

COMUNE di ALESSANDRIA DELLA ROCCA

PROVINCIA di Agrigento

RELAZIONE GENERALE

con dichiarazione congiunta committente-progettista

VERIFICHE DI VULNERABILITÀ SISMICA STRUTTURA "A" POST INTERVENTO

OGGETTO:

**PLESSO ADIBITO A SCUOLA PRIMARIA "L. CAPUANA"
DELL'ISTITUTO COMPRENSIVO "A. MANZONI"**

Via Portella n°1 - (N.C.T.: Fg.20 p.IIa 463)

COMMITTENTE:

COMUNE DI ALESSANDRIA DELLA ROCCA

IL TECNICO

VISTI

Indice generale

RELAZIONE GENERALE	4
DESCRIZIONE GENERALE DELL’OPERA	4
DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL SITO	6
CONSIDERAZIONI SULL’INTERVENO PROPOSTO	7
ASPETTI NORMATIVI	7
GLI INTERVENTI STRUTTURALI	8
RISULTATI ATTESI NELLA CONDIZIONE POST-INTERVENTO	8
NORMATIVA DI RIFERIMENTO	9
REFERENZE TECNICHE (CAP. 12 D.M. 17.01.2018)	9
MISURA DELLA SICUREZZA	9
MODELLI DI CALCOLO	9
• AZIONI SULLA COSTRUZIONE	11
AZIONI AMBIENTALI E NATURALI	11
DESTINAZIONE D’USO E SOVRACCARICHI PER LE AZIONI ANTROPICHE	12
AZIONE SISMICA	13
AZIONI DOVUTE AL VENTO	13
AZIONI DOVUTE ALLA TEMPERATURA	13
NEVE	14
AZIONI ANTROPICHE E PESI PROPRI	14
COMBINAZIONI DI CALCOLO	14
COMBINAZIONI DELLE AZIONI SULLA COSTRUZIONE	15
• TOLLERANZE	15
• DURABILITÀ	16
• PRESTAZIONI ATTESE AL COLLAUDO	16

RELAZIONE GENERALE

OGGETTO: verifiche di vulnerabilità sismica Struttura “A” post intervento. Plesso adibito a scuola primaria “L. Capuana” dell’Istituto comprensivo “A. Manzoni” via Portella n.1 (N.C.T. fg.20 p.lla 463)

Per una immediata comprensione delle condizioni sismiche, si riporta il seguente:

RIEPILOGO PARAMETRI SISMICI

Vita Nominale	50
Classe d’Uso	3
Categoria del Suolo	B
Categoria Topografica	1.2
Latitudine del sito oggetto di edificazione	37.56826
Longitudine del sito oggetto di edificazione	13.4534

DESCRIZIONE GENERALE DELL’OPERA

L’immobile oggetto di valutazione della vulnerabilità sismica è costituito dal plesso scolastico “C” adibito a scuola primaria “L. Capuana” dell’Istituto comprensivo “A. Manzoni” ubicato in via Portella n.1 ed individuato al N.C.T. col fg.20 - p.lla 463.

Il plesso scolastico - scuola elementare – allo stato attuale si compone di due strutture in c.a., che saranno denominate “Struttura A” e “Struttura B”, affiancate lungo un lato.

La “Struttura A” si sviluppa verticalmente su due livelli così composti:

Piano terra (a valle) con superficie di circa 267 mq ed altezza interna di m 3,20;

Piano terra (a monte) con superficie di circa 406 mq ed altezza interna variabile da m 4,30 a m.5,50.

La “Struttura B” si sviluppa verticalmente su un solo livello con il piano di imposta coincidente con il piano terra a monte della “Struttura A”; ha una superficie di circa 280mq ed altezza interna variabile da m 3,40 a m 4,90.

Il plesso scolastico in oggetto ha accessi plurimi da una corte comune e risulta isolato rispetto agli altri edifici limitrofi anch’essi adibiti ad uso scolastico (Palestra, Scuola Media, Locali mensa ... ecc) con ampi spazi o strade interne di servizio all’area scolastica.

Il corpo “A” ha forma irregolare con tre lati prospicienti la corte comune e uno in aderenza con il corpo “B” da cui è separato dal giunto tecnico. La copertura del piano primo (piano terra a monte) è a falde inclinate con soletta in latero-cemento; l’altezza al colmo è di m 6,05 ed alla gronda è di m.4,60 entrambe misurate dal piano di calpestio del piano terra a monte; Il sottostante piano piano terra del corpo “A” (piano terra a valle) è in parte seminterrato con una altezza interna di m 3,20; I due livelli sono collegati verticalmente da una scala interna e da un’ascensore.

Il corpo “B” ha pure forma irregolare con tre lati prospicienti la corte comune e l’altro in aderenza con il corpo “A” ma separato da un giunto tecnico. La copertura in latero-cemento è a più falde inclinate; in particolare la falda che copre l’ingresso, la bidelleria ed un bagno ha altezza al colmo di m 4,65 ed alla gronda di m.3,80 mentre la copertura della restante parte è costituita da due falde inclinate in latero-cemento con altezza al colmo di circa 5,25 m ed alla gronda di circa 3,80 m.

Per ogni ulteriore dettaglio si rimanda ai relativi disegni.

