di requisiti: protezione dagli agenti chimici ed organici

Classe di esigenza: sicurezza

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

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

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

- Resistenza al gelo

Classe di requisiti: protezione dagli agenti chimici ed organici

Classe di esigenza: sicurezza

Le opere di fondazioni superficiali non dovranno subire disgregazioni e variazioni dimensionali e di aspetto in conseguenza della formazione di ghiaccio.

Le opere di fondazioni superficiali dovranno conservare nel tempo le proprie caratteristiche funzionali se sottoposte a cause di gelo e disgelo. In particolare all'insorgere di pressioni interne che ne provocano la degradazione.

I valori minimi di prestazione variano in funzione del materiale impiegato. La resistenza al gelo viene determinata secondo prove di laboratorio su provini di calcestruzzo (provenienti da getti effettuati in cantiere, confezionato in laboratorio o ricavato da calcestruzzo già indurito) sottoposti a cicli alternati di gelo (in aria raffreddata) e disgelo (in acqua termostattizzata). Le misurazioni della variazione del modulo elastico, della massa e della lunghezza ne determinano la resistenza al gelo.

- Resistenza meccanica
- Classe di requisiti: di stabilità
- Classe di esigenza: sicurezza

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

Le opere di fondazioni superficiali, sotto l'effetto di carichi statici, dinamici e accidentali devono assicurare stabilità e resistenza.

Per i livelli minimi si rimanda alle prescrizioni di legge e di normative vigenti in materia.

### 3.1.2 ANOMALIE RICONTRABILI

- Cedimenti

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

- Deformazioni e spostamenti

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

- Distacco

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

- Esposizione dei ferri di armatura

Distacchi di parte di calcestruzzo (copriferro) e relativa esposizione dei ferri di armatura a fenomeni di corrosione.

- Fessurazioni

Degradazione che si manifesta con la formazione di soluzioni di continuità del materiale e che può implicare lo spostamento reciproco delle parti.

- Penetrazione di umidità

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

- Non perpendicolarità del fabbricato

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

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

### 3.1.3 CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

Cadenza: ogni 12 mesi

- Controlli visivi integrati da eventuali prove Non Distruttive per la verifica dell'integrità del manufatto e l'assenza di eventuali lesioni e/o fessurazioni;
- Controllare eventuali smottamenti del terreno circostante alla struttura che possano essere indicatori di cedimenti strutturali;
- Effettuare verifiche e controlli approfonditi particolarmente in corrispondenza di manifestazioni a calamità naturali (sisma, nubifragi, ecc.).

### 3.1.4 MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

In seguito alla comparsa di segni di cedimenti strutturali (lesioni, fessurazioni, rotture), effettuare accurati accertamenti per la diagnosi e la verifica delle strutture, da parte di tecnici qualificati, che possano individuare la causa/effetto del dissesto ed evidenziare eventuali modificazioni strutturali tali da compromettere la stabilità delle strutture di impalcato, in particolare verificare la perpendicolarità del fabbricato.

## 3.2 UNITA' TECNOLOGICA: TRAVI PREFABBRICATE

Le travi sono elementi strutturali in conglomerato cementizio armato e precompresso a sviluppo lineare orizzontale con funzione di sostegno del solaio, concepite per resistere ai carichi di progetto trasmessi dalle solette. Le travi prefabbricate principali di impalcato sono rettangolari, a doppio T o a L, e sono realizzate in calcestruzzo classe C45/55, armate con acciaio ad aderenza migliorata B450C ed acciaio armonico in pretensione. La sezione di appoggio sul pilastro ha una profondità tipica di 25 cm ed è realizzata mediante interposizione di idonei cuscinetti di appoggio.

### 3.2.1 REQUISITI E PRESTAZIONI

Le travi in c.a.p. devono garantire le specifiche prestazioni indicate nel progetto strutturale, comunque non inferiori alle prestazioni prescritte dalle normative vigenti.

Devono essere in grado di contrastare le deformazioni dovute all'azione di determinate sollecitazioni. Sotto l'effetto dei carichi statici, dinamici e accidentali devono assicurare stabilità e resistenza, mantenendo la freccia nei limiti di deformazione imposti dalle prescrizioni di legge e di normativa vigenti in materia. Esse dovranno essere realizzate con materiali aventi le caratteristiche definite dalle specifiche di progetto e dalle prescrizioni fornite dal produttore.

### 3.2.2 ANOMALIE RISCONTRABILI

#### - Alveolizzazione

Degradazione che si manifesta con la formazione di cavità di forme e dimensioni variabili. Gli alveoli sono spesso interconnessi e hanno distribuzione non uniforme.

