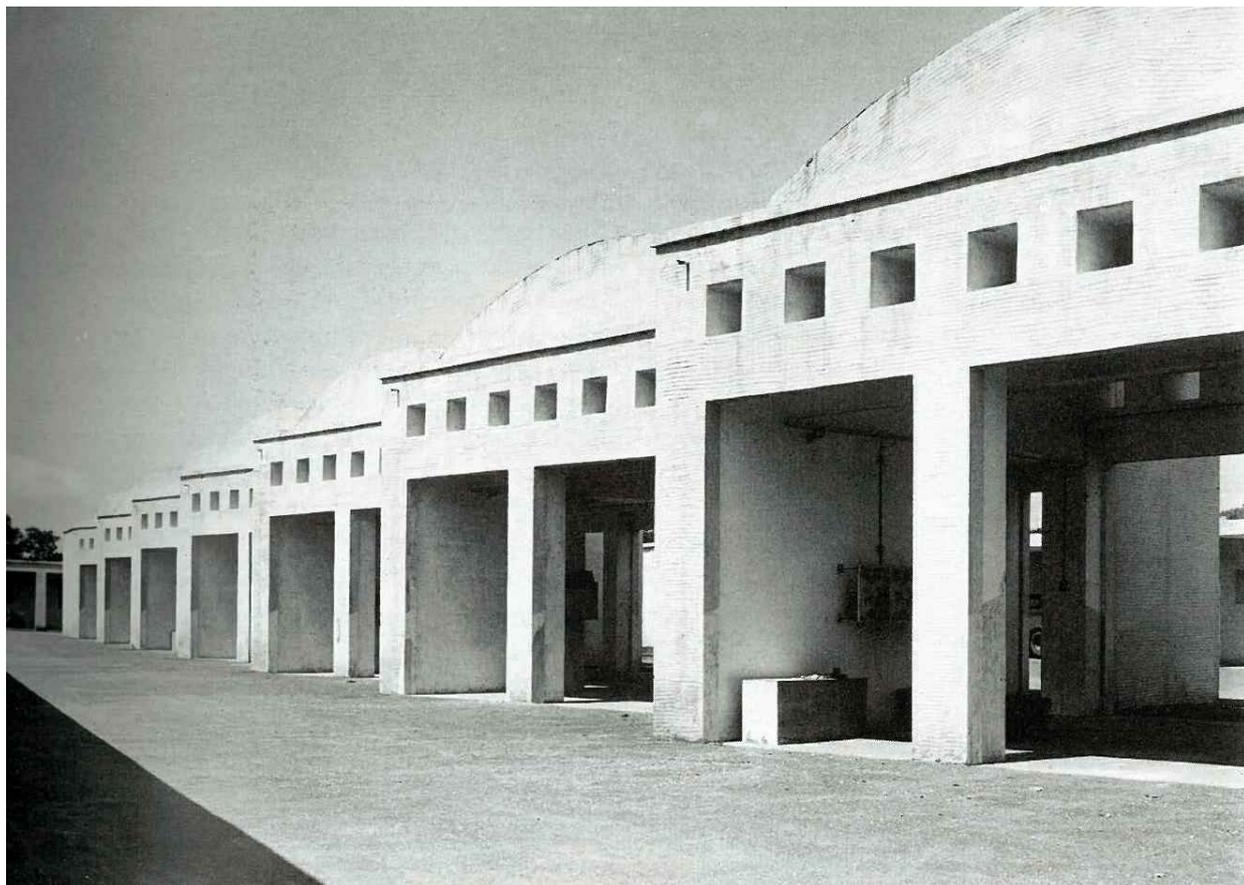




COMUNE DI NAPOLI
dipartimento di pianificazione urbanistica

PUA AMICARELLI

Piano di Recupero ai sensi dell'art. 26 della L.R. Campania n.16/2004, relativo ad un Immobile sito in viale J.F. Kennedy n. 98 - 108, Napoli; ricadente in Ambito 6 - Mostra d'Oltremare, Zona nB e nFB, ai sensi della Variante Occidentale al PRG, Art.8; 18; 22; 28.



DIRIGENTE SERVIZIO PIANIFICAZIONE URBANISTICA ESECUTIVA
arch. Andrea Ceudech

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
arch. Agrippino Graniero

TITOLO

PIANO DI RECUPERO CON VALORE DI PERMESSO DI COSTRUIRE

COMMITTENTE - PROPONENTE

ORION IMMOBILIARE srl

via Rossi 79, Volla (NA)

ORION IMMOBILIARE s.r.l.

Via Rossi, 79 - 80040 Volla (NA)

P.IVA: 06930141210

PROGETTISTI

CORVINO + MULTARI

via Ponti Rossi 117/a, Napoli

tel 081 744 1678

info@pec.corvinoemultari.com



ingegneria e sviluppo

via Nazionale delle Puglie, 283 San Vitaliano (NA)

CONSULENTI

disciplina urbanistica ed edilizia

arch. Giancarlo Graziani

ing. Stefano Pisani



DATA
Ottobre
2022

CODICE
PC_STR_RTC-03

TITOLO
Corpo n. 2 - Relazione Tecnica
generale e di calcolo strutturale

SCALA
1 : 50

857

Sommario

Sommario 1

1 RELAZIONE ILLUSTRATIVA 3

2 RELAZIONE SUI MATERIALI DA IMPEGARE O EFFETTIVAMENTE IMPIEGATI 4

 2.1 Normativa di riferimento 4

 2.2 Materiali di Progetto 4

 2.2.1 Conglomerato Cementizio armato 4

 2.2.2 Boiaccia per iniezioni e per stilatura profonda dei giunti 6

 2.3 Materiali Esistenti 6

 2.3.1 Materiali muratura 6

 2.3.1.1 Proprietà muratura base 6

 2.3.1.2 Proprietà muratura NTC2018 6

 2.3.2 Conglomerato Cementizio armato esistente – LC1 7

 2.3.2.1 Materiali c.a. 7

 2.3.2.2 Curve di materiali c.a. 7

 2.3.2.3 Armature 7

3 RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO DI COSTRUZIONE 8

4 RELAZIONE TECNICA GENERALE 12

 4.1 Normative 12

 4.2 Descrizione del software 12

 4.3 Dati generali 13

 4.3.1 Sezioni 13

 4.3.1.1 Sezioni C.A. 13

 4.3.1.1.1 Sezioni rettangolari C.A. 13

 4.3.1.1.2 Caratteristiche inerziali sezioni C.A. 13

 4.4 Dati di definizione 14

 4.4.1 Preferenze commessa e Preferenze di analisi 14

 4.4.2 Spettri D.M. 17-01-18 15

 4.4.3 Preferenze di verifica 19

 4.4.3.1 Normativa di verifica in uso 19

 4.4.3.2 Normativa di verifica C.A. 19

 4.4.3.3 Preferenze progetto muratura 19

 4.4.3.4 Preferenze FEM 19

 4.4.3.5 Moltiplicatori inerziali 19

 4.4.3.6 Preferenze di analisi non lineare FEM 20

 4.4.3.7 Preferenze di analisi carichi superficiali 20

 4.4.3.8 Preferenze del suolo 20

 4.4.4 Azioni e carichi 20

 4.4.4.1 Condizioni elementari di carico 20

 4.4.4.2 Combinazioni di carico 21

 4.4.4.3 Azione del vento 23

 4.4.4.4 Azione della neve 23

 4.4.5 Definizioni di carichi superficiali 24

 4.4.5 Quote 24

 4.4.5.1 Livelli 24

 4.4.5.2 Tronchi 24

 4.5 Verifiche Consuntive 25

 4.5.1 Verifiche consuntive cordoli di fondazione 25

 4.5.2 Verifiche consuntive maschi in muratura 25

 4.6 Modelli di Calcolo 26

 4.7 Conclusioni 27

5 VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA 28

 5.1 Criteri Generali 28

 5.2 Classificazione dell'Intervento 28

5.3 Rilievo Geometrico Strutturale	28
5.4 Materiali - Livelli di Conoscenza e Fattori di Confidenza	28
5.4.1 Muratura di Tufo esistente – Livello di Conoscenza LC2	29
5.5 Livelli di Sicurezza post-intervento.....	30

1 RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Nel seguente capitolo si riporta la relazione di calcolo riguardante la progettazione strutturale del Corpo n.2 relativamente al “Piano particolareggiato di iniziativa privata ex art.26 co. 5 della L.R. Campania 16/2004 relativo ad un immobile sito in via Kennedy n.98-108 Napoli” (ai sensi del punto 10.1 dell’Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni approvate con D.M. 17/01/2018 e del punto 10.1.2.1 della Circolare esplicativa del 21/01/2019 n.7/C.S.LL.PP).