Relazione Generale Plesso Scuola Primaria – Struttura “A” post intervento

L’edificio scolastico in oggetto ricade nella **Zona “F1” – Aree ed attrezzature scolastiche esistenti** - del vigente Piano Regolatore Generale del comune di Alessandria della Rocca approvato con D. Dir. 152/DRU del 04/03/2008.

La seguente tabella riepilogativa riporta le condizioni di regolarità in pianta ed in altezza soddisfatte.

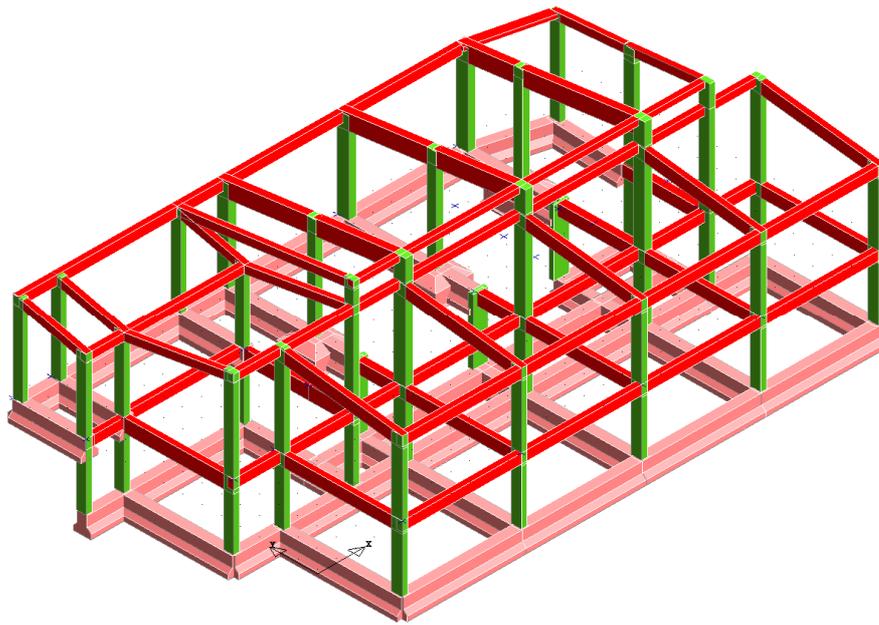
REGOLARITÀ DELLA STRUTTURA IN PIANTA (rif. 7.2.1 – NTC2018)	
a) La distribuzione di masse e rigidezze è approssimativamente simmetrica rispetto a due direzioni ortogonali e la forma in pianta è compatta, ossia il contorno di ogni orizzontamento è convesso; il requisito può ritenersi soddisfatto, anche in presenza di rientranze in pianta, quando esse non influenzano significativamente la rigidezza nel piano dell’orizzontamento e, per ogni rientranza, l’area compresa tra il perimetro dell’orizzontamento e la linea convessa circoscritta all’orizzontamento non supera il 5% dell’area dell’orizzontamento;	NO
b) Il rapporto tra i lati del rettangolo circoscritto alla pianta di ogni orizzontamento è inferiore a 4;	SI
c) ciascun orizzontamento ha una rigidezza nel proprio piano tanto maggiore della corrispondente rigidezza degli elementi strutturali verticali da potersi assumere che la sua deformazione in pianta influenzi in modo trascurabile la distribuzione delle azioni sismiche tra questi ultimi e ha resistenza sufficiente a garantire l’efficacia di tale distribuzione.	NO
REGOLARITÀ DELLA STRUTTURA IN ALTEZZA (rif. 7.2.1 – NTC2018)	
d) Tutti i sistemi resistenti alle azioni orizzontali si estendono per tutta l’altezza della costruzione o, se sono presenti parti aventi differenti altezze, fino alla sommità della rispettiva parte dell’edificio;	NO
e) Massa e rigidezza rimangono costanti o variano gradualmente, senza bruschi cambiamenti, dalla base alla sommità della costruzione (le variazioni di massa da un orizzontamento all’altro non superano il 25%, la rigidezza non si riduce da un orizzontamento a quello sovrastante più del 30% e non aumenta più del 10%); ai fini della rigidezza si possono considerare regolari in altezza strutture dotate di pareti o nuclei in c.a. o di pareti e nuclei in muratura di sezione costante sull’altezza o di telai controventati in acciaio, ai quali sia affidato almeno il 50% dell’azione sismica alla base;	NO
f) il rapporto tra la capacità e la domanda allo SLV non è significativamente diverso, in termini di resistenza, per orizzontamenti successivi (tale rapporto, calcolato per un generico orizzontamento, non deve differire più del 30% dall’analogo rapporto calcolato per l’orizzontamento adiacente); può fare eccezione l’ultimo orizzontamento di strutture intelaiate di almeno tre orizzontamenti;	NO
g) eventuali restringimenti della sezione orizzontale della costruzione avvengano con continuità da un orizzontamento al successivo; oppure avvengano in modo che il rientro di un orizzontamento non superi il 10% della dimensione corrispondente all’orizzontamento immediatamente sottostante, né il 30% della	NO

dimensione corrispondente al primo orizzontamento. Fa eccezione l'ultimo orizzontamento di costruzioni di almeno quattro orizzontamenti, per il quale non sono previste limitazioni di restringimento.	
--	--

In ossequio alle prescrizioni normative il calcolo viene eseguito considerando che l'edificio:

- NON E' REGOLARE IN PIANTA
- NON E' REGOLARE IN ALTEZZA

*Per ulteriori e specifici dati sulla struttura si rimanda ai tabulati di calcolo - dati di input.
Per una migliore comprensione si riporta una vista assonometrica della struttura “A”*



DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL SITO

L'area in cui ricade l'edificio è ubicata ad una quota di circa 520 metri s.l.m.