#### - Avvallamenti o pendenze anomale

La pavimentazione presenta zone con avvallamenti e pendenze anomale che ne pregiudicano la planarità. Nei casi più gravi sono indicatori di dissesti statici e di probabile collasso strutturale.

#### - Cavillature superficiali

Sottile trama di fessure sulla superficie del calcestruzzo.

#### - Corrosione

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

#### - Deformazioni e spostamenti

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

#### - Disgregazione e distacco

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

Disgregazione e distacco di parti notevoli del materiale che può manifestarsi anche mediante espulsione di porzioni di elemento.

#### - Efflorescenze

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

#### - Erosione superficiale

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

#### - Esfoliazione

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

- Esposizione dei ferri di armatura

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

- Fessurazioni

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

- Fessurazioni e lesioni

Presenza di rotture singole, ramificate, ortogonale o parallele all'armatura che possono interessare l'intero spessore del manufatto generate da cedimenti strutturali e/o del terreno.

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

- Mancanza

Caduta e perdita di parti del materiale del manufatto.

- Penetrazione di umidità

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

- Polverizzazione

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

- Scheggiature

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

- Spalling

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

### 3.2.3 CONTROLLI ESEGUIBILE DALL'UTENTE

Controllo a vista dello stato di conservazione (presenza di macchie di umidità lesioni o fessurazioni in corrispondenza del tracciato delle travi).

### 3.2.4 CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

Cadenza: ogni 12 mesi

- Controllo visivo sullo stato di degrado del calcestruzzo e dell'acciaio

- Controllo di eventuale quadro fessurativo

Attraverso un esame visivo del quadro fessurativo approfondire ed analizzare eventuali dissesti strutturali anche con l'ausilio di indagini strumentali in sito Non Distruttive;

- Controllo strutture

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

- Controllo di deformazioni e/o spostamenti

Controllare eventuali deformazioni e/o spostamenti dell'elemento strutturale dovuti a cause esterne che ne alterano la normale configurazione.

### 3.2.5 MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

- Interventi sulle strutture

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

Cadenza: quando occorre

- Verifica dell'integrità e perpendicolarità della struttura

Cadenza: quando occorre

- Consolidamento solaio

Consolidamento del solaio in seguito ad eventi straordinari (dissesti, cedimenti)

Cadenza: quando occorre

- Ripresa puntuale fessurazioni

Ripresa puntuale delle fessurazioni.

Cadenza: quando occorre

- Pulizia dei giunti strutturali

Pulizia dei giunti presenti all'interfaccia con le strutture esistenti e tra i nuovi elementi strutturali di impalcato, ripristino riempimento o intasamento giunti con materiali secondo indicazioni di progetto.

- Ripristino dell'armatura metallica corrosa

Ripristino dell'armatura metallica corrosa con vernici anticorrosive, malte, trattamenti specifici o l'uso di idonei passivanti per la protezione delle armature.

- Controllo visivo del solaio, di eventuali corrosioni dell'acciaio di armatura o di locali distacchi del copriferro.

Controllo, inoltre, di eventuali infiltrazioni d'acqua o di macchie di umidità, della presenza di lesioni. Verifica dello stato di conservazione del calcestruzzo, controllo del degrado e/o eventuali processi di carbonatazione.

- Pulitura

Pulitura e rimozione del calcestruzzo ammalo rato e/o di sostanze estranee accumulate sulla superficie dell'elemento strutturale mediante spazzolature, idrolavaggi o sabbiature a secco.

### 3.3 UNITA' TECNOLOGICA: SOLAIO PREFABBRICATO ALVEOLARE

Struttura orizzontale alveolare prefabbricata, formata da un volume prismatico di tipo piastra con due dimensioni predominanti (lunghezza e larghezza) rispetto alla terza (altezza della sezione), aventi la funzione di assorbire i carichi presenti a livello dell'impalcato.

Elemento strutturale portante progettato per resistere a fenomeni di pressoflessione, taglio e torsione nei confronti dei carichi trasmessi dalle sollecitazioni connesse con il transito dei mezzi preposti ad operare all'interno dell'area e con la presenza di scaffalature e attrezzature legate alla specifica destinazione d'uso. Il progettista deve verificare che le caratteristiche dei materiali, delle sezioni resistenti nonché i rapporti dimensionali tra le varie parti siano coerenti con tali aspettative. A tale scopo deve verificare che:

- le deformazioni risultino compatibili con le condizioni di esercizio del solaio e degli elementi costruttivi ed impiantistici ad esso collegati;
- vi sia, in base alle resistenze meccaniche dei materiali, un rapporto adeguato tra la sezione delle armature di acciaio, la larghezza delle nervature in conglomerato cementizio, il loro interasse e lo spessore della soletta di completamento in modo che sia assicurata la rigidità nel piano e che sia evitato il pericolo di effetti secondari indesiderati.

