

## FUTURA



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



Ministero dell'Istruzione  
e del Merito

## LA SCUOLA PER L'ITALIA DI DOMANI



Italiadomani  
PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA



comune di trieste  
piazza Unità d'Italia 4  
34121 Trieste  
www.comune.trieste.it  
partita iva 00210240321

### Comune di Trieste – Dipartimento Territorio, Ambiente, lavori Pubblici e Patrimonio SERVIZIO EDILIZIA SCOLASTICA E SPORTIVA

Interventi per il miglioramento sismico e l'adeguamento  
alle norme di prevenzione incendi del complesso scolastico  
di via Tigor n.3, via Colonna n.1, via Madonna del mare n.11  
a Trieste

Opera 22106 - CUP: F92C22000090006 - CIG A004A6DBD8

## PERIZIA SUPPLETIVA E DI VARIANTE N° 2

RUP

ing. Giulio BERNETTI

DIREZIONE LAVORI  
SERTECO Srl

Direttore dei lavori

ing. arch. Enrico BELTRAME

STI Engineering Srl

Direttore operativo impianti

ing. Roberto BAGATTO

Archeologa

dott.ssa arch. Lisa ZENAROLLA

Geologo

dott. geol. Massimo Valent

Tecnico acustico

ing. Alberto ASQUINI



## Piano di manutenzione

PV2 - Strutture - Piano di manutenzione	Pag. 1/15	Redatto da: ing. arch. E. Beltrame
162_348PV2STRREL04R0 - Piano di manutenzione		Data: 12.03.2025

REV.	DATA	MOTIVO EMISSIONE	RED.	VER.	APP.
8					
7					
6					
5					
4					
3					
2					
1					
0	12.03.2025	Prima emissione	EB	SD	EB

TUTTI I DIRITTI SONO RISERVATI - Questo documento è di proprietà esclusiva della Serteco Servizi Tecnici Coordinati Srl sul quale si riserva ogni diritto. Pertanto questo documento non può essere copiato, riprodotto, comunicato o divulgato ad altri o usato in qualsiasi maniera, nemmeno per fini sperimentali, senza autorizzazione scritta dalla Serteco Servizi Tecnici Coordinati Srl e su richiesta dovrà essere prontamente reinvio alla Serteco Servizi Tecnici Coordinati Srl Udine, Italia.

ALL RIGHTS RESERVED - This document is the exclusive property of Serteco Servizi Tecnici Coordinati Srl which reserves all rights thereto. Therefore this document may not be copied, reproduced, communicated or disclosed to others or used in any way, not even for experimental purposes, without written permission of Serteco Servizi Tecnici Coordinati Srl , and upon request it shall be promptly returned to Serteco Servizi Tecnici Coordinati Srl , Udine, Italy.

## PERIZIA SUPPLETIVA E DI VARIANTE N° 2

### PIANO DI MANUTENZIONE

#### Sommario

1	Premessa	4
2	Generalità	5
2.1	Inquadramento dell'intervento	5
2.2	Caratteristiche dell'intervento	5
2.3	Documenti di riferimento	5
3	Manuale d'uso	6
3.1	Avvertenze d'uso	6
4	Manuale di manutenzione	7
4.1	Opere strutturali	8
4.1.1	Fondazioni	8
4.1.2	Strutture in calcestruzzo fuori terra	8
4.1.3	Opere in carpenteria metallica	9
4.1.4	Strutture in muratura ordinaria e rinforzata	10
5	Programma di manutenzione	11
5.1	Sottoprogramma delle prestazioni	11
5.2	Sottoprogramma controlli sulle strutture	12
5.3	Sottoprogramma manutenzioni	14
6	Controlli in seguito ad evento sismico	15

## 1 Premessa

Il presente piano di manutenzione dell'opera, redatto ai sensi del punto 10.1 D.M. 17-01-2018, è relativo ai lavori di miglioramento sismico del complesso scolastico ubicato via Tigor n. 3, via Colonna n. 1 e via Madonna del Mare n. 11, a Trieste (TS).

Esso ha la finalità di prevedere, pianificare e programmare l'attività di manutenzione dell'intervento al fine di mantenere nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l'efficienza ed il valore economico delle opere oggetto dell'intervento.

Il piano di manutenzione è composto dai seguenti documenti operativi:

- manuale d'uso;
- manuale di manutenzione;
- programma di manutenzione.