Il progetto architettonico per il Corpo di Fabbrica denominato n.2 prevede il recupero ed il consolidamento della struttura esistente.

Il corpo di fabbrica si presenta di forma irregolare molto allungata, su di un unico livello fuori terra con copertura non praticabile a volta a botte. La struttura portante in muratura di tufo giallo napoletana si trova in un discreto stato conservativo.

Il sistema fondale esistente, privo di qualsiasi lesione o stato fessurativo, riflette la modalità costruttiva del tempo, ovvero fondazione continua in muratura (con allargamento su entrambi i lati), attestata ad una profondità di circa – 0,50 m dal piano di campagna

In virtù dello stato dei luoghi in cui si presenta il fabbricato in esame lo scrivente, a seguito di Valutazione della Sicurezza, ha individuato alcuni interventi da effettuarsi sulle strutture portanti dell’immobile, interventi mirati al miglioramento dei meccanismi locali e globali delle strutture portanti (maschi murari), progettati avendo come finalità:

- l'aumento della capacità deformativa, flessionale e tagliante dei maschi murari;
- il miglioramento dell'efficacia delle giunzioni e degli ammorsamenti negli incroci murari;
- il miglioramento della duttilità locale senza riduzione della duttilità globale.

In particolare sono stati previsti:

- interventi volti a ridurre le carenze dei collegamenti, quali ammorsatura pareti e cantonali;
- interventi volti ad incrementare la resistenza degli elementi murari, quali rigenerazione profonda dei giunti e rifacimento architravi degradati.

Per una migliore descrizione dell'intervento a farsi e dei materiali impiegati, si rimanda alle apposite tavole grafiche allegate alla presente.

Il Progettista Strutturale

2 RELAZIONE SUI MATERIALI DA IMPEGARE O EFFETTIVAMENTE IMPIEGATI

2.1 Normativa di riferimento

DM 2018 – *Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni*
 UNI EN 1992-1-1 – *Progettazione delle strutture in c.a.*
 UNI EN 206-1 – *Calcestruzzo, specificazione, prestazione, produzione e conformità*
 UNI 11104 – *Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1*
 UNI 8520 Parte 1e 2: *Aggregati per calcestruzzo – Istruzioni complementari per l'applicazione in Italia della norma UNI-EN 12620 – Requisiti*
 UNI 7122 – *Calcestruzzo fresco. Determinazione della quantità di acqua d'impasto essudata*
 EN 10080:2005 – *Acciaio per cemento armato*
 UNI EN ISO 15630-1/2 – *Acciai per cemento armato: Metodi di prova*
 EN 13670:2008 – *Execution of concrete structures*

2.2 Materiali di Progetto

2.2.1 Conglomerato Cementizio armato

Acciaio per C.A. B450C

Sollecitazione di Snervamento a traz./compress. Caratteristica: $f_{yk} \geq f_{ynom} = 4500 \text{ daN/cm}^2$;
 Sollecitazione di Rotture a trazione/compressione Caratteristica: $f_{tk} \geq f_{t,nom} = 5400 \cdot dN / \text{cm}^2$;
 Valore caratteristico del rapporto fra f_{tk} e f_{yk} $1,15 \leq \left(\frac{f_t}{f_y} \right)_k < 1,35$;
 Allungamento $(A_{gt})_k \geq 7,5\%$;
 Modulo di elasticità normale (modulo di Young): $E_s \cong 2100000 \cdot dN / \text{cm}^2$.

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

fyk: resistenza caratteristica. [daN/cm²]

σ_{amm}: tensione ammissibile. [daN/cm²]

Tipo: tipo di barra.

E: modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [daN/cm²]

γ: peso specifico del materiale. [daN/cm³]

Poisson: coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

α: coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C-1]

Livello di conoscenza: indica se il materiale è nuovo o esistente, e in tal caso il livello di conoscenza secondo Circ. 02/02/09 n. 617 §C8A. Informazione impiegata solo in analisi D.M. 14-01-08 (N.T.C.).

Descrizione	fyk	σ _{amm}	Tipo	E	γ	Poisson	α	Livello di conoscenza
B450C	4500	2550	Aderenza migliorata	2060000	0.00785	0.3	0.000012	Nuovo

Calcestruzzo C25/30 con classe di esposizione XC1 per opere in elevazione e XC2 per opere in fondazione

Resistenza caratteristica cubica a compressione da prova rapida: $R_{ck} = 300 \cdot dN / \text{cm}^2$;
 Resistenza caratteristica cilindrica a compressione da prova rapida. $f_{ck} = 0,83 \cdot R_{ck} = 249 \cdot dN / \text{cm}^2$
 Resistenza cilindrica media a compressione: $f_{cm} = f_{ck} + 80 = 329 \cdot dN / \text{cm}^2$;
 Resistenza cilindrica a compressione di progetto $f_{cd} = \frac{0,85 \cdot f_{ck}}{15} = 141 \cdot dN / \text{cm}^2$;
 Resistenza a trazione media: $f_{ctm} = 0,645 \cdot f_{ck}^{2/3} = 25,53 \cdot dN / \text{cm}^2$;
 Resistenza caratteristica a trazione: $f_{ctk} = 0,70 \cdot f_{ctm} = 17,87 \cdot \text{kg} / \text{cm}^2$;
 deformazione alla fine del tratto parabolico: $\varepsilon_{c0} = 0,0020$;
 deformazione ultima a compressione di progetto: $\varepsilon_{cu} = 0,0035$;
 Modulo di elasticità normale secante medio: $E_{cm} = 55260 (f_{cm})^{0,3} = 314463 \text{ daN/cm}^2$.

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

Rck: resistenza caratteristica cubica; valore medio nel caso di edificio esistente. [daN/cm²]

E: modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [daN/cm²]

G: modulo di elasticità tangenziale del materiale, viene impiegato nella modellazione di aste e di elementi guscio a comportamento ortotropo. [daN/cm²]

Poisson: coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

γ: peso specifico del materiale. [daN/cm³]

α: coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C-1]

Descrizione	Rck	E	G	Poisson	γ	α
C25/30	300	314472	Default (142941.64)	0.1	0.0025	0.00001

Curve di materiali c.a.

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

Curva: curva caratteristica.

Reaz.traz.: reagisce a trazione.

Comp.frag.: ha comportamento fragile.

E.compr.: modulo di elasticità a compressione. [daN/cm²]

Incr.compr.: incrudimento di compressione. Il valore è adimensionale.

EpsEc: ϵ elastico a compressione. Il valore è adimensionale.

EpsUc: ϵ ultimo a compressione. Il valore è adimensionale.

E.traz.: modulo di elasticità a trazione. [daN/cm²]

Incr.traz.: incrudimento di trazione. Il valore è adimensionale.

EpsEt: ϵ elastico a trazione. Il valore è adimensionale.

EpsUt: ϵ ultimo a trazione. Il valore è adimensionale.

Descrizione	Curva									
	Reaz.traz.	Comp.frag.	E.compr.	Incr.compr.	EpsEc	EpsUc	E.traz.	Incr.traz.	EpsEt	EpsUt
C25/30	No	Si	314471.61	0.001	-0.002	-0.0035	314471.61	0.001	0.0000569	0.0000626

Classi di Esposizione:

Con riferimento alle norme UNI EN 206 – 2006 e UNI 11104:2004 la classe di esposizione del cls impiegato sarà: **XC1 – per le strutture in elevazione e XC2 – per le strutture in fondazione.**

Classi di Consistenza:

Con riferimento alle norme UNI EN 206 – 2006 e UNI 11104:2004 la classe di consistenza, espressa mediante abbassamento al cono di Abrams, è **S4** - consistenza fluida: abbassamento (slump) da 160 a 210 mm.

Copriferro:

I valori dei copriferri sono stati stabiliti secondo il D.M. 17.01.2018 e Circolare 7/19, in funzione delle classi di esposizione ambientali, tipologia di opera e tolleranza di posa delle armature.