Sulla base delle osservazioni dirette del territorio e dei manufatti presenti è stato possibile accertare che l'area in cui sorge il fabbricato non presenta segni di instabilità riferibili a fenomeni gravitativi o dissesti. Ciò risulta anche dalle Carte dei Dissesti e della Pericolosità e Rischio Geomorfologico del PAI, nelle quali per il sito in studio e nelle aree limitrofe, non sono segnalate aree instabili o a rischio di frana.

La caratterizzazione stratigrafica e geotecnica dei terreni di fondazione del fabbricato oggetto di indagine, è stata ricavata dal rilevamento di superficie, dai dati in possesso del sottoscritto per lavori effettuati nelle vicinanze, comprensive dei saggi e delle prove contenute nello Studio Geologico a corredo della revisione del Piano Regolatore Generale sopra richiamato.

Sono stati rilevati affioramenti del substrato roccioso relativo alle marne argillose in diversi punti del comprensorio, soprattutto in pareti di scavo e sbancamenti, risultando di colore variabile dal bianco latte al giallo pallido, stratificate ed interessate da una accentuata fatturazione mentre gli strati superficiali presentano una accentuata alterazione per spessori di 50÷70 cm.

Considerata la pendenza del pendio, al momento della realizzazione dell'opera si è provveduto a sistemare il piano di posa della fondazione mediante due terrazzamenti per cui il piano di posa delle

fondazioni è ubicato ad una profondità media di oltre m 1,00, e quindi negli strati in posto;
Si sono assunte le seguenti caratteristiche geotecniche per i terreni di fondazione: $\gamma = 1,9 \text{ t/mc}$; $\varphi' = 30^\circ$; $C' = 0 \text{ t/mc}$; categoria di sottosuolo: B; categoria topografica: T2.
L'esatta individuazione del sito è riportata nei grafici di progetto.

CONSIDERAZIONI SULL'INTERVENO PROPOSTO

Aspetti normativi

I calcoli, effettuati con il metodo convenzionale utilizzando come riferimento per le valutazioni le Linea Guida approvate con D.M. n. 58 del 28/02/2017, hanno consentito di determinare l'Indice di Vulnerabilità Sismica della struttura “A” nelle condizioni “**ante intervento**”:

- **Valore dell'indice di sicurezza strutturale (IS-V) : 31.8797%**
- **Valore della Perdita Annuale Media (PAM) : 36.10%**

Le NTC 2018 stabiliscono gli indici minimi di vulnerabilità sismica che dovranno essere raggiunti in caso di “miglioramento” (riservato agli immobili storici) o di “adeguamento” degli edifici scolastici esistenti, pari rispettivamente ai valori di 0,6 e 0,8.

La O.P.C.M 20 marzo 2003, n. 3274, ha introdotto (art. 2, comma 3) “l'obbligo di procedere a verifica, da effettuarsi a cura dei proprietari” delle opere di particolare rilevanza (scuole, ospedali, ecc.), esentando da tale vincolo “le opere progettate secondo le norme vigenti successivamente al 1984”, sempreché la classificazione sismica del territorio sia rimasta quella definita all'epoca della costruzione (Art. 2, comma 5).

Con circolare 4 novembre 2010 n. DPC/SISM/0083283, la Protezione Civile ha fornito chiarimenti sulla gestione degli esiti delle verifiche di vulnerabilità sismica specificando che, per legge, la verifica è obbligatoria ma non lo è l'intervento e che “la necessità di adeguamento sismico degli edifici e delle opere sarà tenuta in considerazione nella redazione dei piani triennali ed annuali nonché ai fini della predisposizione del piano straordinario di messa in sicurezza antisismica”. È stato anche chiarito che “il termine adeguamento è usato in senso generico e può comprendere anche le fattispecie del miglioramento e della riparazione locale”.

Nelle NTC 2018 (punto 8.4.3) sono definiti gli interventi in presenza dei quali l'adeguamento sismico è obbligatorio:

- a) sopraelevare la costruzione;
- b) ampliare la costruzione mediante opere ad essa strutturalmente connesse e tali da alterarne significativamente la risposta;
- c) apportare variazioni di destinazione d'uso che comportino incrementi dei carichi globali verticali in fondazione superiori al 10%... ;
- d) effettuare interventi strutturali volti a trasformare la costruzione mediante un insieme sistematico di opere che portino ad un sistema strutturale diverso dal precedente, ...;
- e) apportare modifiche di classe d'uso che conducano a costruzioni di classe III ad uso scolastico o di classe IV.”).

In assenza di tali interventi, l'adeguamento sismico non è obbligatorio.

Alla luce della superiore normativa l'“*adeguamento*” sismico delle strutture che compongono il plesso scolastico deve essere considerato intervento di miglioramento come definito al § 8.4.2 delle NTC2018.

