



Regione Piemonte
Città Metropolitana di Torino

D

Comune di
SUSA

ADEGUAMENTO STATICO DELLA SCUOLA COMUNALE DI VIA COUVERT

Doc RT ST

*PROGETTO
DEFINITIVO/ESECUTIVO*

SCALA: -

DATA: **01/2018**

COM. AS1805

REV. _____

FILE: _____

**RELAZIONE TECNICO
SPECIALISTICA**

Progetto:



Studio Tecnico Associato

Arch. A. Vergnano - Ing. A. Camelliti - Arch. A. Di Gregorio - Arch. S. Arena

Corso Peschiera 136, 10138 Torino

Tel 011 0361986

Fax 011 0361987

e-mail studio.as32@gmail.com

Responsabile Unico del Procedimento: **Arch. Maria Grazia De Michele**

SOMMARIO

1	PREMESSA	2
2	LIVELLO DI CONOSCENZA	2
2.1	Oggetto delle verifiche.....	2
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	2
4	CRITERI DI PROGETTO E LIVELLI PRESTAZIONALI	4
5	MATERIALI	4
5.1	Materiali delle strutture esistenti	4
5.1.1	Calcestruzzo.....	4
5.1.2	Acciaio per cemento armato.....	4
5.2	Materiali delle nuove strutture	5
5.2.1	Acciaio da carpenteria metallica	5
6	ANALISI DEI CARICHI	5
6.1	Pesi propri	5
6.2	Sovraccarichi permanenti	5
6.3	Sovraccarichi antropici.....	6
6.4	Carichi ambientali	6
6.4.1	Neve.....	6
6.5	Azione sismica	6
6.6	Coefficienti parziali per le azioni.....	7
6.7	Coefficienti di combinazione.....	7
6.8	Combinazione dei carichi	7
7	METODO DI CALCOLO.....	8
8	CONCLUSIONI.....	8

1 **PREMESSA**

La relazione che segue tratta le impostazioni del calcolo delle strutture di rinforzo statico degli orizzontamenti della scuola elementare sita in Susa c.so Couvert.

Il presente progetto prende spunto e si basa sui risultati delle indagini ed analisi di vulnerabilità sismica delle strutture della scuola.

Partendo quindi dagli esiti delle indagini si procede, in questa sede, al dimensionamento delle opere di consolidamento statico delle membrature in c.a.

2 **LIVELLO DI CONOSCENZA**

Il livello di conoscenza raggiunto durante le indagini volte agli studi di vulnerabilità è LC3.

L'adeguamento statico delle strutture di orizzontamento è stato impostato, per quanto possibile, sui progetti originali delle strutture in c.a. della scuola.

Erano disponibili i progetti del Lotto 2 mentre sul Lotto 1 non è stata reperita alcuna informazione.

Le verifiche condotte si riferiscono quindi al solo lotto 2. Per quanto riguarda il lotto, durante la realizzazione delle opere sarà necessario indagare la disposizione delle armature presenti in modo da estendere gli interventi di progetto a tutte le membrature che necessitano di intervento.

2.1 **Oggetto delle verifiche**

Partendo dai risultati dell'analisi di vulnerabilità è stato possibile focalizzare l'attenzione sulle tipologie di membrature che hanno dato sintomi di crisi, nella fattispecie:

- Travi di solaio in spessore;
- Solai in laterocemento.

Tutti i pilastri e le travi fuori spessore (ribassate e rialzate) non presentavano problemi di resistenza e pertanto non sono più state analizzate.

3 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Normative tecniche e procedurali vigenti

Decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380

Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia Circ. n.11651 del 14/02/1974

DM 14/01/2008, "Norme Tecniche per le Costruzioni"

Normativa tecnica di riferimento. Essendo un documento generale di carattere prestazionale per la definizione di parametri specifici e per le regole di dettaglio, come previsto dal Decreto stesso, ci si è riferiti alle seguenti normative:

Ministero delle infrastrutture e dei Trasporti, circolare n. 617 del 2 febbraio 2009

ISTRUZIONI per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 Gennaio 2008.

Decreto Legislativo del Presidente della Repubblica 22 gennaio 2004, n. 42

Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 Legge 6 luglio 2002, n. 137

Direttiva del presidente del Consiglio dei Ministri 09/02/2011

Valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle Norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti del 14 gennaio 2008

Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003, n. 3274

Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica

Normative tecniche europee

UNI EN 1990:2006

Eurocodice – Criteri generali di progettazione strutturale

UNI EN 1991-1-1:2004

Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture – Parte 1-1: Azioni in Generale – Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici.

UNI EN 1992-1-1:2005

Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.

UNI EN 1993-1-1:2005

Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.

UNI EN 206-1:2006

Calcestruzzo – Parte 1: Specificazione, prestazione e conformità.