Con riferimento al § 4.1.6.1.3 delle NTC, al fine della protezione delle armature dalla corrosione il valore minimo dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve rispettare quanto indicato in Tabella C4.1.IV, nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di Tabella 4.1.IV delle NTC. I valori sono espressi in mm e sono distinti in funzione dell'armatura, barre da c.a. o cavi aderenti da c.a.p. (fili, trecce e trefoli), e del tipo di elemento, a piastra (solette, pareti, ...) o monodimensionale (travi, pilastri, ...).

A tali valori di tabella vanno aggiunte le tolleranze di posa, pari a 10 mm o minore, secondo indicazioni di norme di comprovata validità.

I valori della Tabella C4.1.IV si riferiscono a costruzioni con vita nominale di 50 anni (Tipo 2 secondo la Tabella 2.4.I delle NTC). Per costruzioni con vita nominale di 100 anni (Tipo 3 secondo la citata Tabella 2.4.I) i valori della Tabella C4.1.IV vanno aumentati di 10 mm. Per classi di resistenza inferiori a C_{min} i valori della tabella sono da aumentare di 5 mm. Per produzioni di elementi sottoposte a controllo di qualità che preveda anche la verifica dei copriferri, i valori della tabella possono essere ridotti di 5 mm.

Per acciai inossidabili o in caso di adozione di altre misure protettive contro la corrosione e verso i vani interni chiusi di solai alleggeriti (alveolari, predalles, ecc.), i copriferri potranno essere ridotti in base a documentazioni di comprovata validità.

Tabella C4.1.IV - Copriferri minimi in mm

C _{min}	C ₀	ambiente	barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
			C ₂ C ₀	C _{min} ≤C<C ₀	C ₂ C ₀	C _{min} ≤C<C ₀	C ₂ C ₀	C _{min} ≤C<C ₀	C ₂ C ₀	C _{min} ≤C<C ₀
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C30/37	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

La classe di resistenza minima C_{min} indicata in tabella deve comunque intendersi riferita alla pertinente classe di esposizione di cui alla UNI EN 206:2016 richiamata nella Tabella 4.1.III delle NTC.

Le tolleranze di esecuzione dei copriferri sono quelle previste dalla norma EN 13670:2008: è stata considerata una tolleranza ΔC_{dev} di 10 mm, come proposto dalla norma UNI EN 1992-1-1. Pertanto, si è deciso di utilizzare per le strutture in elevazione un copriferro minimo di **C_{min} = 30 mm** per elementi a piastra e **C_{min} = 35 mm** per altri elementi; e uno copriferro minimo in fondazione di **C_{min} = 45 mm**. *Si ricorda che il valore del copriferro è misurato dal filo esterno delle staffe, per cui se verranno utilizzati distanziatori fissati alle barre longitudinali occorrerà sommare al valore fornito anche il diametro delle staffe e il raggio della barra.*

Qualità dei componenti:

La sabbia deve essere viva, con grani assortiti in grossezza da 0 a 3 mm, non proveniente da rocce in decomposizione, scricchiolante alla mano, pulita, priva di materie organiche, melmose, terrose e di salsedine. La ghiaia deve contenere elementi assortiti, di dimensioni fino a 16 mm, resistenti e non gelivi, non friabili, scevri di sostanze estranee, terra e salsedine. Le ghiaie sporche vanno accuratamente lavate. Anche il pietrisco proveniente da rocce compatte, non gessose né gelive, dovrà essere privo di impurità od elementi in decomposizione. In definitiva gli inerti dovranno essere lavati ed esenti da corpi terrosi ed organici. Non sarà consentito assolutamente il misto di fiume. L'acqua da utilizzare per gli impasti dovrà essere potabile, priva di sali (cloruri e solfuri). Assortimento granulometrico in composizione compresa tra le curve granulometriche sperimentali:

- passante al vaglio di mm 16 = 100%
- passante al vaglio di mm 8 = 88-60%
- passante al vaglio di mm 4 = 78-36%
- passante al vaglio di mm 2 = 62-21%
- passante al vaglio di mm 1 = 49-12%
- passante al vaglio di mm 0.25 = 18-3%

Potranno essere impiegati additivi fluidificanti o superfluidificanti per contenere il rapporto acqua/cemento mantenendo la lavorabilità necessaria.

Confezionamento calcestruzzi

cemento per conf. cls.: utilizzare esclusivamente leganti idraulici conformi a alle UNI EN 197

inerti per conf. cls.: gli inerti naturali o di frantumazione devono essere costituiti da elementi non gelivi, privi di parti friabili, polverulente, terrose e di sostanze comunque nocive all'indurimento del conglomerato ed alla conservazione delle armature. Devono utilizzarsi almeno tre diversi diametri di inerti (non maggiore di 25 mm) in modo da ottenere un fuso granulometrico che si discosti il meno possibile dalla curva teorica di Fuller.

Acqua per conf. cls.: l'acqua utilizzata per il confezionamento del calcestruzzo deve essere limpida, non contenere sali in percentuali dannose e non essere aggressiva.

Il rapporto acqua cemento deve essere non superiore a 0.40.

Prescrizione per il disarmo

Indicativamente: pilastri 3-4 giorni; solette modeste 10-12 giorni; travi, archi 24-25 giorni, mensole 28 giorni. Per ogni porzione di struttura, il disarmo non può essere eseguito se non previa autorizzazione della Direzione Lavori.

Controllo di accettazione del calcestruzzo

Le Norme tecniche per le Costruzioni fissano l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera rispetto a quello stabilito dal progetto e sperimentalmente verificato in sede di valutazione preliminare. Il prelievo dei campioni per il controllo di accettazione verrà eseguito secondo le modalità prescritte al punto 11.2.5.3 del D.M. 21/01/2018. Il controllo da eseguire, per l'opera in oggetto, in funzione del quantitativo di calcestruzzo in accettazione è quello di tipo A.

2.2.2 Boiaccia per iniezioni e per stilatura profonda dei giunti

Per le lavorazioni di stilatura dei giunti della muratura esistente, si prescrive l'impiego di malta fibrata di calce idraulica naturale di classe M10, esente da cemento, tipo "Webercalce malta M10" della Weber Sant Gobain" o equivalente.

2.3 Materiali Esistenti

In ottemperanza a quanto disposto dal DM 17/01/2018 e dalla Circolare 21/01/2019, sulla base degli approfondimenti effettuati nelle fasi conoscitive, come ampiamente riportato nella valutazione della sicurezza, per i materiali esistenti si è individuato il "livello di conoscenza" LC2 e si è definito quindi il relativo fattore di confidenza: 1,20 da utilizzare come ulteriori coefficienti parziali di sicurezza che tengono conto delle carenze nella conoscenza dei parametri del modello. In particolare dal rilievo dello stato di fatto e dalle prove effettuate in situ (allegate alla presente), si è riscontrato l'utilizzo dei seguenti materiali strutturali.

2.3.1 Materiali muratura

2.3.1.1 Proprietà muratura base

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

E: modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [daN/cm²]

G: modulo di elasticità tangenziale del materiale, viene impiegato nella modellazione di aste e di elementi guscio a comportamento ortotropo. [daN/cm²]

v: coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

γ: peso specifico del materiale. [daN/cm³]

α: coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C⁻¹]

Descrizione	E	G	v	γ	α
Tufo esistente - LC2 miglioramenti vari	15000	Default (6000)	0.25	0.0016	0.00006

2.3.1.2 Proprietà muratura NTC2018

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

Tipo blocchi: tipo di blocchi (D.M. 17-01-18 11.10.1, 11.10.VI, VII).

Cat.blocchi: categoria blocchi (D.M. 17-01-18 4.5.6.1).

fbk: resistenza caratteristica a compressione dell'elemento dichiarata dal produttore (D.M. 17-01-18 11.10.1.1.1). [daN/cm²]

fbk_h: resistenza caratteristica a compressione dell'elemento in direzione orizzontale nel piano del muro. Dato da richiedere al produttore (D.M. 17-01-18 11.10.1.1.1). [daN/cm²]

Tipo malta: tipo di malta (D.M. 17-01-18 11.10.2).

Res.compr.malta: resistenza media a compressione della malta (D.M. 17-01-18 11.10.2.1). [daN/cm²]

GammaM: coefficiente parziale di sicurezza sulla resistenza a compressione della muratura (D.M. 17-01-18 4.5.6.1, 4.5.II). Il valore è adimensionale.