Gli interventi strutturali

Per gli interventi da realizzare sulle strutture esistenti in c.a. si è fatto riferimento alla circolare n°7/2019 ed in particolare al punto C8.7.4.2 “*Criteri per gli interventi di consolidamento degli edifici in calcestruzzo*” che riporta alcune tecniche usualmente utilizzate. In definitiva gli interventi previsti per “adeguare” simicamente la struttura in oggetto consistono:

Incamicatura dei pilastri in c.a. (punto C8.7.4.2.1 della Circ.7/2019)

L’incamicatura dei pilastri consente di conseguire i seguenti obiettivi:

- aumento della capacità portante verticale;
- aumento della resistenza a flessione e/o taglio;
- aumento della capacità in termini di deformazione;
- miglioramento dell’efficienza delle giunzioni per sovrapposizione.

Lo spessore delle “camicie” previsto è di cm 7 che consente il corretto posizionamento delle nuove armature longitudinali e trasversali e la realizzazione di uno spessore del copriferro adeguato.

Ai fini della valutazione della resistenza e della deformabilità di elementi incamiciati sono accettabili le seguenti ipotesi semplificative:

- l’elemento incamiciato si comporta monoliticamente, con piena aderenza tra il calcestruzzo vecchio e il nuovo;
- le proprietà meccaniche del calcestruzzo della camicia si considerano estese all’intera sezione se le differenze fra i due materiali non sono eccessive.

Placcatura e fasciatura in materiali compositi (punto C8.7.4.2.3 della Circ. 7/2019)

L’uso di idonei materiali compositi (o altri materiali resistenti a trazione) nel rinforzo sismico di elementi di c.a. è finalizzato a conseguire i seguenti obiettivi:

- confinamento dei nodi trave-pilastri con conseguente aumento della duttilità degli elementi monodimensionali;

Oltre agli interventi prettamente strutturali sopradescritti sono stati previsti i seguenti interventi:

Antiribaltamento dei pannelli murari

Per alcuni pannelli murari aventi funzione di tompagno è stato previsto l’aumento della resistenza al ribaltamento mediante applicazione di fasce di fibre ed installazione di barre di acciaio con inghisaggio nelle travi / pilastri in c.a. e nel pannello murario.

Anti-sfondellamento di solai

Per alcuni campi di solai è stata prevista l’applicazione di rete preformata in materiale composito fibrorinforzato incollata con resina termoindurente ed ancoraggio con connettori ad espansione.

Gli interventi previsti consentono di migliorare le condizioni di sicurezza dell'intero edificio nonché ne assicurano la conservazione e la funzionalità.

Risultati attesi nella condizione post-intervento

Utilizzando il metodo convenzionale, l’effetto degli interventi per la riduzione del rischio, è stato determinato valutando il comportamento globale della costruzione, indipendentemente da come l’intervento strutturale si inquadri nell’ambito delle Norme Tecniche per le Costruzioni (adeguamento, miglioramento o intervento locale).

I calcoli effettuati hanno consentito di determinare l’Indice di Vulnerabilità Sismica della struttura “A” nelle condizioni “**post intervento**”:

- **Valore dell’indice di sicurezza strutturale (IS-V) : 92.66978%**
- **Valore della Perdita Annua Media (PAM) : 29.47602%**

Ne consegue che gli interventi progettati consentono ampiamente il superamento del valore minimo dell' IS-V imposto dalla norma (> di 0,6).

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- D.M 17/01/2018 - Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni;
- Circ. Ministero Infrastrutture e Trasporti 21 gennaio 2019, n. 7 Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 17 gennaio 2018;

REFERENZE TECNICHE (Cap. 12 D.M. 17.01.2018)

UNI ENV 1992-1-1 - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.

UNI EN 206-1/2001 - Calcestruzzo. Specificazioni, prestazioni, produzione e conformità.

UNI EN 1993-1-1 - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.

UNI EN 1998-1 – Azioni sismiche e regole sulle costruzioni

UNI EN 1998-5 – Fondazioni ed opere di sostegno

MISURA DELLA SICUREZZA

Il metodo di verifica della sicurezza adottato è quello degli Stati Limite (SL) che prevede due insiemi di verifiche rispettivamente per gli stati limite ultimi S.L.U. e gli stati limite di esercizio S.L.E..

La sicurezza viene quindi garantita progettando i vari elementi resistenti in modo da assicurare che la loro resistenza di calcolo sia sempre maggiore delle corrispondente domanda in termini di azioni di calcolo.

Le norme precisano che la sicurezza e le prestazioni di una struttura o di una parte di essa devono essere valutate in relazione all'insieme degli stati limite che verosimilmente si possono verificare durante la vita normale.

Prescrivono inoltre che debba essere assicurata una robustezza nei confronti di azioni eccezionali.

Le prestazioni della struttura e la vita nominale sono riportati nei successivi tabulati di calcolo della struttura.

La sicurezza e le prestazioni saranno garantite verificando gli opportuni stati limite definiti di concerto al Committente in funzione dell'utilizzo della struttura, della sua vita nominale e di quanto stabilito dalle norme di cui al D.M. 17/01/2018 e successive modifiche ed integrazioni.

