

REGIONE PIEMONTE - Provincia di Torino



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU

COMMITTENTE

Amministrazione comunale Tavagnasco



INTERVENTI PER LA RESILIENZA, LA
VALORIZZAZIONE DEL TERRITORIO E
L'EFFICIENZA ENERGETICA DEI COMUNI
PNRR - MISSIONE M2C4 INTERVENTO 2.2

OPERA

Manutenzione straordinaria e messa in sicurezza della Scuola Primaria di
Tavagnasco, via Roma n.13 - Riqualificazione energetica e sostituzione copertura

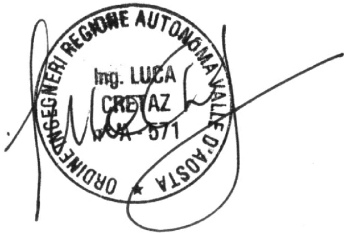
TITOLO

RELAZIONE TECNICA STRUTTURE CON DISCIPLINARE TECNICO PRESTAZIONALE

PROGETTISTI

RTI MARCO RAO ARCHITETTO & CAPTURE ENERGY

TAVOLA N.



D2

NON IN SCALA

Arch. Marco RAO
(Ordine architetti di Torino n.7109)

Ing. Luca Creataz
(Ordine ing. regione autonoma Valle d'Aosta n.A-571)

DATA

LIVELLO PROGETTAZIONE

ESECUTIVO

14/11/2022

OGGETTO DELLA RELAZIONE E CRITERI DI PROGETTAZIONE

Oggetto della presente relazione sono le opere strutturali necessarie per i lavori di RIFACIMENTO DELLA COPERTURA IN LEGNO dell'edificio scolastico comunale adibito a scuola primaria sito in via Roma, 32 nel comune di Tavagnasco (TO).



Localizzazione del sito di progetto

Di seguito sono riportate le criticità oggetto di attenzione e la descrizione sommaria degli interventi che si intendono eseguire.

L'edificio scolastico, costruito nell'anno 1913 è stato oggetto di un'importante ristrutturazione negli anni 90. L'immobile si sviluppa su due livelli (oltre al piano interrato) – piano terra e piano primo collegati da una scala interna ed un ascensore e da una scala esterna per la sicurezza antincendio. La struttura portante è in muratura in pietrame, solai intermedi in latero-cemento, intonacati nell'intradosso, copertura a falde inclinate con struttura portante in legno.

La copertura a tetto è costituita da listelli in legno di abete sez. 10x10 cm e manto di copertura in tegole di cemento. Tale orditura secondaria è sostenuta da travi di legno 20x20 circa (arcarecci), poggiate a loro volta su travi di legno diagonali e inclinate con orditura spingente sulle murature perimetrali.

E' chiaro che tale situazione di appoggio precario, può costituire un pericolo soprattutto nel caso di scosse

sismiche a carattere ondulatorio, che potrebbero causare la perdita dell'equilibrio dei puntelli e, di conseguenza, il sostegno degli arcarecci. Altra causa di degrado, rilevata negli elementi lignei della copertura, riguarda la presenza di locali fenomeni di marcescenza del legname strutturale, soprattutto nelle zone di appoggio e la presenza di spaccature longitudinali lungo le travi. Inoltre a causa di infiltrazioni idriche dalla muratura esterna e dalla copertura, si sono sviluppati attacchi di parassiti da insetti xilofagi, producendo evidenti zone di marcescenza in prossimità degli appoggi delle travature lignee.

QUADRO NORMATIVO

Il calcolo delle strutture viene eseguito nel rispetto delle norme vigenti di seguito elencate; sono comunque specificate anche norme vigenti in precedenza alle attuali.

Legge 5/11/1971 n. 1086: Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.

DM LL.PP. 14/2/1992 n. 55: Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

DM LL.PP. 16/1/1996 n. 19: Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

CIRCOLARE MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI 4 LUGLIO 1996, N. 156AA.GG./STC: Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996.

DM LL.PP. 16/1/1996 n. 19: Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi.

Legge 01/02/1974 n. 64: Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

DM LL.PP. 16/1/1996 n. 19: Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.

CNR-UNI 10024/86 del 23/7/1986: Analisi di strutture mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo.

Eurocodice 8 – Progettazione e costruzione di edifici in zona sismica

Eurocodice 6 – Progettazione delle strutture in muratura

Eurocodice 5 – Progettazione di strutture in legno

D.Min. Infrastrutture Min. Interni e Prot. Civile 14 Gennaio 2008 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".