Cl.esec.: classe di esecuzione (D.M. 17-01-18 4.5.6.1).

fk: resistenza caratteristica a compressione della muratura (D.M. 17-01-18 4.5.6.1, 11.10.3.1). [daN/cm²]

fvk0: resistenza caratteristica a taglio della muratura in assenza di tensioni normali (D.M. 17-01-18 4.5.6.1, 11.10.3.2). [daN/cm²]

fhk: resistenza caratteristica della muratura a compressione in direzione orizzontale (nel piano della parete) D.M. 17-01-18. [daN/cm²]

fk_t: resistenza caratteristica a trazione (D.M. 17-01-18). [daN/cm²]

Giunti verticali a secco: giunti verticali a secco.

Tipo di malta per fvk0: tipologia di malta (D.M. 17-01-18 11.10.3.2.2, 11.10.VIII).

Descrizione	Tipo blocchi	fbk	fbk _h	Tipo malta	Res.compr.malta	GammaM	Cl.esec.	fk	fvk0	fhk	fk _t	Giunti verticali a secco	Tipo di malta per fvk0
Tufo esistente - LC2 miglioramenti vari	Pietra naturale	30	6		25	3		Default (20)	Default (1.5)	4	0	No	Ordinaria

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

f medio: resistenza media a compressione della muratura, per materiale esistente. [daN/cm²]

r0 medio: resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nella circolare approvata al §C8.7.1.3). [daN/cm²]

fv0 medio: resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nella circolare approvata al §C8.7.1.3). [daN/cm²]

fh medio: resistenza media della muratura a compressione in direzione orizzontale (nel piano della parete). [daN/cm²]

μ: coefficiente di attrito. Il valore è adimensionale. Accetta anche il valore di default espresso nelle preferenze.

φ: coefficiente di ammorsamento. Il valore è adimensionale. Accetta anche il valore di default espresso nelle preferenze.

E medio: valore medio del modulo di elasticità normale utilizzato per materiale esistente in caso di analisi statica non-lineare (pushover). [daN/cm²]

G medio: valore medio del modulo di elasticità tangenziale utilizzato per materiale esistente in caso di analisi statica non-lineare (pushover). [daN/cm²]

Tessitura: tipo di tessitura muraria (regolare o irregolare), modifica la verifica a fessurazione diagonale

Tipologia: tipologia di muratura

Miglioramento: tipologia di miglioramento

Descrizione	f medio	r0 medio	fv0 medio	fh medio	μ	φ	E medio	G medio	Tessitura	Tipologia
Tufo esistente - LC2 miglioramenti vari	Default (46.8)	Default (1.08)	Default (2.61)	Default (23.4)	Default (0.577)	Default (0.767)	Default (25380)	Default (8100)	Regolare	Muratura a conci regolari di pietra tenera

2.3.2 Conglomerato Cementizio armato esistente – LC1

2.3.2.1 Materiali c.a.

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

Rck: resistenza caratteristica cubica; valore medio nel caso di edificio esistente. [daN/cm²]

E: modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [daN/cm²]

G: modulo di elasticità tangenziale del materiale, viene impiegato nella modellazione di aste e di elementi guscio a comportamento ortotropo. [daN/cm²]

v: coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

γ: peso specifico del materiale. [daN/cm³]

α: coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C-1]

Descrizione	Rck	E	G	v	γ	α
C20/25 - LC1	250	273860	Default (124481.68)	0.1	0.0025	0.00001

2.3.2.2 Curve di materiali c.a.

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

Curva: curva caratteristica.

Reaz.traz.: reagisce a trazione.

Comp.frag.: ha comportamento fragile.

E.compr.: modulo di elasticità a compressione. [daN/cm²]

Incr.compr.: incrudimento di compressione. Il valore è adimensionale.

EpsEc: ε elastico a compressione. Il valore è adimensionale.

EpsUc: ε ultimo a compressione. Il valore è adimensionale.

E.traz.: modulo di elasticità a trazione. [daN/cm²]

Incr.traz.: incrudimento di trazione. Il valore è adimensionale.

EpsEt: ε elastico a trazione. Il valore è adimensionale.

EpsUt: ε ultimo a trazione. Il valore è adimensionale.

Descrizione	Curva									
	Reaz.traz.	Comp.frag.	E.compr.	Incr.compr.	EpsEc	EpsUc	E.traz.	Incr.traz.	EpsEt	EpsUt
C20/25 - LC1	No	Si	273859.69	0.001	-0.002	-0.0035	273859.69	0.001	0.0000579	0.0000637

2.2.2.3 Armature

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

fyk: resistenza caratteristica. [daN/cm²]

σ_{amm.}: tensione ammissibile. [daN/cm²]

Tipo: tipo di barra.

E: modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [daN/cm²]

γ: peso specifico del materiale. [daN/cm³]

v: coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

α: coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C-1]

Livello di conoscenza: indica se il materiale è nuovo o esistente, e in tal caso il livello di conoscenza secondo Circ.617 02/02/09 §C8A. Informazione impiegata solo in analisi D.M. 14-01-08 (N.T.C.) e D.M. 17-01-18 (N.T.C.).

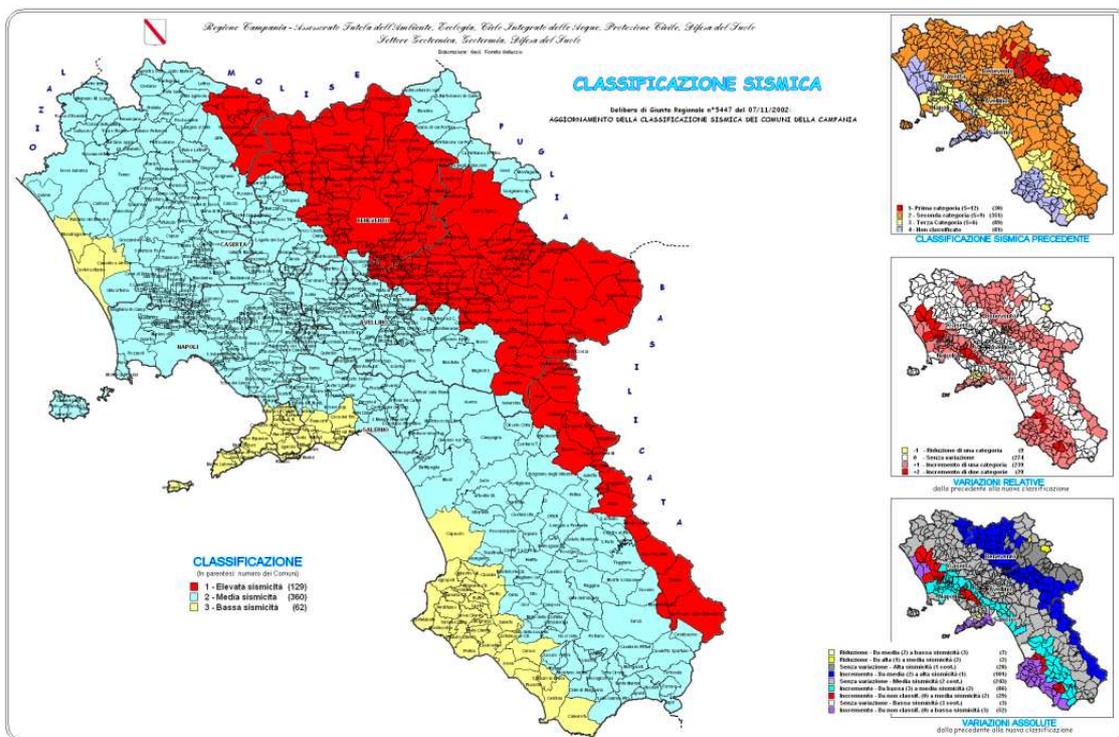
Descrizione	fyk	σ _{amm.}	Tipo	E	γ	v	α	Livello di conoscenza
FeB 32k liscio - LC1	3100	1550	Liscio	2060000	0.00785	0.3	0.000012	LC1 (FC = 1,35)