Al di sopra dell'elemento prefabbricato è previsto un getto in C.A. collaborante. Ai solai, oltre al compito di garantire la resistenza ai carichi verticali, è richiesta infatti anche rigidità nel proprio piano al fine di distribuire correttamente le azioni orizzontali tra le strutture di fondazione profonde.

#### 3.3.1 REQUISITI E PRESTAZIONI

- Resistenza e stabilità nei confronti dei carichi (pesi propri e sovraccarichi variabili) e delle sollecitazioni come previsti da progetto;
- Attitudine al controllo della freccia massima e contrasto all'insorgere di eventuali deformazioni e cedimenti;
- Caratteristiche dei materiali e prestazioni attese non inferiori a quanto stabilito nel progetto strutturale;
- Regolarità delle finiture

I materiali costituenti i solai devono avere gli strati superficiali in vista privi di difetti, fessurazioni, distacchi, ecc. e/o comunque esenti da caratteri che possano rendere difficile la lettura formale.

Le superfici dei materiali costituenti i solai non devono presentare fessurazioni a vista, né screpolature o sbollature superficiali. Le coloriture devono essere omogenee e non presentare tracce di ripresa di colore, che per altro saranno tollerate solamente su grandi superfici.

- Resistenza meccanica

I solai devono essere idonei a contrastare efficacemente il prodursi di rotture o deformazioni di una certa entità in conseguenza di azioni e sollecitazioni meccaniche, in modo da assicurare la durata e la funzionalità nel tempo senza pregiudicare la sicurezza all'utenza. A tal fine si considerano le seguenti azioni: carichi dovuti al peso proprio e di esercizio, sollecitazioni sismiche, carichi dovuti a dilatazioni termiche, assestamenti e deformazioni di strutture portanti. Comunque,



in relazione alla funzione strutturale, le caratteristiche dei solai devono corrispondere a quelle prescritte dalle leggi e normative vigenti.

I parametri di valutazione della prestazione possono essere il sovraccarico ammissibile espresso in daN oppure la luce limite di esercizio espresso in m.

- Resistenza agli agenti aggressivi

I materiali costituenti i solai non debbono subire dissoluzioni o disgregazioni e mutamenti di aspetto a causa dell'azione di agenti aggressivi chimici.

I materiali costituenti i solai non devono deteriorarsi o comunque perdere le prestazioni iniziali in presenza degli agenti chimici normalmente presenti negli ambienti. I materiali devono comunque consentire le operazioni di pulizia.

### 3.3.2 ANOMALIE RICONTRABILI

- Alterazione finitura superficiale: Mutamento del livello qualitativo della superficie di calcestruzzo con variazioni cromatiche, formazione di sostanze e/o efflorescenze, presenza di fori e porosità di grandezza e distribuzione irregolare e, in generale, aspetto degradato;
- Avvallamenti o pendenze anomale

La pavimentazione presenta zone con avvallamenti e pendenze anomale che ne pregiudicano la planarità. Nei casi più gravi sono indicatori di dissesti statici e di probabile collasso strutturale;

- Deformazioni e spostamenti

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

- Disgregazione

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

- Esposizione dei ferri di armatura

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

- Fessurazioni

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

- Fessurazioni e lesioni

Presenza di rotture singole, ramificate, ortogonale o parallele all'armatura che possono interessare l'intero spessore del manufatto generate da cedimenti strutturali e/o del terreno.

- Penetrazione di umidità

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

### 3.3.3 CONTROLLI ESEGUIBILE DALL'UTENTE

Controllo a vista dello stato di conservazione (presenza di macchie di umidità lesioni o fessurazioni in corrispondenza del tracciato delle travi).

### 3.3.4 CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

Cadenza: ogni 12 mesi

- Controllo strutture

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

### 3.3.5 MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

- Verifica dell'integrità e perpendicolarità della struttura
- Consolidamento solaio

Consolidamento del solaio in seguito ad eventi straordinari (dissesti, cedimenti). Interventi di consolidamento e di ripristino linearità e/o orizzontalità dell'elemento strutturale deformato, anche mediante l'applicazione di elementi aggiuntivi di sostegno.