Circolare 2 febbraio 2009 n. 617 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti "Istruzione per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008

D.Min. Infrastrutture Min. Interni e Prot. Civile 17 Gennaio 2018 Aggiornamento Norme Tecniche per le Costruzioni

C. M. LL. PP. 21 gennaio 2019 n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 17-1-2018

INQUADRAMENTO DEGLI INTERVENTI

La normativa vigente (§ 8.4 delle NTC18) individua tre differenti categorie di intervento da eseguire sulle costruzioni esistenti: adeguamento, miglioramento ed intervento locale.

Si definisce intervento di adeguamento l'esecuzione di un complesso di opere sufficienti a rendere l'edificio atto a resistere alle azioni sismiche definite dalla normativa per le nuove costruzioni.

E' fatto obbligo procedere all'adeguamento a chiunque intenda:

- a) sopraelevare o ampliare l'edificio. Si intende per ampliamento la sopraelevazione di parti dell'edificio di altezza inferiore a quella massima dell'edificio stesso.
- b) Apportare variazione di destinazione che comportino, nelle strutture interessate dall'intervento, incrementi dei carichi originari (permanenti e accidentali) superiori al 10%;
- c) Effettuare interventi strutturali rivolti a trasformare l'edificio mediante un insieme sistematico di opere che portino ad un organismo edilizio diverso dal precedente;
- d) Effettuare interventi strutturali rivolti ad eseguire opere e modifiche per innovare e sostituire parti strutturali dell'edificio, allorché detti interventi implichino sostanziali alterazioni del comportamento globale dell'edificio stesso.

Si ricade nella categoria di interventi di miglioramento quando gli interventi fanno variare significativamente la rigidezza, la resistenza e/o la duttilità dei singoli elementi o parti strutturali, così che il comportamento strutturale locale o globale, particolarmente rispetto alle azioni sismiche ne sia significativamente modificato.

Si ricade in riparazione o intervento locale quando l'intervento riguarda singole parti e/o elementi della struttura ed interessa porzioni limitate della costruzione. Gli interventi di questo tipo non debbono cambiare significativamente il comportamento globale della costruzione e sono volti a conseguire una o più delle seguenti finalità:

- ripristinare, rispetto alla configurazione precedente al danno, le caratteristiche iniziali di elementi o parti danneggiate;
- migliorare le caratteristiche di resistenza e /o duttilità di elementi o parti anche non danneggiati;
- impedire meccanismi di collasso locale,
- modificare un elemento o una porzione limitata della struttura.

Il progetto e la valutazione della sicurezza potranno essere riferiti alle sole parti e/o elementi interessati e documentare che, rispetto alla configurazione precedente al danno, al degrado o alla variante, non siano prodotte sostanziali modifiche al comportamento delle altre parti e della struttura nel suo insieme e che gli interventi non comportino una riduzione dei livelli di sicurezza preesistenti.

Alla luce di quanto esposto, l'intervento rientra nella tipologia di intervento locale. Si osserva infatti che l'insieme delle opere di riqualificazione:

1 - non incrementano in maniera superiore al 20% i carichi accidentali originari e l'incremento dei carichi permanenti che si registra complessivamente per l'edificio non varia il comportamento strutturale di trasferimento dei carichi al suolo;

2 – il comportamento globale dell'edificio rimane immutato e/o migliorato: l'intervento ha previsto l'esecuzione di una o più opere riguardanti i singoli elementi strutturali dell'edificio senza modificarne in maniera sostanziale il comportamento globale.

I criteri adottati nella scelta del tipo d'intervento sono scaturiti dallo studio preliminare dell'organismo edilizio riguardante in particolare:

a) le caratteristiche nella situazione esistente sotto il profilo architettonico, strutturale e della destinazione d'uso;

b) l'analisi globale del comportamento strutturale al fine di accertare le cause ed il meccanismo di eventuali possibili futuri dissesti.

STATO DI FATTO DELLE STRUTTURE

Il fabbricato si identifica come edificio isolato ha dimensioni in pianta pari a 22 x 11 m complessivi con un'altezza di gronda pari a 8,7 m.

La struttura portante in elevazione è costituita da muratura mista in laterizio e pietra con spessore pari a circa 50 cm al livello del piano terra e piano primo. Le murature al piano interrato sono in pietra hanno larghezza pari a circa 60 cm.