Il presente piano deve essere aggiornato al termine dei lavori a cura della direzione lavori con le specifiche dei materiali ed accessori realmente utilizzati, ed integrato con disegni "come costruito".

## 2 Generalità

### 2.1 Inquadramento dell'intervento

Il presente piano di manutenzione è relativo alle opere di miglioramento sismico del complesso scolastico ubicato via Tigor n. 3, via Colonna n. 1 e via Madonna del Mare n. 11, a Trieste (TS).

### 2.2 Caratteristiche dell'intervento

Dal punto di vista strutturale gli interventi previsti per il fabbricato saranno i seguenti:

- Rinforzo degli elementi in muratura con sistema CRM, al fine di migliorare il comportamento sotto sisma;
- Rinforzo dei solai di piano per irrigidimento e rinforzo;
- Realizzazione di travi in c.a. per garantire la distribuzione delle forze sismiche di piano dai solai alle murature;
- Rinforzo delle fondazioni mediante cordolature in c.a.;
- Realizzazione di un giunto sismico, che va a suddividere i due corpi che formano il complesso scolastico, per raggiungere una maggiore regolarità.

### 2.3 Documenti di riferimento

Sono da considerarsi complementari ed integranti il presente piano di manutenzione delle strutture i seguenti elaborati:

- Fascicolo adattato dell'opera: contiene informazioni relativamente agli aspetti connessi con la sicurezza:
  - pericoli che possono presentarsi nel corso di lavori di manutenzione;
  - dispositivi e/o provvedimenti programmati per prevenire tali rischi;
  - equipaggiamenti in dotazione dell'opera (riepilogo della documentazione tecnica ed istruzioni per interventi di urgenza);
- Relazioni di collaudo e dichiarazioni di corretta e conforme installazione delle diverse unità tecnologiche.

È compito della direzione lavori l'acquisizione delle relazioni di collaudo, delle specifiche istruzioni di montaggio e delle dichiarazioni di conformità finalizzata alla verifica ed all'aggiornamento dei dati contenuti nel presente piano di manutenzione.

## 3 Manuale d'uso

Il manuale d'uso si riferisce all'uso delle parti più importanti del bene; questo 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.

### 3.1 Avvertenze d'uso

La funzionalità delle strutture è garantita dal mantenimento delle stesse in perfetto stato di integrità, in caso di interventi di modifica o manutenzione delle sovrastrutture occorre accertarsi che ne siano mantenute le caratteristiche strutturali e dimensionali. Le caratteristiche dimensionali delle opere e la loro ubicazione sono illustrate nelle allegate tavole progettuali.

PV2 - Strutture - Piano di manutenzione	Pag. 6/15	Redatto da: ing. arch. E. Beltrame
162_348PV2STRREL04R0 -Piano di manutenzione		Data: 12.03.2025

## 4 Manuale di manutenzione

Si riferisce alla manutenzione delle parti strutturali. Esso fornisce, in relazione alle caratteristiche dei materiali o dei componenti interessati, le indicazioni necessarie per la corretta manutenzione.

Il manuale di manutenzione contiene le seguenti informazioni:

descrizione delle risorse necessarie per l'intervento manutentivo;

- il livello minimo delle prestazioni;
- le anomalie riscontrabili ed il tipo di controlli da effettuare;
- la descrizione delle manutenzioni necessarie.

Si considera un approccio manutentivo di tipo ibrido:

- di "vita sicura": prevede il mantenimento delle condizioni generali di integrità strutturale per tutta la vita dell'opera, con eventuali attività manutentive di tipo preventivo;
- a "guasto": l'intervento è conseguente alla perdita di funzionalità del componente in esame, dovuta a danneggiamenti puntuali o rotture (eventi accidentali).

In particolare, per le opere complementari, è utilizzato il criterio di intervento "a guasto", che consiste nella sostituzione degli elementi danneggiati.

Gli interventi di manutenzione vengono decisi in base al raffronto fra le prestazioni offerte dall'elemento in questione, così come sono accertate e rilevate in fase di ispezione, e i livelli minimi di prestazione richiesti per il corretto e funzionale esercizio, tenendo conto della velocità dell'evoluzione del degrado, per ottenere il massimo dell'economia di gestione. Ciò si esplica attraverso le seguenti attività:

- rilevamento dello stato di conservazione (ispezione);
- interpretazione dell'evoluzione del degrado rispetto a controlli precedenti (rielaborazione in base ai dati storici);
- valutazione del livello di degrado raggiunto e del degrado "atteso" ed individuazione delle relative necessità di intervento;
- programmazione degli interventi di manutenzione.