Cadenza: quando occorre

- Ripresa puntuale fessurazioni

Ripresa puntuale delle fessurazioni mediante attrezzature manuali, malte, georesina, macchine di pompaggio a controllo

Cadenza: quando occorre

- Pulizia dei giunti strutturali

Pulizia dei giunti presenti all'interfaccia con le strutture esistenti e tra i nuovi elementi strutturali di impalcato, e ripristino riempimento o intasamento giunti con materiali secondo indicazioni di progetto.

- Ripresa puntuale fessurazioni

Ripresa puntuale delle fessurazioni e rigonfiamenti localizzati nei rivestimenti.

Cadenza: quando occorre

- Ripristino dell'armatura metallica corrosa

Ripristino dell'armatura metallica corrosa con vernici anticorrosive, malte, trattamenti specifici o l'uso di idonei passivanti per la protezione delle armature.

- Controllo visivo del solaio, di eventuali corrosioni dell'acciaio di armatura o di locali distacchi del copriferro.

Controllo, inoltre, di eventuali infiltrazioni d'acqua o di macchie di umidità, della presenza di lesioni. Verifica dello stato di conservazione del calcestruzzo, controllo del degrado e/o eventuali processi di carbonatazione.

- Pulitura

Pulitura e rimozione del calcestruzzo ammalorato e/o di sostanze estranee accumulate sulla superficie dell'elemento strutturale mediante spazzolature, idrolavaggi o sabbiature a secco.

- Effettuare verifiche e controlli approfonditi, in particolare dopo l'accadimento di calamità naturali (sisma, nubifragi, ecc..)

### 3.4 **UNITA' TECNOLOGICA: SOLAI SU LASTRE CASSERO TIPO PREDALLE**

Solaio costituito da lastre cassero ad orditura monodirezionale e getto di completamento collaborante in calcestruzzo armato con rete elettrosaldata ed idonea armatura integrativa. L'altezza è variabile in funzione delle luci e dei carichi previsti per le diverse destinazioni d'uso.

#### 3.4.1 **ANOMALIE RICONTRABILI**

- Avvallamenti o pendenze anomale a livello della pavimentazione

Le pavimentazioni presentano zone con avvallamenti e pendenze anomale che ne pregiudicano la planarità. Nei casi più gravi sono indicatori di dissesti statici e di probabile collasso strutturale.

- Deformazioni e spostamenti

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

- Disgregazione e distacco superficiale

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

- Esposizione dei ferri di armatura

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

- Fessurazioni e lesioni

Presenza di rotture singole, ramificate, ortogonale o parallele all'armatura che possono interessare l'intero spessore del manufatto, generate da cedimenti strutturali e/o del terreno.

- Mancanza

Caduta e perdita di parti del materiale del manufatto.

- Penetrazione di umidità

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

#### 3.4.2 **CONTROLLI ESEGUIBILI DALL'UTENTE**

Controllo a vista dello stato di conservazione (presenza di macchie di umidità lesioni o fessurazioni in corrispondenza del tracciato delle travi).

### 3.4.3 CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

Cadenza: ogni 12 mesi

- Controllo strutture

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

### 3.4.4 MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

Verifica dell'integrità e perpendicolarità della struttura

- Consolidamento solaio

Consolidamento del solaio in seguito ad eventi straordinari (dissesti, cedimenti). Interventi di consolidamento e di ripristino linearità e/o orizzontalità dell'elemento strutturale deformato, anche mediante l'applicazione di elementi aggiuntivi di sostegno.

Cadenza: quando occorre

- Ripresa puntuale fessurazioni

Ripresa puntuale delle fessurazioni mediante attrezzature manuali, malte, georesina, macchine di pompaggio a controllo

Cadenza: quando occorre

- Pulizia dei giunti strutturali

Pulizia dei giunti presenti all'interfaccia con le strutture esistenti e tra i nuovi elementi strutturali di impalcato, e ripristino riempimento o intasamento giunti con materiali secondo indicazioni di progetto.

- Ripresa puntuale fessurazioni

Ripresa puntuale delle fessurazioni e rigonfiamenti localizzati nei rivestimenti.

Cadenza: quando occorre

- Ripristino dell'armatura metallica corrosa

Ripristino dell'armatura metallica corrosa con vernici anticorrosive, malte, trattamenti specifici o l'uso di idonei passivanti per la protezione delle armature.

- Controllo visivo del solaio, di eventuali corrosioni dell'acciaio di armatura o di locali distacchi del copriferro.

Controllo, inoltre, di eventuali infiltrazioni d'acqua o di macchie di umidità, della presenza di lesioni. Verifica dello stato di conservazione del calcestruzzo, controllo del degrado e/o eventuali processi di carbonatazione.