Le fondazioni sono costituite da blocchi squadri in pietra di medie dimensioni e sono impostate a tre livelli differenti. Per la porzione nord del fabbricato priva di interrato si trovano ad una quota di circa 60 cm sotto al piano di campagna mentre per la parte interrata si trovano a quote differenti che vanno da -3,6m a -3,2 m

Strutture orizzontali sono di diverse tipologie. I solai del piano rialzato sopra il livello interrato sono costituiti da volte a botte in mattoni pieni posati in costa e risultano in ottimo stato di conservazione. I solai del primo piano in laterocemento hanno subito importanti interventi di consolidamento e adeguamento statico negli anni 90 e sono stati irrigiditi con la posa di travi in acciaio HEB all'intradosso che hanno diviso in quattro settori i solai più ampi delle aule didattiche.

Il solaio di sottotetto invece è stato realizzato con la struttura poggiata sui due muri principali della facciata est ed ovest e ha una luce libera importante pari a 10 m circa. La sezione limitata dell'elemento dimostra che è stato realizzato come tamponamento verso il sottotetto ma non ha capacità portanti per carichi civili.

Ai sensi delle NTC 18 è stata prevista una campagna di sopralluoghi e di prove diagnostiche volte a conseguire un **livello di conoscenza LC2** (Conoscenza adeguata).

Tali operazioni propedeutiche ai calcoli strutturali sono necessarie per la caratterizzazione strutturale del fabbricato, l'individuazione dei principi e delle tecniche con le quali la struttura è stata concepita e poi realizzata, l'individuazione di eventuali modifiche avvenute nel tempo, ecc. il tutto a norma del § 8.5 "Definizione del modello di riferimento per le analisi" di cui al D.M. 17/01/2018.

Nell'ottica dei principi della normativa vigente si è tenuto conto di:

Geometria: la geometria della struttura è nota sia dai disegni di carpenteria originali oltre che dal rilievo ex-novo completo;

Dettagli costruttivi: i dettagli sono noti dalle tavole del progetto esecutivo originario, nonché da verifiche "limitate";

Proprietà dei materiali: le caratteristiche meccaniche dei materiali sono state dedotte dalle specifiche originarie e da limitate prove in situ.

All'esito delle prove eseguite e del livello LC2 conseguito è possibile l'applicazione di analisi lineari statiche o dinamiche e l'uso di un **Fattore di Confidenza pari a 1,20**.

DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

È prevista la sostituzione completa degli elementi lignei costituenti la copertura, con realizzazione di un cordolo in C.A. e altri interventi locali di riparazione degli elementi murari degradati. Tutti gli interventi sono stati progettati in maniera tale da non modificare il comportamento globale della struttura, soprattutto ai fini della resistenza alle azioni sismiche, ciò in quanto, tali opere, non produrranno variazioni significative di rigidezza e peso delle strutture portanti preesistenti. In particolare le sostituzioni integrali di porzioni di solaio di copertura, non comporteranno variazioni significative di rigidezza nel loro piano, né un aumento dei carichi verticali statici.

Le principali lavorazioni saranno le seguenti:

- rimozione del manto di copertura e della piccola e grossa orditura in legno;
- esecuzione di un cordolo di coronamento in C.A.;
- sostituzione degli elementi lignei;
- ricomposizione dell'orditura lignea con tavolato e coibentazione.

Gli interventi in oggetto sono classificabili come interventi locali ai sensi del §8.4.1. del D.M. 17/01/2018 dal momento che riguardano i singoli elementi lignei costituenti la copertura e non producono sostanziali modifiche al comportamento delle altre parti e della struttura nel suo insieme. Inoltre la sostituzione della copertura non comporta una variazione significativa di rigidezza nel piano né un incremento dei carichi verticali statici.

Nel calcolo degli interventi di sostituzione degli elementi strutturali di copertura si è sempre considerato lo schema statico della trave semplicemente appoggiata ed inoltre è stata verificata la muratura esistente sotto il carico trasmesso agli appoggi dalle nuove orditure.

Per tutte le strutture il progetto è conforme al D. Min. Infrastrutture del 17/01/2018 "Nuove norme Tecniche per le Costruzioni"; in particolare il dimensionamento delle strutture viene redatto con riferimento alle azioni

sismiche previste dalla normativa; l'edificio ai sensi della DGR. n 6-887 del 30.12.2019 OPCM 3519/2006 ricade in **Zona sismica 3**.