Nei paragrafi successivi sono descritte per le attività manutentive più ricorrenti le indicazioni tecniche principali.

## 4.1 Opere strutturali

### 4.1.1 Fondazioni

#### CONTROLLI

Le fondazioni non presentano particolari problemi dal punto di vista manutentivo.

L'ispezione del manufatto deve individuare:

- il controllo dello stato delle armature identificando eventuali fenomeni di corrosione;
- il controllo dell'integrità del calcestruzzo;
- individuazioni di eventuali fessurazioni o cedimenti che possano rappresentare pericoli per la sicurezza e la incolumità di persone e cose.

#### MANUTENZIONE

Applicazione di vernici passivanti e sigillatura di eventuali cavillature da ritiro con idoneo materiale.

### 4.1.2 Strutture in calcestruzzo fuori terra

#### CONTROLLI

L'ispezione dei manufatti in cls deve individuare e quantificare il livello di degrado raggiunto dalle strutture. In

particolare si rilevano anomalie ricorrenti quali:

- Presenza di ruggine
- Ripristini ammalorati
- Presenza di sali
- Porosità del cls
- Dilavamento
- Presenza di vespai
- Rigonfiamenti del cls
- Sgretolamento del cls
- Lesioni
- Permeazione
- Stillicidi
- Ferri a vista
- Distacchi
- Lesioni passanti



## MANUTENZIONE

In assenza di eventi eccezionali, la manutenzione periodica riguarda sostanzialmente il ripristino superficiale dei calcestruzzi e la verniciatura protettiva degli stessi.

Il primo tipo di intervento consiste nella ricostruzione localizzata dei copriferrì eventualmente danneggiati, previa sabbiatura, protezione delle armature esposte e rinvivatura delle superfici.

Il secondo tipo di intervento consiste nella protezione generalizzata del cls, con funzione di rallentare il fenomeno di carbonatazione.

È compresa nelle operazioni di manutenzione la stuccatura di eventuali lesioni che dovessero manifestarsi sulle strutture in calcestruzzo.

### 4.1.3 Opere in carpenteria metallica

## CONTROLLI

L'ispezione delle strutture metalliche è finalizzata a verificare:

- presenza di zone soggette ad aggressione chimica (fenomeni di ossidazione/corrosione);
- integrità delle giunzioni imbullonate;
- integrità delle giunzioni saldate;
- presenza di eventuali cricche/lesioni.

## MANUTENZIONE

In assenza di indicazioni specifiche determinate dall'attività ispettiva, la manutenzione periodica riguarda sostanzialmente il ripristino della vernice superficiale ed il serraggio delle giunzioni imbullonate

Per le strutture in esame è stata stabilita una categoria di corrosività C5, per la quale si stima una perdita dello spessore di zincatura pari a circa 8  $\mu\text{m}$  l'anno. Pertanto, occorre verificare periodicamente lo spessore di zincatura e procedere all'integrazione dello stesso in caso si riscontrassero anomalie o comunque dopo un periodo che non supera i 15 anni.

## 4.1.4 Strutture in muratura ordinaria e rinforzata

### CONTROLLI

La realizzazione di strutture in muratura ordinaria non presenta particolari problemi dal punto di vista manutentivo.

L'ispezione del manufatto deve individuare:

- presenza di umidità;
- degrado dovuto ad infiltrazioni di umidità o perdite dagli impianti tecnologici;
- individuazioni di eventuali fessurazioni o cedimenti che possano rappresentare pericoli per la sicurezza e la incolumità di persone e cose;
- distacco degli elementi in laterizio.

### MANUTENZIONE

Ripristino dello strato protettivo mediante l'impiego di prodotti chimici che non vadano ad alterare le caratteristiche meccaniche degli elementi. Nell'eventualità che ci siano delle parti ammalorate dovute a penetrazioni di umidità è necessario procedere alla pulizia approfondita e saturazione di eventuali fessurazioni preferenziali dovute alla percolazione dell'acqua. In caso ci siano delle parti ammalorate identificate dalla presenza di fessurazioni la manutenzione si basa sulla ripresa delle fessure di spessore superiore a 0,5 mm con pulizia accurata e iniezione locale di resine epossidiche; fessurazioni maggiori possono essere recuperate con iniezioni locali di miscele cementizie o con l'adozione di tecniche di ricostruzione tipo "cuci-scuci", che dovranno essere comunque precedute dall'analisi approfondita delle cause della loro formazione e dagli interventi necessari a ripristinare la stabilità delle strutture in muratura e ad evitare la loro riformazione.