- Pulitura

Pulitura e rimozione del calcestruzzo ammalorato e/o di sostanze estranee accumulate sulla superficie dell'elemento strutturale mediante spazzolature, idrolavaggi o sabbiature a secco.

Effettuare verifiche e controlli approfonditi, in particolare dopo l'accadimento di calamità naturali (sisma, nubifragi, ecc..)

### 3.5 UNITA' TECNOLOGICA: PILASTRI PREFABBRICATI

I pilastri sono elementi architettonici e strutturali verticali portanti, che trasferiscono i carichi della sovrastruttura alle strutture di ricezione delle parti sottostanti indicate a riceverli. I pilastri prefabbricati sono costituiti da elementi monodimensionali il cui dimensionamento varia in funzione delle diverse condizioni di carico, delle luci e dell'interasse fra telai.

#### 3.5.1 ANOMALIE RICONTRABILI

- Alveolizzazione

Degradazione che si manifesta con la formazione di cavità di forme e dimensioni variabili. Gli alveoli sono spesso interconnessi e hanno distribuzione non uniforme.

- Cavillature superficiali

Sottile trama di fessure sulla superficie del calcestruzzo.

- Corrosione

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

- Deformazioni e spostamenti

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

- Disgregazione e distacco

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

Disgregazione e distacco di parti notevoli del materiale che può manifestarsi anche mediante espulsione di porzioni di elemento.

- Efflorescenze

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

- Erosione superficiale

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

- Esfoliazione

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

- Esposizione dei ferri di armatura

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

- Fessurazioni

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

- Fessurazioni e lesioni

Presenza di rotture singole, ramificate, ortogonale o parallele all'armatura che possono interessare l'intero spessore del manufatto generate da cedimenti strutturali e/o del terreno.

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

- Mancanza

Caduta e perdita di parti del materiale del manufatto.

- Penetrazione di umidità

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

- Polverizzazione

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

- Rigonfiamento

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

Ben riconoscibile essendo dato dal tipico andamento "a bolla" combinato all'azione della gravità.

- Scheggiature

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

- Spalling

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

- Basso grado di riciclabilità

Utilizzo nelle fasi manutentive di materiali, elementi e componenti con un basso grado di riciclabilità.

- Impiego di materiali non durevoli

Impiego di materiali non durevoli nelle fasi manutentive degli elementi.

### 3.5.2 CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

Cadenza: ogni 12 mesi

- Controllo di eventuale quadro fessurativo

Attraverso un esame visivo del quadro fessurativo approfondire ed analizzare eventuali dissesti strutturali anche con l'ausilio di indagini strumentali in situ per verificare il rispetto del requisito di resistenza meccanica.

- Controllo di deformazioni e/o spostamenti

Controllare eventuali deformazioni e/o spostamenti dell'elemento strutturale dovuti a cause esterne che ne alterano la normale configurazione.

Cadenza: quando occorre

- Controllo del grado di riciclabilità

Controllare che nelle fasi manutentive vengano impiegati materiali,, elementi e componenti con un elevato grado di riciclabilità.

- Controllo impiego di materiali durevoli

Verificare che nelle fasi manutentive degli elementi vengano utilizzati componenti caratterizzati da una durabilità elevata.

### 3.6 UNITA' TECNOLOGICA: STRUTTURE IN ELEVAZIONE IN ACCIAIO

Si definiscono strutture in elevazione gli insiemi degli elementi tecnici del sistema edilizio aventi la funzione di resistere alle azioni di varia natura agenti sulla parte di costruzione fuori terra, trasmettendole alle strutture di fondazione e quindi al terreno. In particolare le strutture verticali sono costituite da aste rettilinee snelle collegate fra loro in punti detti nodi secondo una disposizione geometrica realizzata in modo da formare un sistema rigidamente indeformabile. Le strutture in acciaio si possono distinguere in: strutture in carpenteria metallica e sistemi industrializzati. Le prime, sono caratterizzate dall'impiego di profilati e laminati da produzione siderurgica e successivamente collegati mediante unioni (bullonature, saldature, ecc.); le seconde sono caratterizzate da un numero ridotto di componenti base assemblati successivamente a seconde dei criteri di compatibilità.

#### 3.6.1 REQUISITI E PRESTAZIONI

- Resistenza agli agenti aggressivi

Le strutture di elevazione non debbono subire dissoluzioni o disgregazioni e mutamenti di aspetto a causa dell'azione di agenti aggressivi chimici. Le strutture di elevazione dovranno conservare nel tempo, sotto l'azione di agenti chimici (anidride carbonica, solfati, ecc.) presenti in ambiente, le proprie caratteristiche funzionali.