Le opere citate sono tutte del tipo di costruzione "Opere ordinarie...." Con vita nominale $V_n \geq 50$ anni, la classe d'uso è la III "Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi....".

ANALISI DEI CARICHI

La valutazione dei carichi e dei sovraccarichi è stata effettuata in accordo con le disposizioni del Decreto Ministero Infrastrutture Trasporti 17 gennaio 2018 (G. U. 20 febbraio 2018, n. 42 - Suppl.Ord.) "Norme tecniche per le Costruzioni". SI ANALIZZANO I CARICHI IN COPERTURA NELLO STATO ANTE-OPERAM E POST - OPERAM al fine di verificare l'inesistenza di sostanziali aumenti di carichi.

L'organismo strutturale esistente è destinato a edificio scolastico. Ai sensi del § 3.1.4 gli ambienti interni sono classificabili secondo la Tab.3.1.II come:

- Cat. C – Ambienti suscettibili di affollamento
- Cat. C – Scale comuni, balconi, ballatoi;
- Cat. H – Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione

In particolare sono stati adottati i seguenti sovraccarichi:

- Aule: 300 kg/m² (Cat. C1 - Tab. 3.1.II);
- Ambienti suscettibili di affollamento: 400 kg/m² (Cat. C2 - Tab. 3.1.II); Scale e Sbalzi: 400 kg/m² (Cat. C - Tab. 3.1.II);
- Solaio di copertura (manutenzione): 150 kg/m² (Cat. H1 - Tab. 3.1.II)

ai sensi del D.M. 18/12/1975 "Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica, da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica".

Nei calcoli di verifica a taglio (elementi/meccanismi fragili) le resistenze medie sono state divise per i coefficienti sui materiali ($c = 1,50$ e $s = 1,15$) e per il fattore di confidenza ($FC = 1,20$); nei calcoli di verifica a flessione (elementi/meccanismi duttili) le resistenze medie sono state divise per il fattore di confidenza.

Il coefficiente di amplificazione topografica è: $T1 = 1,00$ dato che ci troviamo nel caso di "superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $< 15^\circ$ ".

Pesi propri strutturali (G1):

Calcestruzzo: 25,00 kN/mc

Legname: 6 kN/mc

Pesi propri non strutturali (G2):

Rivestimento scala: 70,00 kN/mq

Manto copertura in tegole: 40,00 kN/mq

Listelli : 6 kN/mc

Tavolato: 6 kN/mc

Carichi variabili:

Copertura: 50 kN/mq

Carichi accidentali:

Neve: 150 kN/mq

COPERTURA ESISTENTE

Carico permanente strutturale (G1):

Travatura in legno: 0,32 kN/mq

Pesi propri non strutturali (G2):

Tavelloni in laterizio: 0,35 kN/mq

Tavolato: 0,15 kN/mq

Manto di copertura in tegole: 0,6 kN/mc

TOTALE CARICHI PERMENENTI (G1+G2) = 1,42 kN/mc

Carichi variabili:

Copertura: 0,50 kN/mq

Carichi accidentali:

Neve: 1,50 kN/mq

COPERTURA IN PROGETTO - in travi di legno lamellare, tavolato, coibentazione, guaina impermeabile e tegole in laterizio.

Carico permanente strutturale (G1):

Travatura in legno lamellare: 0,23 kN/mq

Cordolo in c.a.: 0,50 kN/mq

Pesi propri non strutturali (G2):

Coibentazione: 0,15 kN/mq

Tavolato: 0,15 kN/mq

Manto di copertura in tegole: 0,4 kN/mc

TOTALE CARICHI PERMENENTI (G1+G2) = 1,43 kN/mc

Carichi variabili:

Copertura: 0,50 kN/mq

Carichi accidentali:

Neve: 1,50 kN/mq

Dall'analisi dei carichi sopra riportata si evince che l'intervento in progetto non comporta un aumento dei carichi né in fondazione né sulle murature d'ambito.

OMISSIONE DI VERIFICA SISMICA GLOBALE

Gli interventi strutturali previsti, ai sensi del § 8.4 NTC 18 e del § C.8.4.1 della Circolare n.7 del 21/01/2019, non alterano significativamente il comportamento globale della costruzione, tendendo all'aumento della sicurezza per soli carichi verticali degli elementi strutturali da consolidare.