In particolare si è verificata:

- la sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi (S.L.U.) che possono provocare eccessive deformazioni permanenti, crolli parziali o globali, dissesti, che possono compromettere l'incolumità delle persone e/o la perdita di beni, provocare danni ambientali e sociali, mettere fuori servizio l'opera. Per le verifiche sono stati utilizzati i coefficienti parziali relativi alle azioni ed alle resistenze dei materiali in accordo a quanto previsto dal D.M. 17/01/2018 per i vari tipi di materiale. I valori utilizzati sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate;
- robustezza nei confronti di opportune azioni accidentali in modo da evitare danni sproporzionati in caso di incendi, urti, esplosioni, errori umani;

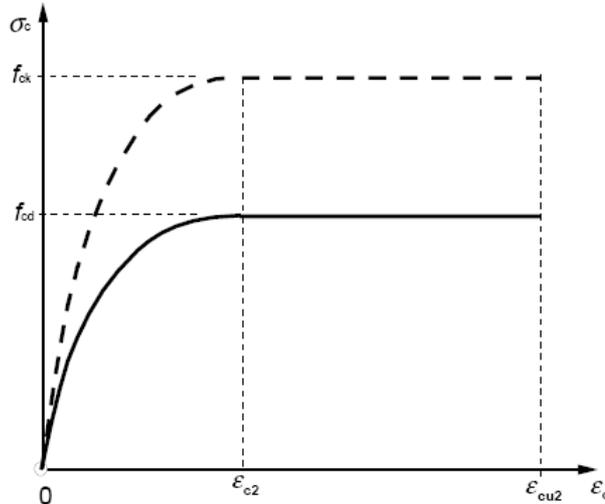
MODELLI DI CALCOLO

Si sono utilizzati come modelli di calcolo quelli esplicitamente richiamati nel D.M. 17/01/2018.

Per quanto riguarda le azioni sismiche ed in particolare per la determinazione del fattore di struttura, dei dettagli costruttivi e le prestazioni sia agli S.L.U. che allo S.L.D. si fa riferimento al D.M. 17/01/18 e alla circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 gennaio 2019, n. 7 la quale è stata utilizzata come norma di dettaglio.

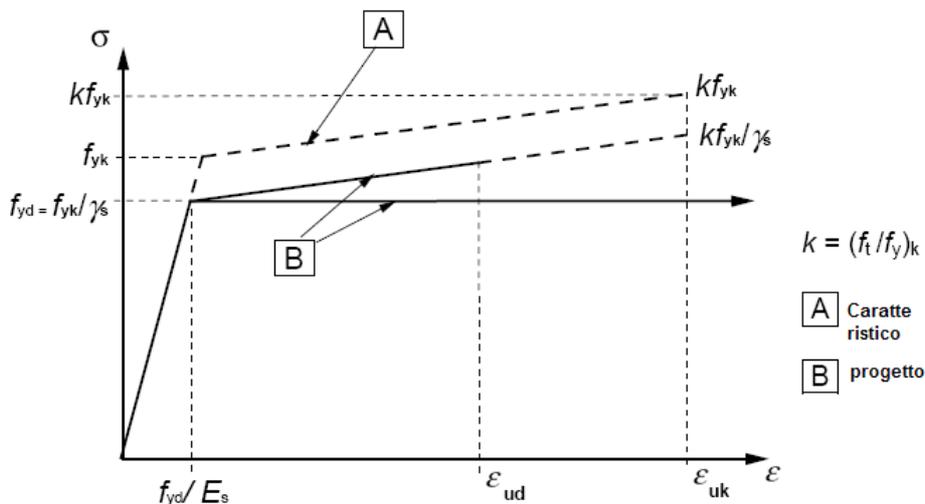
La definizione quantitativa delle prestazioni e le verifiche sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.

Per le verifiche sezionali i legami utilizzati sono:



Legame costitutivo di progetto parabola-rettangolo per il calcestruzzo.

Il valore ϵ_{cu2} nel caso di analisi non lineari sarà valutato in funzione dell'effettivo grado di confinamento esercitato dalle staffe sul nucleo di calcestruzzo.



Legame costitutivo di progetto elastico perfettamente plastico o incrudente a duttilità limitata per l'acciaio.

• **AZIONI SULLA COSTRUZIONE**

AZIONI AMBIENTALI E NATURALI

Si è concordato con il committente che le prestazioni attese nei confronti delle azioni sismiche siano verificate agli stati limite, sia di esercizio che ultimi individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali e quelli non strutturali.

Gli stati limite ultimi sono:

- Stato Limite di salvaguardia della Vita (S.L.V.)
- Stato Limite di prevenzione del Collasso (S.L.C.)