Per i livelli minimi si rimanda alle prescrizioni di legge e di normative vigenti in materia. In particolare: D.M.17.1.2018 (Norme tecniche per le costruzioni) e Circolare 21.1.2019, n.7 (Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 17.1.2018).

- (Attitudine al) controllo delle dispersioni elettriche

Le strutture di elevazione dovranno in modo idoneo impedire eventuali dispersioni elettriche. Tutte le parti metalliche facenti parte delle strutture di elevazione dovranno essere connesse ad impianti di terra mediante dispersori. In modo che esse vengano a trovarsi allo stesso potenziale elettrico del terreno.

- Resistenza meccanica

Le strutture di elevazione dovranno essere in grado di contrastare le eventuali manifestazioni di deformazioni e cedimenti rilevanti dovuti all'azione di determinate sollecitazioni (carichi, forze sismiche, ecc.). Le strutture di elevazione, sotto l'effetto di carichi statici, dinamici e accidentali devono assicurare stabilità e resistenza. Per i livelli minimi si rimanda alle prescrizioni di legge e di normative vigenti in materia. In particolare D.M.17.1.2018 (Norme tecniche per le costruzioni) e la Circolare 21.1.2019, n.7 (Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 17.1.2018).

- Resistenza al fuoco

La resistenza al fuoco rappresenta l'attitudine degli elementi che costituiscono le strutture a conservare, in un tempo determinato, la stabilità (R), la tenuta (E) e l'isolamento termico (I). Essa è intesa come il tempo necessario affinché la struttura raggiunga uno dei due stati limite di stabilità e di integrità, in corrispondenza dei quali non è più in grado sia di reagire ai carichi applicati sia di impedire la propagazione dell'incendio.



Gli elementi delle strutture di elevazione devono presentare una resistenza al fuoco (REI) non inferiore a quello determinabile in funzione del carico d'incendio, secondo le modalità specificate nel D.M. 9.3.2007. In particolare gli elementi costruttivi delle strutture di elevazione devono avere la resistenza al fuoco indicata di seguito, espressa in termini di tempo entro il quale le strutture di elevazioni conservano stabilità, tenuta alla fiamma, ai fumi ed isolamento termico.

- Resistenza al gelo

Le strutture di elevazione non dovranno subire disgregazioni e variazioni dimensionali e di aspetto in conseguenza della formazione di ghiaccio. Le strutture di elevazione dovranno conservare nel tempo le proprie caratteristiche funzionali se sottoposte a cause di gelo e disgelo. In particolare all'insorgere di pressioni interne che ne provocano la degradazione. I valori minimi variano in funzione del materiale impiegato. La resistenza al gelo viene determinata secondo prove di laboratorio su provini di calcestruzzo (provenienti da getti effettuati in cantiere, confezionato in laboratorio o ricavato da calcestruzzo già indurito) sottoposti a cicli alternati di gelo (in aria raffreddata) e disgelo (in acqua termostattizzata). Le misurazioni della variazione del modulo elastico, della massa e della lunghezza ne determinano la resistenza al gelo.

- Resistenza al vento

Le strutture di elevazione debbono resistere alle azioni e depressioni del vento tale da non compromettere la stabilità e la funzionalità degli elementi che le costituiscono. Le strutture di elevazione devono resistere all'azione del vento tale da assicurare durata e funzionalità nel tempo senza compromettere la sicurezza dell'utenza. L'azione del vento da considerare è quella prevista dal D.M. 17.1.2018 (che divide convenzionalmente il territorio italiano in zone), tenendo conto dell'altezza della struttura e del tipo di esposizione.

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

La vita nominale di un'opera strutturale  $V_N$  è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. Il periodo di riferimento  $V_R$  di una costruzione, valutato moltiplicando la vita nominale  $V_n$  (espressa in anni) per il coefficiente d'uso della costruzione  $C_u$  ( $V_r = V_n C_u$ ), riveste notevole importanza in quanto, assumendo che la legge di ricorrenza dell'azione sismica sia un processo Poissoniano, è utilizzato per valutare, fissata la probabilità di superamento  $P(V_r)$  corrispondente allo stato limite considerato (Tabella 3.2.1 della NTC), il periodo di ritorno  $T_r$  dell'azione sismica cui fare riferimento per la verifica. Per assicurare alle costruzioni un livello di sicurezza antisismica minimo irrinunciabile le NTC impongono, se  $V_r \leq 35$  anni, di assumere comunque  $V_r = 35$  anni.