Il Progettista Strutturale

3 RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO DI COSTRUZIONE

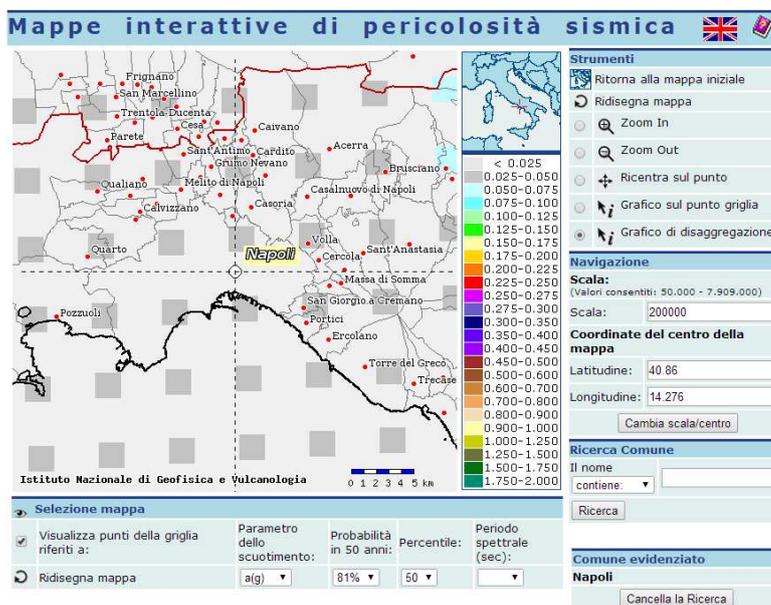
La Regione Campania è caratterizzata da una sismicità che si distribuisce lungo fasce (Zone sismo-genetiche) a caratteristiche sismiche omogenee, allungate preferenzialmente NW-SE, nella direzione della costa tirrenica e della catena montuosa appenninica. Lungo queste fasce la sismicità si distribuisce in modo omogeneo e gradualmente crescente dalla costa verso l'Appennino.

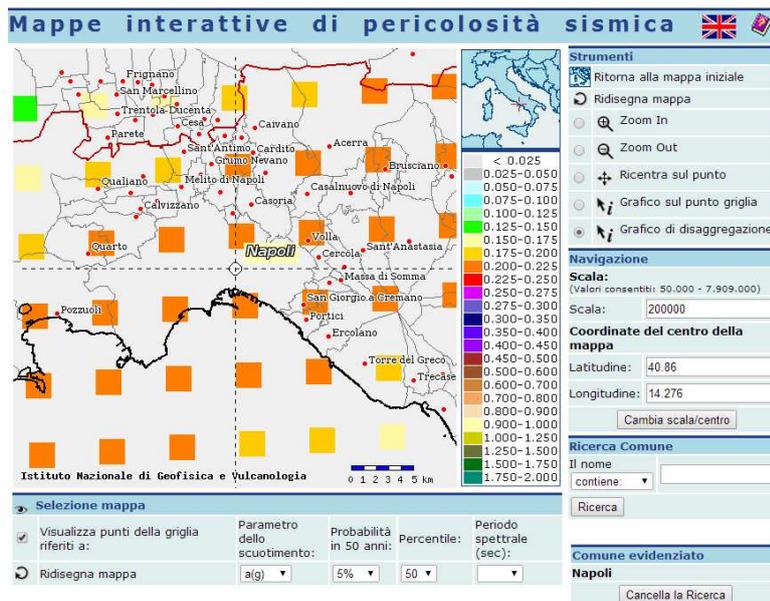
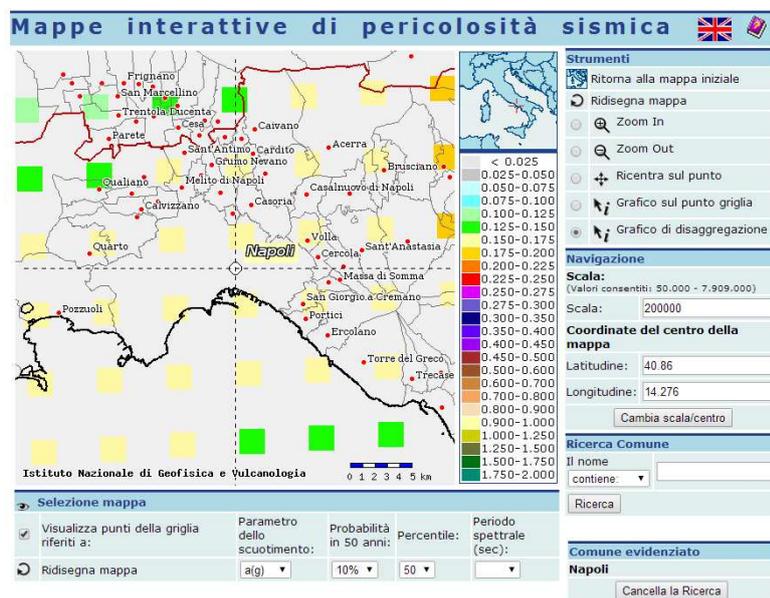
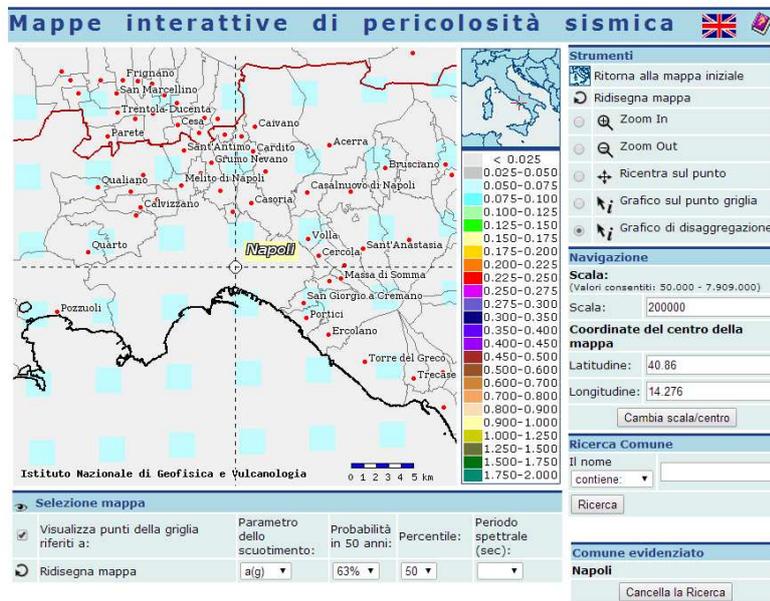
L'ultima zonizzazione sismica effettuata a livello Regionale risale all'anno 2002 quando è stata approvata con D.G.R. n.5447 del 07/11/2002 la nuova classificazione sismica sotto riportata con la quale i comuni venivano divisi in bassa, media e alta sismicità. Nel caso in esame il Comune di NAPOLI ricade in zona Z2 (media sismicità).



Con l'OPCM 3519/06 l'intero Territorio Nazionale viene suddiviso in 4 zone sulla base di un differente valore dell'accelerazione di picco ag su terreno a comportamento rigido, derivante da studi predisposti dall'INGV-DPC.

Gli intervalli di accelerazione (ag) con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni sono stati rapportati alle 4 zone sismiche indicate dall'OPCM 3519/06. Nel caso in esame riferendosi al Comune di NAPOLI si riportano le mappe di pericolosità del sito oggetto di intervento in termini di accelerazioni di picco al suolo, valutate per eventi sismici caratterizzati da un periodo di ritorno T = 50 anni con probabilità di superamento di 81%, 63%, 10% e 5% elaborate dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia sulla base del Progetto S1 – Proseguimento dell'assistenza al DPC per il completamento e la gestione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 e progettazione di nuovi sviluppi, Convenzione INGV-DPC 2004-2006.





Nel caso specifico il comune di NAPOLI ricade in zona sismica 2 (media) con accelerazione orizzontale su suolo rigido compresa tra 0.15-0.25g.

Prestazioni di progetto, classe d'uso e valutazione delle azioni sismiche

L'aggiornamento delle NTC riprende la caratterizzazione dell'azione sismica sulla base dell'impiego di spettri di risposta elastici in accelerazione (punto 3.2.3.2) definiti in funzione della pericolosità sismica locale attraverso i seguenti parametri per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento (VR):

- Accelerazione massima orizzontale su sito di riferimento: a_g
- Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale: F_0

Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale T_c^* .

Tali fattori vanno determinati, attraverso le coordinate del sito in esame, in funzione dei valori relativi ai punti del reticolo di riferimento per i diversi periodi di ritorno dell'azione sismica. In particolare, le azioni relative ai quattro stati limite previsti dalla normativa (due di esercizio, SLO e SLD, e due ultimi, SLU e SLC), sono caratterizzate dalle seguenti probabilità di superamento nel periodo di riferimento (P_{VR}):

Stato limite		P_{VR}
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

dove il periodo di riferimento (VR) è a sua volta funzione della vita nominale e della classe d'uso dell'opera (cioè della rilevanza). La vita nominale, nel caso di costruzioni con livelli di prestazioni ordinari (c.f.r. par. 2.4.1): $VN \geq 50$ anni.