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella successiva tabella:

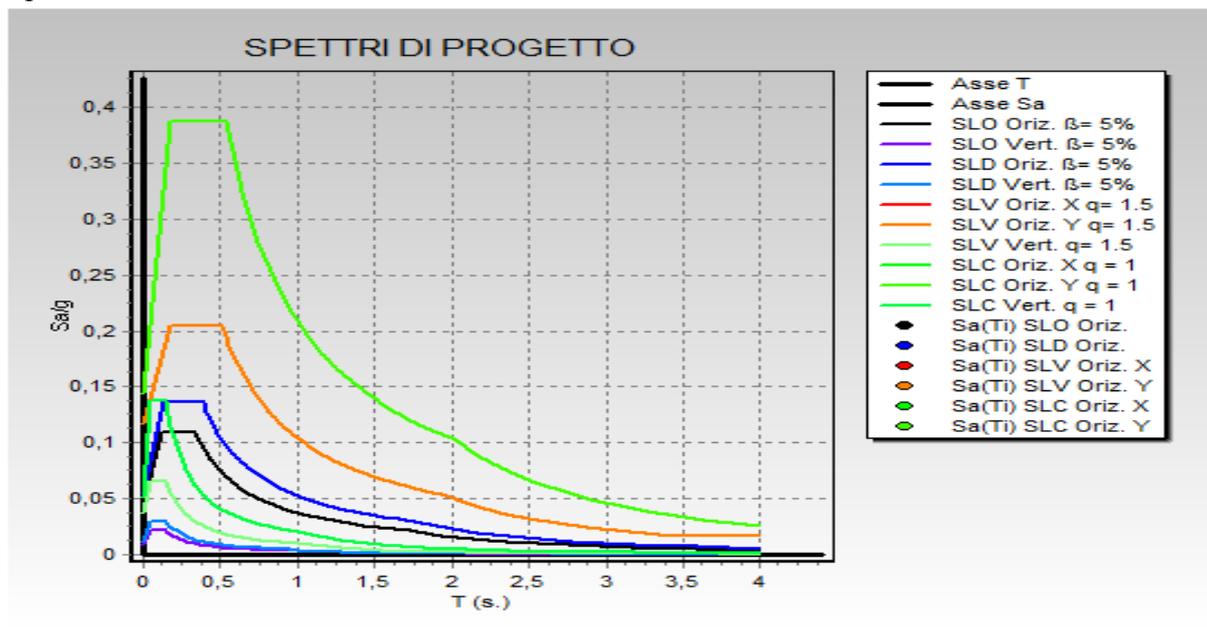
Stati Limite P_{VR} :		Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Per la definizione delle forme spettrali (spettri elastici e spettri di progetto), in conformità ai dettami del D.M. 17/01/2018 § 3.2.3. sono stati definiti i seguenti termini:

- Vita Nominale del fabbricato;
- Classe d'Uso del fabbricato;
- Categoria del Suolo;
- Coefficiente Topografico;
- Latitudine e Longitudine del sito oggetto di edificazione.

Tali valori sono stati utilizzati da apposita procedura informatizzata sviluppata dalla STS s.r.l., che, a partire dalle coordinate del sito oggetto di intervento, fornisce i parametri di pericolosità sismica da considerare ai fini del calcolo strutturale, riportati nei tabulati di calcolo.

Lo spettro di progetto, determinato come sopra, viene riportato nella figura sotto riportata.



Relazione Generale Plesso Scuola Primaria – Struttura “A” post intervento

Si è inoltre concordato che le verifiche delle prestazioni saranno effettuate per le azioni derivanti dalla neve, dal vento e dalla temperatura secondo quanto previsto dal cap. 3 del D.M. 17/01/18 e dalla Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 2 febbraio 2009 n. 617 per un periodo di ritorno coerente alla classe della struttura ed alla sua vita utile.

DESTINAZIONE D’USO E SOVRACCARICHI PER LE AZIONI ANTROPICHE

Per la determinazione dell’entità e della distribuzione spaziale e temporale dei sovraccarichi variabili si farà riferimento alla tabella del D.M. 17/01/2018 in funzione della destinazione d’uso.

I carichi variabili comprendono i carichi legati alla destinazione d’uso dell’opera; i modelli di tali azioni possono essere costituiti da:

- carichi verticali uniformemente distribuiti q_k [kN/m²]
- carichi verticali concentrati Q_k [kN]
- carichi orizzontali lineari H_k [kN/m]

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

Categ.	Ambienti	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]	H_k [kN/m]
A	Ambienti ad uso residenziale Aree per attività domestiche e residenziali; sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi (ad esclusione delle aree soggette ad affollamento), camere di degenza di ospedali	2,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi, ballatoi	4,00	4,00	2,00
B	Uffici Cat. B1 – Uffici non aperti al pubblico	2,00	2,00	1,00
	Cat. B2 – Uffici aperti al pubblico	3,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi, ballatoi	4,00	4,00	2,00
C	Ambienti suscettibili di affollamento Cat. C1 Aree con tavoli, quali scuole, caffè, ristoranti, sale per banchetti, lettura e ricevimento	3,00	3,00	1,00
	Cat. C2 Aree con posti a sedere fissi, quali chiese, teatri, cinema, sale per conferenze e attesa, aule universitarie e aule magne	4,00	4,00	2,00
	Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli al movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, aree d’accesso a uffici, ad alberghi e ospedali, ad atri di stazioni ferroviarie	5,00	5,00	3,00
	Cat. C4. Aree con possibile svolgimento di attività fisiche, quali sale da ballo, palestre, palcoscenici	5,00	5,00	3,00
	Cat. C5. Aree suscettibili di grandi affollamenti, quali edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune, gradinate e piattaforme ferroviarie	5,00	5,00	3,00
	Scale comuni, balconi, ballatoi	Secondo categoria d’uso servita, con le seguenti limitazioni		
		≥4,00	≥4,00	≥2,00
D	Ambienti ad uso commerciale Cat. D1 Negozi	4,00	4,00	2,00
	Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini	5,00	5,00	2,00
	Scale comuni, balconi, ballatoi	Secondo categoria d’uso servita		
E	Aree per immagazzinamento e uso commerciale ed uso industriale Cat. E1 Aree per accumulo di merci e relative aree d’accesso, quali biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri	≥ 6,00	7,00	1,00*
	Cat. E2 Ambienti ad uso industriale	da valutarsi caso per caso		
F – G	Rimesse e aree per traffico di veicoli (esclusi i ponti) Cat. F Rimesse, aree per traffico, parcheggio e sosta di veicoli leggeri (peso a pieno carico fino a 30 kN)	2,50	2 x 10,00	1,00**
	Cat. G Aree per traffico e parcheggio di veicoli medi (peso a pieno carico compreso fra 30 kN e 160 kN), quali rampe d’accesso, zone di carico e scarico merci	da valutarsi caso per caso e comunque non minori di		
		5,00	2 x 50,00	1,00**
H-I-K	Coperture Cat. H Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione	0,50	1,20	1,00