- Utilizzo di materiali, elementi e componenti a ridotto carico ambientale

I materiali e gli elementi selezionati, durante il ciclo di vita utile dovranno assicurare emissioni ridotte di inquinanti oltre ad un ridotto carico energetico. La selezione dei materiali da costruzione deve, quindi, essere effettuata tenendo conto delle principali categorie di impatti ambientali: eutrofizzazione, cambiamenti climatici, acidificazione, riduzione dello strato di ozono extratmosferico, smog fotochimico, inquinamento del suolo e delle falde acquifere. Tali impatti dipendono dalle caratteristiche dei processi produttivi e anche dalla distanza della fonte di approvvigionamento rispetto al cantiere di costruzione del manufatto edilizio, in tale ottica è opportuno privilegiare materiali provenienti da siti di produzione limitrofi al luogo di costruzione, prendendo in considerazione anche la tipologia dei mezzi che sono utilizzati in relazione ai processi

di trasporto. Inoltre, gli impatti ambientali possono dipendere dalle risorse da cui derivano. Sono da privilegiare quelli derivanti da risorse rinnovabili, pur considerando che la scelta di un materiale dipende anche da altri requisiti che possono giustificare soluzioni tecnologiche differenti. I parametri relativi all'utilizzo di materiali ed elementi e componenti a ridotto carico ambientale dovranno rispettare i limiti previsti dalla normativa vigente

- Utilizzo di materiali, elementi e componenti riciclati

Per diminuire la quantità di rifiuti dai prodotti, dovrà essere previsto l'utilizzo di materiali riciclati. Nella scelta dei componenti, elementi e materiali, valutare con attenzione quelli che potenzialmente possono essere avviati al riciclo. Calcolare la percentuale di materiali da avviare ai processi di riciclaggio. Determinare la percentuale in termini di quantità (kg) o di superficie (mq) di materiale impiegato nell'elemento tecnico in relazione all'unità funzionale assunta.

- Gestione ecocompatibile del cantiere

Salvaguardia dell'ambiente attraverso la gestione ecocompatibile del cantiere durante le fasi manutentive. Durante le fasi di manutenzione degli elementi dell'opera, dovranno essere limitati i consumi energetici ed i livelli di inquinamento ambientale anche in funzione delle risorse utilizzate e nella gestione dei rifiuti. Utilizzo di materiali e componenti con basse percentuali di interventi manutentivi nel rispetto dei criteri dettati dalla normativa di settore.

- Utilizzo di tecniche costruttive che facilitino il disassemblaggio a fine vita

Utilizzo razionale delle risorse attraverso la selezione di tecniche costruttive che rendano agevole il disassemblaggio alla fine del ciclo di vita. Nella fase di progettazione fare prevalere la scelta su sistemi costruttivi che facilitano la smontabilità dei componenti ed i successivi processi di demolizione e recupero dei materiali. Nella fase progettuale bisogna garantire una adeguata percentuale di sistemi costruttivi che facilitano il disassemblaggio alla fine del ciclo di vita.

- Demolizione selettiva

Demolizione selettiva attraverso la gestione razionale dei rifiuti. In fase progettuale selezionare componenti che facilitano le fasi di disassemblaggio e demolizione selettiva, agevolando la separabilità dei componenti e dei materiali. Verifica della separabilità dei componenti secondo il principio assenza – presenza per i principali elementi tecnici costituenti il manufatto edilizio.

- Utilizzo di materiali, elementi e componenti ad elevato potenziale di riciclabilità

Utilizzo di materiali, elementi e componenti con un elevato grado di riciclabilità. Nelle scelte progettuali di materiali, elementi e componenti si dovrà tener conto del loro grado di riciclabilità in funzione dell'ubicazione del cantiere, del loro ciclo di vita, degli elementi di recupero, ecc. Calcolare la percentuale di materiali da avviare ai processi di riciclaggio. Determinare la percentuale in termini di quantità (kg) o di superficie (mq) di materiale impiegato nell'elemento tecnico in relazione all'unità funzionale assunta.

- Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità

Utilizzo razionale delle risorse attraverso l'impiego di materiali con una elevata durabilità. Nelle fasi progettuali dell'opera individuare e scegliere elementi e componenti caratterizzati da una durabilità elevata. Nella fase progettuale bisogna garantire una adeguata percentuale di elementi costruttivi caratterizzati da una durabilità elevata.