La classe d'uso, per le opere del presente progetto, è la "classe III" (coefficiente d'uso $CU=1.5$) per cui il periodo di riferimento per la definizione dell'azione sismica risulta (c.f.r. par. 2.4.2 e par.2.4.3): $VR = VN \times CU = 50 \times 1.5 = 75$ anni. Date le coordinate del sito di riferimento - NAPOLI; - Latitudine (deg) 40,863°; Longitudine (deg) 14,2767° (N 40° 51' 47"; E 14° 16' 36") ED50; Altitudine s.l.m. 18,16 m, si rende necessario assegnare la categoria di suolo e la categoria topografica per la definizione dello spettro.

Categorie del suolo di fondazione

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II).

Ai fini della valutazione dell'amplificazione stratigrafica le disposizioni contenute nel D.M. 17/01/2018 prescrivono l'attribuzione di una categoria di suolo attraverso la valutazione del parametro, ritenuto più significativo a tal riguardo, $V_{s,eq}$ ovvero la velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio S. L'equazione per il calcolo di $V_{s,eq}$ è la seguente:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

dove:

- h_i = spessore dell'i-esimo strato;
- $V_{s,i}$ = velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
- N = Numero di strati
- H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

Nel caso in esame, dalla consultazione della relazione geologica, si evince che la classificazione è riconducibile ad una categoria di sottosuolo di tipo C - *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.*

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Categoria ed amplificazione topografica

Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T riportati nella seguente, in funzione delle categorie topografiche definite e dell'ubicazione dell'intervento.

Tab. 3.2.V – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

Valore massimo del coefficiente di amplificazione topografica in corrispondenza dell'opera in oggetto $S_T=1,0$.

A questo punto si possono definire i parametri per la caratterizzazione degli spettri che di seguito si riportano:

Tipo di costruzione	2 - Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	
Vn	50	
Classe d'uso	III	
Vr	75	
Tipo di analisi	Lineare dinamica	
Considera sisma Z	Solo se $A_g \geq 0.15$ g, conformemente a §3.2.3.1	
Località	Napoli; Latitudine ED50 40,863° (40° 51' 47''); Longitudine ED50 14,2767° (14° 16' 36''); Altitudine s.l.m. 18,6 m.	
Categoria del suolo	C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti	
Categoria topografica	T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	
Ss orizzontale SLO	1.5	
Tb orizzontale SLO	0.158	[s]
Tc orizzontale SLO	0.473	[s]
Td orizzontale SLO	1.825	[s]
Ss orizzontale SLD	1.5	
Tb orizzontale SLD	0.164	[s]
Tc orizzontale SLD	0.491	[s]
Td orizzontale SLD	1.897	[s]
Ss orizzontale SLV	1.4222	
Tb orizzontale SLV	0.17	[s]
Tc orizzontale SLV	0.509	[s]
Td orizzontale SLV	2.368	[s]
Ss verticale	1	
Tb verticale	0.05	[s]
Tc verticale	0.15	[s]
Td verticale	1	[s]
St	1	
PVr SLO (%)	81	
Tr SLO	45.16	
Ag/g SLO	0.0563	
Fo SLO	2.337	
Tc* SLO	0.304	[s]
PVr SLD (%)	63	
Tr SLD	75.43	
Ag/g SLD	0.0743	
Fo SLD	2.326	
Tc* SLD	0.321	[s]
PVr SLV (%)	10	
Tr SLV	711.84	
Ag/g SLV	0.1919	
Fo SLV	2.413	
Tc* SLV	0.339	[s]

Il Progettista Strutturale

4 RELAZIONE TECNICA GENERALE

4.1 Normative

D.M. LL. PP. 11-03-88 - Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

Circolare Ministeriale del 24-07-88, n. 30483/STC.

Legge 02-02-74 n. 64, art. 1 - D.M. 11-03-88 - Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17-01-18 - Sicurezza e prestazioni attese (cap.2), Azioni sulle costruzioni (cap.3), Costruzioni in calcestruzzo (par.4.1), Costruzioni in legno (par.4.4), Costruzioni in muratura (par.4.5), Progettazione geotecnica (cap.6), Progettazione per azioni sismiche (cap.7), Costruzioni esistenti (cap.8), Riferimenti tecnici (cap.12), EC3.

Circolare 7 21-01-19 C.S.LL.PP

Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle N.T.C. di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

Eurocodice 3 UNI ENV 1993-1-1:1994, Eurocodice 3 UNI EN 1993-1-1:2014 Luglio 2014, Eurocodice 3 UNI ENV 1993-1-3:2000,

Eurocodice 3 UNI EN 1993-1-3:2007 Gennaio 2007, Eurocodice 3 EN 1993-1-8:2005

4.2 Descrizione del software

Descrizione del programma Sismicad

Si tratta di un programma di calcolo strutturale che nella versione più estesa è dedicato al progetto e verifica degli elementi in cemento armato, acciaio, muratura e legno di opere civili. Il programma utilizza come analizzatore e solutore del modello strutturale un proprio solutore agli elementi finiti tridimensionale fornito col pacchetto. Il programma è sostanzialmente diviso in tre moduli: un pre processore che consente l'introduzione della geometria e dei carichi e crea il file dati di input al solutore; il solutore agli elementi finiti; un post processore che a soluzione avvenuta elabora i risultati eseguendo il progetto e la verifica delle membrature e producendo i grafici ed i tabulati di output.