Tali interventi locali non modificano né la rigidezza, né la resistenza nei confronti delle azioni orizzontali, né la capacità di deformazione del fabbricato. Gli interventi strutturali proposti, rientrano nel dettato del § 8.4.1 del D.M. 17/01/2018 e del § C8.4.1 "Riparazione o intervento locale" di cui alla citata Circolare n. 7/2019 e rientrano nei casi prospettati dal citato paragrafo, in considerazione che la rigidezza degli elementi variati non cambiano significativamente né in termini di resistenza né in termini di capacità di deformazione. Gli interventi sono di modesta rilevanza e, come detto, riguardano una porzione estremamente contenuta dell'edificio; di fatto, globalmente, esso non determina alcuna apprezzabile variazione né di massa né di rigidezza e dunque, ai sensi del § 8.4.1, il progetto e la valutazione della sicurezza sono stati riferiti ai soli elementi strutturali interessati.

Nel caso in cui l'intervento sia classificato come "riparazione o intervento locale" secondo il § 8.4.1 delle norme tecniche non è necessario eseguire la verifica globale dell'edificio ma è possibile limitarsi alle sole parti interessate dall'intervento e con esse interagenti.

Gli interventi descritti non influiscono sulla risposta globale dell'edificio e non rientrano tra quelli previsti dal § 8.3 e quindi per essi non vige l'obbligo di procedere alla valutazione della sicurezza sismica dell'intero fabbricato ma è sufficiente una verifica locale. In conclusione, gli interventi prospettati rientrano nell'elenco degli "Interventi Locali" e per le motivazioni sopra addotte si può omettere la verifica sismica dell'intero fabbricato.

MATERIALI PREVISTI

Le strutture del presente intervento saranno realizzate con le prescrizioni e i materiali di seguito riportati.

CALCESTRUZZO PER STRUTTURE IN ELEVAZIONE

Classe di resistenza:	C 25/30
Classe di consistenza:	S4 (semifluida, slump 16÷21)
Classe di esposizione:	XC3 (umidità moderata)
Dosaggio indicativo:	3,00 kN/mc di cemento 325
Rapporto A/C:	0,60 max.
Inerti:	naturali o di frantumazione, con granulometria contenuta nei fusi granulometrici indicati dalle vigenti norme UNI, con dimensione max. inerte pari a 30 mm, resistenti al gelo.

Stagionatura: garantita umida
Copriferro minimo: 25 mm
L sovrapposizione barre: 70Ø lunghezza minima di sovrapposizione delle barre di armatura.

ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO NORMALE

Acciaio in barre ad aderenza migliorata tipo **B450C**

Tensione caratt. snervamento: $f_y \text{ nom} \geq 450.00 \text{ N/mm}^2$

Tensione caratt. rottura: $f_t \text{ nom} \geq 540.00 \text{ N/mm}^2$

Modulo elastico: $E = 210000 \text{ N/mm}^2$

LEGNO LAMELLARE AD USO STRUTTURALE GL24h

Resistenza a flessione: $f_m \geq 24.00 \text{ N/mm}^2$

Resistenza a taglio: $f_t \geq 2.70 \text{ N/mm}^2$

Modulo elastico: $E = 11600 \text{ N/mm}^2$

CRITERI DI CALCOLO E VERIFICHE

I calcoli e le verifiche sono stati condotti con il metodo semiprobabilistico degli stati limite secondo le indicazioni del D.M. 17 gennaio 2018. I carichi agenti sui solai, derivanti dall'analisi dei carichi, vengono ripartiti dal programma di calcolo in modo automatico sulle membrature (travi, pilastri, pareti, solette, ecc.). I carichi dovuti ai tamponamenti sono stati schematizzati come carichi lineari agenti esclusivamente sulle aste. I tramezzi interni, attesa la capacità ripartitoria dei solai sono stati considerati come uniformemente ripartiti sul solaio. Le azioni introdotte direttamente sono combinate con le altre (carichi permanenti, sovraccarichi) mediante le combinazioni di carico; da esse si ottengono i valori probabilistici da impiegare successivamente nelle verifiche.

Sono stati assoggettati a verifica tutti gli elementi strutturali e tutti tali elementi sono risultati verificati in tutte le condizioni e verifiche di normativa.