### 3.6.2 ANOMALIE RICONTRABILI

- Avvallamenti o pendenze anomale dei pavimenti

Le pavimentazioni presentano zone con avvallamenti e pendenze anomale che ne pregiudicano la planarità. Nei casi più gravi sono indicatori di dissesti statici e di probabile collasso strutturale.

- Corrosione

Corrosione degli elementi metallici per perdita del requisito di resistenza agli agenti aggressivi chimici e/o per difetti del materiale.

- Deformazione

Variazione geometriche e morfologiche dei profili e degli elementi strutturali (travi principali, travetti, lamiere ed eventuali irrigidimenti e nervature) o comunque non più affidabili sul piano statico.

- Deformazioni e spostamenti

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

- Distacco

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

- Imbozzamento

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

- Snervamento

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

- Impiego di materiali non durevoli

Impiego di materiali non durevoli nelle fasi manutentive degli elementi.

- Basso grado di riciclabilità

Utilizzo nelle fasi manutentive di materiali, elementi e componenti con un basso grado di riciclabilità.

### 3.6.3 CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

Cadenza: ogni 12 mesi

- Controllo strutture

Controllo delle parti in vista finalizzato alla ricerca di anomalie che possano anticipare l'insorgenza di fenomeni di dissesto e/o cedimenti strutturali.

Cadenza: quando occorre

- Controllo impiego di materiali durevoli

Verificare che nelle fasi manutentive degli elementi vengano utilizzati componenti caratterizzati da una durabilità elevata.

- Controllo del grado di riciclabilità

Controllare che nelle fasi manutentive vengano impiegati materiali, elementi e componenti con un elevato grado di riciclabilità.

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

Cadenza: a guasto

- Consolidamento solaio

Consolidamento del solaio in seguito ad eventi straordinari (dissesti, cedimenti) o a cambiamenti architettonici di destinazione o dei sovraccarichi.

- Interventi sulle strutture

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

## 4 COPERTURA

### 4.1 GENERALE

La manutenzione preventiva consiste nella cura e nel servizio da parte di personale con lo scopo di mantenere l'equipaggiamento e le strutture in condizioni di operabilità soddisfacente per fornire ispezioni sistematiche, individuare e correggere i guasti prima che essi occorrano o prima che essi si sviluppino in grossi difetti. A causa dell'eccezionalità della struttura, è fortemente raccomandata l'esecuzione dell'ispezione da parte di personale specializzato.

### 4.2 FREQUENZA E INTENSITÀ DELLE ISPEZIONI

Controlli simili a quelli regolati nella DIN 1076 per il monitoraggio e l'ispezione della stabilità e per la sicurezza del traffico sui ponti, strade e autostrade sono in generale validi per tutte le strutture d'ingegneria civile. Lo scopo, natura e intervalli devono essere stabiliti in accordo alla DIN 1076.

Questo comporta in particolare:

È richiesto un monitoraggio continuo mediante la gestione dell'impianto. Se saranno rilevati cambiamenti nella struttura, sarà necessario svolgere un'ispezione più dettagliata.

Un'ispezione standard almeno una volta l'anno svolta da personale specializzato.

Ispezione completa ogni 5 anni svolta da un ingegnere qualificato, dopo 15 anni con frequenza di 3 anni

Ispezioni per ragioni particolari. Queste ispezioni sono necessarie dopo eventi meteorologici estremi e altri eventi che possano avere un impatto sulla struttura. Queste ispezioni sono generalmente dello stesso scopo dell'ispezione generale.

### 4.3 ELEMENTI DI MANUTENZIONE:

#### 4.3.1 CORROSIONE DELL'ACCIAIO

Tutte le membrature di acciaio, componenti di fissaggio etc. devono essere ispezionati alla corrosione. La natura e l'estensione della corrosione dovranno essere registrate. Nei punti in cui sarà individuata corrosione, essa dovrà essere rimossa e dovrà essere applicato un trattamento anticorrosivo sulle superfici. Unioni imbullonate corrose dovranno essere sostituite.

#### 4.3.2 SISTEMA DI DRENAGGIO:

##### 4.3.2.1 ACCUMULO DI SPORCIZIA

I vasi di drenaggio devono essere liberi da foglie o qualsiasi altro elemento che possa bloccarne le uscite. Ispezione visiva regolare e pulizia sono necessarie.

#### 4.3.2.2 RISTAGNAMENTO

La struttura deve essere monitorata a seguito di forti piogge per assicurare che non vi siano ristagnamenti d'acqua. Se ristagnamenti sono individuati, essi devono essere rimossi immediatamente.

Le ragioni per le quali si formano ristagnamenti devono essere individuate, registrate e rimosse.