## 4.1.5 Rinforzi strutturali in FRP

### CONTROLLI

Realizzazione di rinforzi mediante applicazione di tessuti monodirezionali in fibre di carbonio.

L'ispezione del manufatto deve individuare:

- il controllo dello stato delle armature identificando eventuali fenomeni di corrosione;
- il controllo dell'integrità del calcestruzzo;
- controllo dell'integrità dei tessuti e di possibili fenomeni di distacco
- individuazioni di eventuali fessurazioni o cedimenti che possano rappresentare pericoli per la sicurezza e la incolumità di persone e cose.

PV2 - Strutture - Piano di manutenzione	Pag. 10/15	Redatto da: ing. arch. E. Beltrame
162_348PV2STRREL04R0 - Piano di manutenzione		Data: 12.03.2025

## MANUTENZIONE

Applicazione di vernici passivanti e sigillatura di eventuali cavillature da ritiro con idoneo materiale.

Ripristino delle condizioni di aderenza tra il tessuto in carbonio e l'esistente.

### 5 Programma di manutenzione

Al fine di una corretta gestione della struttura gli interventi di manutenzione dovranno seguire delle scadenze e dei programmi temporali. Il programma di manutenzione si articola in tre sottoprogrammi, relativi alle prestazioni, ai controlli ed agli interventi di manutenzione. Si prevede un sistema di controlli che aggiorni e verifichi il programma attualmente previsto.

#### 5.1 Sottoprogramma delle prestazioni

Prende in esame le prestazioni fornite dal bene e dalle sue parti nel corso del suo ciclo di vita.

Si prevede il decadimento delle prestazioni fornite da ciascun elemento nel tempo secondo leggi variabili da opera ad opera ed in funzione dell'aggressività ambientale, dei carichi. Le ispezioni a cadenza periodica rilevano i parametri necessari a definire il livello prestazionale raggiunto dagli elementi in esame ed a definire le eventuali necessità manutentive.

SOTTO PROGRAMMA PRESTAZIONI			
DESCRIZIONE	OGGETTO	PRESTAZIONI RICHIESTE	CICLO DI VITA UTILE (anni)
Opere strutturali	Fondazioni	Resistenza meccanica, durabilità e funzionalità	50
Opere strutturali	Strutture in cls armato fuori terra	Resistenza meccanica, durabilità e funzionalità	50
Opere strutturali	Strutture in carpenteria metallica	Resistenza meccanica, resistenza agli elementi aggressivi	50
Opere strutturali	Pareti in muratura ordinaria e rinforzata	Resistenza meccanica, durabilità e funzionalità	50
Connessioni	Unioni saldate e bullonate	Resistenza meccanica, resistenza alla corrosione, durabilità	50
Rinforzi in F.R.P.	Rinforzi in FRP	Resistenza meccanica, durabilità e funzionalità	50

## 5.2 Sottoprogramma controlli sulle strutture

Il sottoprogramma ispezioni definisce il programma delle verifiche e dei controlli al fine di rilevare il livello prestazionale (qualitativo e quantitativo) nei successivi momenti della vita del bene, individuando la dinamica della caduta delle prestazioni aventi come estremi il valore di collaudo e quello minimo di norma.

La maggiore difficoltà che si incontra è stabilire a priori l'andamento nel tempo del degrado delle opere in quanto questo dipende da svariati fattori come la qualità dell'esecuzione e dei materiali, l'intensità delle azioni, sia ambientali (chimico-fisiche) che meccaniche (il traffico), fattori dei quali solo una certa quota parte può essere conosciuta e valutata al momento del progetto. Il sottoprogramma ispezioni indica quali controlli effettuare e con quale frequenza.