Schematizzazione strutturale e criteri di calcolo delle sollecitazioni

Il programma schematizza la struttura attraverso l'introduzione nell'ordine di fondazioni, poste anche a quote diverse, platee, platee nervate, plinti e travi di fondazione poggianti tutte su suolo elastico alla Winkler, di elementi verticali, pilastri e pareti in c.a. anche con fori, di orizzontamenti costituiti da solai orizzontali e inclinati (falde), e relative travi di piano e di falda; è ammessa anche l'introduzione di elementi prismatici in c.a. di interpiano con possibilità di collegamento in inclinato a solai posti a quote diverse. I nodi strutturali possono essere connessi solo a travi, pilastri e pareti, simulando così impalcati infinitamente deformabili nel piano, oppure a elementi lastra di spessore dichiarato dall'utente simulando in tal modo impalcati a rigidezza finita. I nodi appartenenti agli impalcati orizzontali possono essere connessi rigidamente ad uno o più nodi principali giacenti nel piano dell'impalcato; generalmente un nodo principale coincide con il baricentro delle masse. Tale opzione, oltre a ridurre significativamente i tempi di elaborazione, elimina le approssimazioni numeriche connesse all'utilizzo di elementi lastra quando si richiede l'analisi a impalcati infinitamente rigidi. Per quanto concerne i carichi, in fase di immissione dati, vengono definite, in numero a scelta dell'utente, condizioni di carico elementari le quali, in aggiunta alle azioni sismiche e variazioni termiche, vengono combinate attraverso coefficienti moltiplicativi per fornire le combinazioni richieste per le verifiche successive. L'effetto di disassamento delle forze orizzontali, indotto ad esempio dai torcenti di piano per costruzioni in zona sismica, viene simulato attraverso l'introduzione di eccentricità planari aggiuntive le quali costituiscono ulteriori condizioni elementari di carico da cumulare e combinare secondo i criteri del paragrafo precedente. Tipologicamente sono ammessi sulle travi e sulle pareti carichi uniformemente distribuiti e carichi trapezoidali; lungo le aste e nei nodi di incrocio delle membrature sono anche definibili componenti di forze e coppie concentrate comunque dirette nello spazio. Sono previste distribuzioni di temperatura, di intensità a scelta dell'utente, agenti anche su singole porzioni di struttura. Il calcolo delle sollecitazioni si basa sulle seguenti ipotesi e modalità: - travi e pilastri deformabili a sforzo normale, flessione deviata, taglio deviato e momento torcente. Sono previsti coefficienti riduttivi dei momenti di inerzia a scelta dell'utente per considerare la riduzione della rigidezza flessionale e torsionale per effetto della fessurazione del conglomerato cementizio. E' previsto un moltiplicatore della rigidezza assiale dei pilastri per considerare, se pure in modo approssimato, l'accorciamento dei pilastri per sforzo normale durante la costruzione. - le travi di fondazione su suolo alla Winkler sono risolte in forma chiusa tramite uno specifico elemento finito; - le pareti in c.a. sono analizzate schematizzandole come elementi lastra-piastra discretizzati con passo massimo assegnato in fase di immissione dati; - le pareti in muratura possono essere schematizzate con elementi lastra-piastra con spessore flessionale ridotto rispetto allo spessore membranale.- I plinti su suolo alla Winkler sono modellati con la introduzione di molle verticali elastoplastiche. La traslazione orizzontale a scelta dell'utente è bloccata o gestita da molle orizzontali di modulo di reazione proporzionale al verticale. - I pali sono modellati suddividendo l'asta in più aste immerse in terreni di stratigrafia definita dall'utente. Nei nodi di divisione tra le aste vengono inserite molle assialsimmetriche elastoplastiche precaricate dalla spinta a riposo che hanno come pressione limite minima la spinta attiva e come pressione limite massima la spinta passiva modificabile attraverso opportuni coefficienti. - i plinti su pali sono modellati attraverso aste di rigidezza elevata che collegano un punto della struttura in elevazione con le aste che simulano la presenza dei pali;- le piastre sono discretizzate in un numero finito di elementi lastra-piastra con passo massimo assegnato in fase di immissione dati; nel caso di platee di fondazione i nodi sono collegati al suolo da molle aventi rigidezze alla traslazione verticale ed richiesta anche orizzontale.- La deformabilità nel proprio piano di piani dichiarati non infinitamente rigidi e di falde (piani inclinati) può essere controllata attraverso la introduzione di elementi membranali nelle zone di solaio. - I disassamenti tra elementi asta sono gestiti automaticamente dal programma attraverso la introduzione di collegamenti rigidi locali.- Alle estremità di elementi asta è possibile inserire svincolamenti tradizionali così come cerniere parziali (che trasmettono una quota di ciò che trasmetterebbero in condizioni di collegamento rigido) o cerniere plastiche.- Alle estremità di elementi bidimensionali è possibile inserire svincolamenti con cerniere parziali del momento flettente avente come asse il bordo dell'elemento.- Il calcolo degli effetti del sisma è condotto, a scelta dell'utente, con analisi statica lineare, con analisi dinamica modale o con analisi statica non lineare, in accordo alle varie normative adottate. Le masse, nel caso di impalcati dichiarati rigidi sono concentrate nei nodi principali di piano altrimenti vengono considerate diffuse nei nodi giacenti sull'impalcato stesso. Nel caso di analisi sismica vengono anche controllati gli spostamenti di interpiano.

Verifiche delle membrature in cemento armato

Nel caso più generale le verifiche degli elementi in c.a. possono essere condotte col metodo delle tensioni ammissibili (D.M. 14-1-92) o agli stati limite in accordo al D.M. 09-01-96, al D.M. 14-01-08, al D.M. 17-01-18 o secondo Eurocodice 2. Le travi sono progettate e verificate a flessione retta e taglio; a richiesta è possibile la verifica per le sei componenti della sollecitazione. I pilastri ed i pali sono verificati per le sei componenti della sollecitazione. Per gli elementi bidimensionali giacenti in un medesimo piano è disponibile la modalità di verifica che consente di analizzare lo stato di verifica nei singoli nodi degli elementi. Nelle verifiche (a presso flessione e punzonamento) è ammessa la introduzione dei momenti di calcolo modificati in base alle direttive dell'EC2, Appendice A.2.8. I plinti superficiali sono verificati assumendo lo schema statico di mensole con incastri posti a filo o in asse pilastro. Gli ancoraggi delle armature delle membrature in c.a. sono calcolati sulla base della effettiva tensione normale che ogni barra assume nella sezione di verifica distinguendo le zone di ancoraggio in zone di buona o cattiva aderenza. In particolare il programma valuta la tensione normale che ciascuna barra può assumere in una sezione sviluppando l'aderenza sulla superficie cilindrica posta a sinistra o a destra della sezione considerata; se in una sezione una barra assume per effetto dell'aderenza una tensione normale minore di quella ammissibile, il suo contributo all'area complessiva viene ridotto dal programma nel rapporto tra la tensione normale che la barra può assumere per effetto dell'aderenza e quella ammissibile. Le verifiche sono effettuate a partire dalle aree di acciaio equivalenti così calcolate che vengono evidenziate in relazione. A seguito di analisi inelastiche eseguite in accordo a OPCM

3431 o D.M. 14-01-08, al D.M. 17-01-18 vengono condotte verifiche di resistenza per i meccanismi fragili (nodi e taglio) e verifiche di deformabilità per i meccanismi duttili.

Verifiche delle murature

Per le murature è prevista la verifica a schiacciamento eccentrico secondo il metodo delle tensioni ammissibili o agli stati limite ai sensi del D.M. LL.PP. 20-11-87. In presenza di sisma analizzato secondo il DM 16-1-96 le verifiche possono essere condotte sulla base della Circ. LL.PP. 30-07-81 n.21745 e le direttive tecniche dei D.G.R. Umbria 5180/98 e D.G.R. 2153/98 in attuazione L.61/98. In particolare vengono svolte le verifiche a taglio, a ribaltamento ed a pressoflessione sia nel piano ortogonale che nel piano del maschio. Vengono inoltre evidenziati a richiesta i coefficienti richiesti dalla L.61/98. La verifica a taglio viene condotta utilizzando un solutore POR per i maschi compresi tra due piani orizzontali dichiarati infinitamente rigidi in sede in input dei livelli. I carichi verticali si pensano centrati e le variazioni di sforzo normale dovute alle azioni sismiche sono prese in conto a scelta dell'utente. Nel caso si utilizzino un modello non lineare (ad esempio per la presenza di tiranti o di fondazioni non reagenti al sollevamento) i carichi verticali comprendono sempre anche il contributo delle azioni sismiche. Le azioni orizzontali prese in conto sono per ogni piano la somma delle forze sismiche agenti al di sopra del piano. Ai fini della verifica POR la analisi del modello agli elementi finiti ha il solo scopo di determinare lo sforzo normale nei maschi murari. Gli effetti delle azioni orizzontali infatti vanno valutati con diverso solutore (POR). Ai maschi che non sono compresi tra piani rigidi e quindi anche ai maschi che sostengono le falde non può essere applicato un solutore POR. Per questi maschi le verifiche a taglio vengono eseguite, trascurando a favore di sicurezza il contributo della duttilità, a partire dai risultati della analisi elastica forniti dal modello ad elementi finiti. I carichi verticali sono pensati centrati. Sia nel caso lineare che nel non lineare lo sforzo normale ed i tagli si ottengono per ogni combinazione sommando i contributi di tutte le condizioni di carico. In presenza di sisma analizzato secondo il D.M. 16-01-96 le verifiche a taglio, a pressoflessione nel piano e fuori piano e a ribaltamento possono essere eseguite secondo D.M. LL.PP 20-11-87. La analisi sismica può anche essere condotta secondo OPCM 3431 o D.M. 14-01-08, al D.M. 17-01-18 con analisi statica lineare, analisi dinamica modale o analisi statica non lineare. Le verifiche a taglio, a pressoflessione nel piano e fuori piano vengono condotte nel rispetto della norma con distinzione tra edifici nuovi ed edifici esistenti. Nel caso di analisi elastica le murature sono modellate con elementi bidimensionali (shell); nel caso di analisi statica non lineare le murature sono modellate con un particolare elemento finito monodimensionale a comportamento bilineare elastico perfettamente plastico.