UNI 11104:2004

Calcestruzzo: Specificazione, prestazione e conformità. Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1

Normative tecniche storiche

Regio Decreto 07/06/1928 n° 1431 "Prescrizioni per l'accettazione degli agglomeranti idraulici e per l'esecuzione delle opere in conglomerato cementizio"

Regio Decreto 4 aprile 1929 n° 592 "Norme per l'accettazione dei cementi speciali".

Regio Decreto 29 luglio 1933 n° 1213 "Norme per l'accettazione dei leganti idraulici e per l'esecuzione delle opere in conglomerato cementizio".

CNR-UNI 10012-67, "Ipotesi di carico sulle costruzioni"

4 CRITERI DI PROGETTO E LIVELLI PRESTAZIONALI

L'analisi strutturale è stata effettuata in base alle normative vigenti.

In particolare per la definizione dei carichi, le analisi e le verifiche si è fatto riferimento al quadro normativo delineato del D.M. 14/01/08 (Norme Tecniche per le Costruzioni).

Per quanto non riportato sul Decreto si sono seguite le indicazioni degli Eurocodici e della Circolare applicativa delle NTC medesime.

Le verifiche degli elementi sono state svolte seguendo il metodo degli Stati Limite.

5 MATERIALI

5.1 Materiali delle strutture esistenti

5.1.1 Calcestruzzo

Sui progetti originali il cls era stato prescritto Rck 300, tuttavia a valle della campagna di indagini conoscitive necessarie per le analisi di vulnerabilità le caratteristiche riscontrate in opera e considerate per le verifiche sono quelle tipiche di un cls C16/20.

$R_{ck} = 20.0 \text{ N/mm}^2$ (resistenza cubica caratteristica a compressione)

$f_{ck} = 16.0 \text{ N/mm}^2$ (resistenza cilindrica caratteristica a compressione)

$f_{cd} = 9.1 \text{ N/mm}^2$ (resistenza cilindrica a compressione di calcolo)

$E_{cm} = 28600.0 \text{ N/mm}^2$ (modulo elastico secante)

5.1.2 Acciaio per cemento armato

Sono stati riscontrati due tipi di acciaio da cemento armato, FeB44 per le armature longitudinali e FeB32 per le staffe.

FeB44

$f_{yk} = 430 \text{ N/mm}^2$ (resistenza a rottura)

$f_{yd} = 373.9 \text{ N/mm}^2$ (resistenza di calcolo)

$E = 210000 \text{ N/mm}^2$ (modulo elastico)

FeB32

$f_{yk} = 320 \text{ N/mm}^2$ (resistenza a rottura)

$f_{yd} = 278.3 \text{ N/mm}^2$ (resistenza di calcolo)

$E = 210000 \text{ N/mm}^2$ (modulo elastico)

5.2 Materiali delle nuove strutture

5.2.1 Acciaio da carpenteria metallica

Acciaio per carpenteria: S235

$$f_{yk} = 235 \frac{N}{mm^2} \quad (t \leq 40mm) \quad (\text{resistenza caratteristica a trazione})$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} = \frac{235}{1.05} = 223.8 \frac{N}{mm^2} \quad (\text{resistenza di calcolo delle sez. di classe 1-2-3-4})$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} = \frac{235}{1.05} = 223.8 \frac{N}{mm^2} \quad (\text{resistenza all'instabilità delle membrature})$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{M2}} = \frac{235}{1.25} = 188 \frac{N}{mm^2} \quad (\text{resistenza delle sezioni tese indebolite dai fori})$$

$$E = 210000 \frac{N}{mm^2} \quad (\text{modulo elastico longitudinale})$$

$$\mu = 0.3 \quad (\text{coefficiente di Poisson})$$

$$\alpha = 12 \times 10^{-6} \quad (\text{coefficiente di dilatazione termica})$$

6 ANALISI DEI CARICHI

6.1 Pesi propri

I pesi propri dei solai a seguito degli interventi di consolidamento risultano:

- Solai sp. 25+5 cm: 320 daN/mq
- Solai sp. 16+4 cm: 220 daN/mq

6.2 Sovraccarichi permanenti

Si riporta una tabella riepilogativa dei sovraccarichi previsti:

- Massetti e pavimenti sp. 10 cm: 200 daN/mq
- Tramezzature interne (1.5+12+1.5): 120 daN/mq di solaio
- Tamponamenti esterni (1.5+12 – 8+1.5): 250 daN/mq di parete

6.3 Sovraccarichi antropici

Tabella 3.1.II – Valori dei carichi d'esercizio per le diverse categorie di edifici