Relazione Generale Plesso Scuola Primaria – Struttura “A” post intervento

Cat. I Coperture praticabili di ambienti di categoria d'uso compresa fra A e D Cat. K Coperture per usi speciali, quali impianti, eliporti	secondo categoria di appartenenza da valutarsi caso per caso
* 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	

I valori nominali e/o caratteristici q_k , Q_k ed H_k di riferimento sono riportati nella Tab. 3.1.II. delle N.T.C. 2018. In presenza di carichi verticali concentrati Q_k essi sono stati applicati su impronte di carico appropriate all'utilizzo ed alla forma dello orizzontamento.

In particolare si considera una forma dell'impronta di carico quadrata pari a 50 x 50 mm, salvo che per le rimesse ed i parcheggi, per i quali i carichi si sono applicano su due impronte di 200 x 200 mm, distanti assialmente di 1,80 m.

AZIONE SISMICA

Ai fini delle N.T.C. 2018 l'azione sismica è caratterizzata da 3 componenti traslazionali, due orizzontali contrassegnate da X ed Y ed una verticale contrassegnata da Z, da considerare tra di loro indipendenti.

Le componenti possono essere descritte, in funzione del tipo di analisi adottata, mediante una delle seguenti rappresentazioni:

- accelerazione massima attesa in superficie;
- accelerazione massima e relativo spettro di risposta attesi in superficie;
- accelerogramma.

L'azione in superficie è stata assunta come agente su tali piani.

Le due componenti ortogonali indipendenti che descrivono il moto orizzontale sono caratterizzate dallo stesso spettro di risposta. L'accelerazione massima e lo spettro di risposta della componente verticale attesa in superficie sono determinati sulla base dell'accelerazione massima e dello spettro di risposta delle due componenti orizzontali.

In allegato alle N.T.C. 2018, per tutti i siti considerati, sono forniti i valori dei precedenti parametri di pericolosità sismica necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

AZIONI DOVUTE AL VENTO

Le azioni del vento sono state determinate in conformità al §3.3 del D.M. 17/01/18 e della Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 gennaio 2019 n. 7. Si precisa che tali azioni hanno valenza significativa in caso di strutture di elevata snellezza e con determinate caratteristiche tipologiche come ad esempio le strutture in acciaio.

AZIONI DOVUTE ALLA TEMPERATURA

E' stato tenuto conto delle variazioni giornaliere e stagionali della temperatura esterna, irraggiamento solare e convezione comportano variazioni della distribuzione di temperatura nei singoli elementi strutturali, con un delta di temperatura di 15° C.

Nel calcolo delle azioni termiche, si è tenuto conto di più fattori, quali le condizioni climatiche del sito, l'esposizione, la massa complessiva della struttura, la eventuale presenza di elementi non strutturali isolanti, le temperature dell'aria esterne (Cfr. § 3.5.2), dell'aria interna (Cfr. § 3.5.3) e la distribuzione della temperatura negli elementi strutturali (Cfr § 3.5.4) viene assunta in conformità ai dettami delle N.T.C. 2018.

NEVE

Il carico provocato dalla neve sulle coperture, ove presente, è stato valutato mediante la seguente espressione di normativa:

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t \quad (\text{Cfr. §3.3.7})$$

in cui si ha:

q_s = carico neve sulla copertura;

μ_i = coefficiente di forma della copertura, fornito al (Cfr.§ 3.4.5);

q_{sk} = valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo [kN/m²], fornito al (Cfr.§ 3.4.2) delle N.T.C. 2018

per un periodo di ritorno di 50 anni;

C_E = coefficiente di esposizione di cui al (Cfr.§ 3.4.3);

C_t = coefficiente termico di cui al (Cfr.§ 3.4.4).

AZIONI ANTROPICHE E PESI PROPRI

Nel caso delle spinte del terrapieno sulle pareti di cantinato (ove questo fosse presente), in sede di valutazione di tali carichi, (a condizione che non ci sia grossa variabilità dei parametri geotecnici dei vari strati così come individuati nella relazione geologica), è stata adottata una sola tipologia di terreno ai soli fini della definizione dei lati di spinta e/o di eventuali sovraccarichi.