SOTTOPROGRAMMA CONTROLLI				
DESCRIZIONE CONTROLLO VISITA	ISPETTIVA	APPROFONDITA	VISITA ISPETTIVA DI SORVEGLIANZA	RILIEVO STRUMENTALE
Fondazioni	Controllo, delle condizioni del calcestruzzo; eventuali fenomeni di fessurazioni e carbonatazione	Quinquennale	Triennale	Quinquennale
Strutture in c.a. fuori terra	Controllo dello stato di degrado delle strutture gettate in opera. Controllo di eventuali fenomeni di fessurazioni e carbonatazione nella zona in prossimità delle pareti in c.a. e dei pilastri. Individuazioni di eventuali anomalie che possano rappresentare pericoli per la sicurezza e la incolumità di persone e cose.	Quinquennale	Triennale	Quinquennale
Strutture in carpenteria metallica	Controllo della presenza di zone soggette ad aggressione chimica (fenomeni di ossidazione / corrosione); integrità delle giunzioni imbullonate; integrità delle giunzioni saldate; presenza di eventuali cricche/lesioni.	Triennale	Annuale	Triennale

SOTTOPROGRAMMA CONTROLLI				
DESCRIZIONE CONTROLLO VISITA	ISPETTIVA	APPROFONDITA	VISITA ISPETTIVA DI SORVEGLIANZA	RILIEVO STRUMENTALE
Pareti in muratura ordinaria e rinforzata	Le superfici delle pareti non devono presentare anomalie e/o comunque fessurazioni, screpolature, sbollature superficiali. In presenza di fessurazioni o lesioni o di deformazioni orizzontali e verticali; messa in opera di misuratori analogici o digitali oppure eventuale controllo delle deformazioni con prova di carico localizzata	Triennale	Triennale	Occorrenza
Unioni saldate	Controllo della continuità delle parti saldate e dell'assenza di anomalie evidenti	Triennale	Annuale	Triennale
Unioni bullonate	Controllo degli elementi di giunzione tra parti e verifica della giusta tenuta di serraggio.	Triennale	Annuale	Triennale
Rinforzi in FRP	Controllo, delle condizioni del calcestruzzo; eventuali fenomeni di fessurazioni e carbonatazione; verifica di integrità e adesione dei tessuti all'esistente.	Quinquennale	Triennale	Quinquennale

## 5.3 Sottoprogramma manutenzioni

Riporta in ordine temporale i differenti interventi di manutenzione, al fine di fornire le informazioni per una corretta conservazione del bene.

In accordo con l'approccio manutentivo prescelto, le attività sotto-elencate rientrano nei criteri d'intervento "a vita sicura" (con la definizione di intervalli temporali) o "a guasto" (l'intervento è conseguente al danneggiamento dell'elemento considerato).

SOTTOPROGRAMMA MANUTENZIONI			
DESCRIZIONE	TIPOLOGIA INTERVENTO	PROGRAMMAZIONE	ESTENSIONE INTERVENTO
Fondazioni	Eventuali interventi di ripristino strutturale e sigillatura di eventuali fessure con idoneo materiale plastico	Occorrenza	Parti degradate
Strutture in c.a. fuori terra	Eventuali interventi di ripristino strutturale e sigillatura di eventuali fessure con idoneo materiale plastico	Occorrenza	Parti degradate
Strutture in carpenteria metallica	Gli interventi riparativi dovranno effettuarsi a seconda del tipo di anomalia riscontrata e previa diagnosi delle cause del difetto accertato.	All'occorrenza o al massimo ogni 15 anni	Parti degradate
Pareti in muratura ordinaria e rinforzata	Eventuali interventi di ripristino strutturale e sigillatura di eventuali fessure e penetrazioni di umidità con l'impiego di prodotti chimici che non vadano ad alterare le caratteristiche cromatiche degli elementi.	Occorrenza	Parti degradate
Unioni saldate	Rimozione della saldatura difettosa e realizzazione di una nuova. Rimozioni di eventuali ossidazioni che interessano le saldature.	All'occorrenza	Parti degradate
Unioni bullonate	Ripristino delle tenute di serraggio tra elementi. Sostituzione di eventuali elementi corrosi o degradati con altri di analoghe caratteristiche.	All'occorrenza	Parti degradate
Rinforzi in FRP	Eventuali interventi di ripristino strutturale e sigillatura di eventuali fessure con idoneo materiale plastico. Ripristino dell'aderenza del tessuto.	Occorrenza	Parti degradate

## 6 Controlli in seguito ad evento sismico

Nell'evenienza di un evento sismico tutte le attività di controllo devono essere eseguite con particolare riferimento a quelle relative al controllo di verticalità dei pilastri e delle pareti in muratura, di cedimenti fondazionali, fessurazioni, etc., per evidenziare eventuali deformazioni permanenti residue o danneggiamenti in genere.

PV2 - Strutture - Piano di manutenzione	Pag. 15/15	Redatto da: ing. arch. E. Beltrame
162_348PV2STRREL04R0 -Piano di manutenzione		Data: 12.03.2025