Cat.	Ambienti	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]	H_k [kN/m]
A	Ambienti ad uso residenziale. Sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi. (ad esclusione delle aree suscettibili di affollamento)	2,00	2,00	1,00
B	Uffici. Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	2,00 3,00	2,00 2,00	1,00 1,00
	Ambienti suscettibili di affollamento			
C	Cat. C1 Ospedali, ristoranti, caffè, banche, scuole	3,00	2,00	1,00
	Cat. C2 Balconi, ballatoi e scale comuni, sale convegni, cinema, teatri, chiese, tribune con posti fissi	4,00	4,00	2,00
	Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli per il libero movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, stazioni ferroviarie, sale da ballo, palestre, tribune libere, edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune	5,00	5,00	3,00
D	Ambienti ad uso commerciale. Cat. D1 Negozi Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini, librerie...	4,00 5,00	4,00 5,00	2,00 2,00
E	Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale. Cat. E1 Biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri Cat. E2 Ambienti ad uso industriale, da valutarsi caso per caso	$\geq 6,00$ —	6,00 —	1,00* —
F-G	Rimesse e parcheggi. Cat. F Rimesse e parcheggi per il transito di automezzi di peso a pieno carico fino a 30 kN Cat. G Rimesse e parcheggi per transito di automezzi di peso a pieno carico superiore a 30 kN: da valutarsi caso per caso	2,50 —	2 x 10,00 —	1,00** —
H	Coperture e sottotetti Cat. H1 Coperture e sottotetti accessibili per sola manutenzione Cat. H2 Coperture praticabili Cat. H3 Coperture speciali (impianti, eliporti, altri) da valutarsi caso per caso	0,50 —	1,20 —	1,00 —
* non comprende le azioni orizzontali eventualmente esercitate dai materiali immagazzinati				
** per i soli parapetti o partizioni nelle zone pedonali. Le azioni sulle barriere esercitate dagli automezzi dovranno essere valutate caso per caso				

6.4 Carichi ambientali

6.4.1 Neve

Zona Neve = I Alpina

Ce (coeff. di esposizione al vento) = 1,00

Valore caratteristico del carico al suolo ($q_{sk} C_e$) = 205 daN/mq

Angolo di inclinazione della falda $\alpha = 0,0^\circ$

$\mu_1 = 0,80 \Rightarrow Q_1 = 164 \text{ daN/mq}$

6.5 Azione sismica

L'adeguamento sismico del fabbricato non è oggetto del presente progetto. Il comportamento dello stato di fatto è già stato indagato in sede di analisi di vulnerabilità, pertanto nel seguito non verranno svolte analisi sismiche e non verranno considerati carichi sismici nella verifica delle membrature.

6.6 Coefficienti parziali per le azioni

Per le azioni si impiegano i coefficienti γ_F riportati nella colonna A1 della tabella 2.6.I delle NTC'08:

Tabella 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente γ_F	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali ⁽¹⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

6.7 Coefficienti di combinazione

Per i coefficienti di combinazione si impiegano i valori riportati nella tabella 2.5.I delle NTC'08:

Tabella 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	ψ_{0j}	ψ_{1j}	ψ_{2j}
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

6.8 Combinazione dei carichi

I carichi agenti vengono combinati secondo quanto prescritto dalle norme tecniche ed in particolare:

Combinazione fondamentale SLU

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione caratteristica (rara) SLE

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione frequente SLE

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione quasi permanente SLE

$$G1 + G2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E

$$E + G1 + G2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite connessi alle azioni eccezionali

$$G1 + G2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

7 METODO DI CALCOLO

Le verifiche dei solai sono state condotte con le regole della scienza delle costruzioni mediante la compilazione di fogli excel. Non sono stati utilizzati software di calcolo automatico.

Le verifiche delle membrature esistenti sono state condotte seguendo la logica seguente:

1. Verifica membrature con momento flettente per trave semplicemente appoggiata;
2. In caso di verifica negativa si valuta la percentuale di incastro data dalle armature in appoggio;
3. Verifica delle armature in campata considerando le percentuali di incastro valutate al p.to precedente.

Laddove le verifiche hanno in ogni caso dato risultato negativo si è provveduto a dimensionare una putrella metallica da collegare con inghisaggi alla trave in c.a. deficitaria:

1. Verifica della trave esistente considerando solo pesi propri e carichi permanenti (attualmente in capo alle travi in c.a.);
2. Dimensionamento di trave metallica caricata esclusivamente con i carichi variabili;
3. Dimensionamento degli ancoraggi delle travi metalliche.

8 CONCLUSIONI

A valle delle analisi condotte sugli orizzontamenti del lotto 2 del fabbricato si possono trarre le seguenti conclusioni:

- Lo stato generale dei travetti è buono e non sono state evidenziate carenze di capacità portante delle membrature;
- Le travi che hanno problemi di portanza sono esclusivamente localizzate su solai ad uso scolastico, le travi di copertura e di sottotetto sono sufficientemente resistenti;
- Le travi che hanno maggiori problemi risultano quelle caricate da solai di lunghezza maggiore.

- Per quanto riguarda gli orizzontamenti del lotto 1 è lecito supporre che la situazione sia simile a quella riscontrata nel lotto 2, sulla base dei risultati ottenuti, facendo un confronto tra le superfici di solaio dei due lotti, sono stati stimati quindi gli interventi necessari, da verificare durante l'esecuzione delle opere.