COMBINAZIONI DI CALCOLO

Le combinazioni di calcolo considerate sono quelle previste dal D.M. 17/01/2018 per i vari stati limite e per le varie azioni e tipologie costruttive.

In particolare, ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni per cui si rimanda al § 2.5.3 delle N.T.C. 2018. Queste sono:

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (S.L.U.) (2.5.1);
- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (S.L.E.) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7 (2.5.2);
- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (S.L.E.) reversibili (2.5.3);
- Combinazione quasi permanente (S.L.E.), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine (2.5.4);
- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2 form. 2.5.5);
- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto Ad (v. § 3.6 form. 2.5.6).

Nelle combinazioni per S.L.E., si intende che vengono omessi i carichi Q_{kj} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G_2 .

Altre combinazioni sono da considerare in funzione di specifici aspetti (p. es. fatica, ecc.). Nelle formule sopra riportate il simbolo + vuol dire “combinato con”.

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza γ_{Gi} e γ_{Qj} sono dati in § 2.6.1, Tab. 2.6.I.

Nel caso delle costruzioni civili e industriali le verifiche agli stati limite ultimi o di esercizio devono

essere effettuate per la combinazione dell'azione sismica con le altre azioni già fornita in § 2.5.3 form. 3.2.16 delle N.T.C. 2018.

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai carichi gravitazionali (form. 3.2.17).

I valori dei coefficienti ψ_{2j} sono riportati nella Tabella 2.5.I..

La struttura deve essere progettata così che il degrado nel corso della sua vita nominale, purché si adotti la normale manutenzione ordinaria, non pregiudichi le sue prestazioni in termini di resistenza, stabilità e funzionalità, portandole al di sotto del livello richiesto dalle presenti norme.

Le misure di protezione contro l'eccessivo degrado devono essere stabilite con riferimento alle previste condizioni ambientali.

La protezione contro l'eccessivo degrado deve essere ottenuta attraverso un'opportuna scelta dei dettagli, dei materiali e delle dimensioni strutturali, con l'eventuale applicazione di sostanze o ricoprimenti protettivi, nonché con l'adozione di altre misure di protezione attiva o passiva.

La definizione quantitativa delle prestazioni e le verifiche sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.

COMBINAZIONI DELLE AZIONI SULLA COSTRUZIONE

Le azioni definite come al § 2.5.1 delle N.T.C. 2018 sono state combinate in accordo a quanto definito al § 2.5.3. applicando i coefficienti di combinazione come di seguito definiti:

Categoria/Azione variabile	ψ_{0i}	ψ_{1i}	ψ_{2i}
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

Tabella 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza γ_{Gi} e γ_{Qj} utilizzati nelle calcolazioni sono dati nelle N.T.C. 2018 in § 2.6.1, Tab. 2.6.I.

• TOLLERANZE

Nelle calcolazioni si è fatto riferimento ai valori nominali delle grandezze geometriche ipotizzando che le tolleranze ammesse in fase di realizzazione siano conformi alle euronorme EN 1992-1991-EN206 - EN 1992-2005:

- Copriferro -5 mm (EC2 4.4.1.3)

Per dimensioni ≤ 150 mm ± 5 mm

Per dimensioni $\leq 400 \text{ mm} \pm 15 \text{ mm}$

Per dimensioni $\geq 2500 \text{ mm} \pm 30 \text{ mm}$

Per i valori intermedi interpolare linearmente.

- **DURABILITÀ**

Per garantire la durabilità della struttura sono state prese in considerazione opportuni stati limite di esercizio (S.L.E.) in funzione dell'uso e dell'ambiente in cui la struttura dovrà vivere limitando sia gli stati tensionali che nel caso delle opere in calcestruzzo anche l'ampiezza delle fessure. La definizione quantitativa delle prestazioni, la classe di esposizione e le verifiche sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.

Inoltre per garantire la durabilità, così come tutte le prestazioni attese, è necessario che si ponga adeguata cura sia nell'esecuzione che nella manutenzione e gestione della struttura e si utilizzino tutti gli accorgimenti utili alla conservazione delle caratteristiche fisiche e dinamiche dei materiali e delle strutture. La qualità dei materiali e le dimensioni degli elementi sono coerenti con tali obiettivi. Durante le fasi di costruzione il direttore dei lavori implementerà severe procedure di controllo sulla qualità dei materiali, sulle metodologie di lavorazione e sulla conformità delle opere eseguite al progetto esecutivo nonché alle prescrizioni contenute nelle “Norme Tecniche per le Costruzioni” D.M. 17/01/2018 e relative Istruzioni.

- **PRESTAZIONI ATTESE AL COLLAUDO**

La struttura a collaudo dovrà essere conforme alle tolleranze dimensionali prescritte nella presente relazione, inoltre relativamente alle prestazioni attese esse dovranno essere quelle di cui al § 9 del D.M. 17/01/2018.

Ai fini della verifica delle prestazioni il collaudatore farà riferimento ai valori di tensioni, deformazioni e spostamenti desumibili dall'allegato fascicolo dei calcoli statici per il valore delle azioni pari a quelle di esercizio.