4.3 Dati generali

4.3.1 Sezioni

4.3.1.1 Sezioni C.A.

4.3.1.1.1 Sezioni rettangolari C.A.

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

Area Tx FEM: area di taglio in direzione X per l'analisi FEM. [cm²]

Area Ty FEM: area di taglio in direzione Y per l'analisi FEM. [cm²]

JxFEM: momento di inerzia attorno all'asse X per l'analisi FEM. [cm⁴]

JyFEM: momento di inerzia attorno all'asse Y per l'analisi FEM. [cm⁴]

JtFEM: momento d'inerzia torsionale corretto con il fattore di forma per l'analisi FEM. [cm⁴]

H: altezza della sezione. [cm]

B: larghezza della sezione. [cm]

c.s.: copriferro superiore della sezione. [cm]

c.i.: copriferro inferiore della sezione. [cm]

c.l.: copriferro laterale della sezione. [cm]

Descrizione	Area Tx FEM	Area Ty FEM	JxFEM	JyFEM	JtFEM	H	B	c.s.	c.i.	c.l.
R 50x50	2083.33	2083.33	520833.33	520833.33	770833.33	50	50	3.5	3.5	3.5
R 70x50	2916.67	2916.67	729166.67	1.429E06	1.604E06	50	70	3.5	3.5	3.5
R 75x60	3750	3750	1350000	2109375	2678400	60	75	3.5	3.5	3.5
R 30x50	1250	1250	312500	112500	279900	50	30	3.5	3.5	3.5
R 85x60	4250	4250	1530000	3070625	3398400	60	85	3.5	3.5	3.5
R 65x50	2708.33	2708.33	677083.33	1.144E06	1.396E06	50	65	3.5	3.5	3.5
R 70x60	3500	3500	1260000	1715000	2318400	60	70	3.5	3.5	3.5
R 55x50	2291.67	2291.67	572916.67	693229.17	979166.67	50	55	3.5	3.5	3.5
R 75x50	3125	3125	781250	1757812.5	1812500	50	75	3.5	3.5	3.5
R 50x60	2500	2500	900000	625000	1187500	60	50	3.5	3.5	3.5
R 60x50	2500	2500	625000	900000	1187500	50	60	3.5	3.5	3.5

4.3.1.1.2 Caratteristiche inerziali sezioni C.A.

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

Xg: ascissa del baricentro definita rispetto al sistema geometrico in cui sono definiti i vertici del poligono. [cm]

Yg: ordinata del baricentro definita rispetto al sistema geometrico in cui sono definiti i vertici del poligono. [cm]

Area: area inerziale nel sistema geometrico centrato nel baricentro. [cm²]

Jx: momento d'inerzia attorno all'asse orizzontale baricentrico di definizione della sezione. [cm⁴]

Jy: momento d'inerzia attorno all'asse verticale baricentrico di definizione della sezione. [cm⁴]

Jxy: momento centrifugo rispetto al sistema di riferimento baricentrico di definizione della sezione. [cm⁴]

Jm: momento d'inerzia attorno all'asse baricentrico principale M. [cm⁴]

Jn: momento d'inerzia attorno all'asse baricentrico principale N. [cm⁴]

α: angolo tra gli assi del sistema di riferimento geometrico di definizione e quelli del sistema di riferimento principale. [deg]

Area Tx FEM: area di taglio in direzione X per l'analisi FEM. [cm²]

Area Ty FEM: area di taglio in direzione Y per l'analisi FEM. [cm²]

JxFEM: momento di inerzia attorno all'asse X per l'analisi FEM. [cm⁴]

JyFEM: momento di inerzia attorno all'asse Y per l'analisi FEM. [cm⁴]

JtFEM: momento d'inerzia torsionale corretto con il fattore di forma per l'analisi FEM. [cm⁴]

Descrizione	Xg	Yg	Area	Jx	Jy	Jxy	Jm	Jn	α	Area Tx FEM	Area Ty FEM	JxFEM	JyFEM	JtFEM
R 50x50	25	25	2500	5.2E5	5.2E5	0	5.2E5	5.2E5	0	2083.33	2083.33	5.21E05	5.21E05	7.71E05
R 70x50	35	25	3500	7.3E5	1.4E6	0	7.3E5	1.4E6	0	2916.67	2916.67	7.29E05	1.43E06	1.60E06
R 75x60	37.5	30	4500	1.4E6	2.1E6	0	1.4E6	2.1E6	0	3750	3750	1350000	2109375	2678400
R 30x50	15	25	1500	312500	112500	0	312500	112500	0	1250	1250	312500	112500	279900
R 85x60	42.5	30	5100	1.5E6	3.1E6	0	1.5E6	3.1E6	0	4250	4250	1530000	3070625	3398400
R 65x50	32.5	25	3250	6.8E5	1.1E6	0	6.8E5	1.1E6	0	2708.33	2708.33	6.77E05	1.14E06	1.40E06
R 70x60	35	30	4200	1.3E6	1.7E6	0	1.3E6	1.7E6	0	3500	3500	1260000	1715000	2318400
R 55x50	27.5	25	2750	5.7E5	6.9E5	0	5.7E5	6.9E5	0	2291.67	2291.67	5.73E05	6.93E05	9.79E05
R 75x50	37.5	25	3750	781250	1.8E6	0	781250	1.8E6	0	3125	3125	781250	1.76E06	1812500
R 50x60	25	30	3000	900000	625000	0	900000	625000	0	2500	2500	900000	625000	1187500
R 60x50	30	25	3000	625000	900000	0	625000	900000	0	2500	2500	625000	900000	1187500

4.4 Dati di definizione

4.4.1 Preferenze commessa e Preferenze di analisi

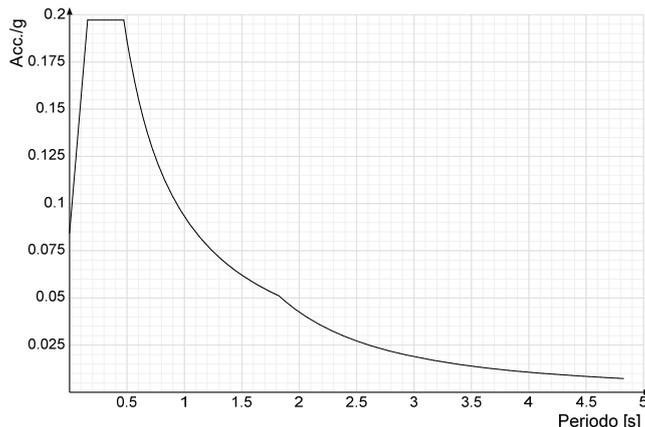
Metodo di analisi	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)	
Tipo di costruzione	2 - Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	
Vn	50	
Classe d'uso	III	
Vr	75	
Tipo di analisi	Lineare dinamica	
Considera sisma Z	Solo se $Ag \geq 0.15 g$, conformemente a §3.2.3.1	
Località	Napoli; Latitudine ED50 40,863° (40° 51' 47''); Longitudine ED50 14,2767° (14° 16' 36''); Altitudine s.l.m. 18,6 m.	
Categoria del suolo	C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti	
Categoria topografica	T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	
Ss orizzontale SLO	1.5	
Tb orizzontale SLO	0.158	[s]
Tc orizzontale SLO	0.473	[s]
Td orizzontale SLO	1.825	[s]
Ss orizzontale SLD	1.5	
Tb orizzontale SLD	0.164	[s]
Tc orizzontale SLD	0.491	[s]
Td orizzontale SLD	1.897	[s]
Ss orizzontale SLV	1.4222	
Tb orizzontale SLV	0.17	[s]
Tc orizzontale SLV	0.509	[s]
Td orizzontale SLV	2.368	[s]
Ss verticale	1	
Tb verticale	0.05	[s]
Tc verticale	0.15	[s]
Td verticale	1	[s]
St	1	
PVr SLO (%)	81	
Tr SLO	45.16	
Ag/g SLO	0.0563	
Fo SLO	2.337	
Tc* SLO	0.304	[s]
PVr SLD (%)	63	
Tr SLD	75.43	
Ag/g SLD	0.0743	
Fo SLD	2.326	
Tc* SLD	0.321	[s]
PVr SLV (%)	10	
Tr SLV	711.84	
Ag/g SLV	0.1919	
Fo SLV	2.413	
Tc* SLV	0.339	[s]
Smorzamento viscoso (%)	5	
Classe di duttilità	CD"B"	
Rotazione del sisma	0	[deg]
Quota dello '0' sismico	0	[cm]
Regolarità in pianta	No	
Regolarità in elevazione	No	
Edificio muratura	Si	
Tipologia muratura	Costruzioni di muratura ordinaria	
α/α_1 muratura	$\alpha/\alpha_1 = (1.0+1.7)/2$	
Edificio esistente	Si	
Altezza costruzione	475	[cm]
T1,x	3.24096	[s]
T1,y	0.46315	[s]
λ SLO,x	1	
λ SLO,y	1	
λ SLD,x	1	
λ SLD,y	1	
λ SLV,x	1	
λ SLV,y	1	
Numero modi	12	
Metodo di Ritz	applicato	
Limite spostamenti interpiano SLD	0.002	
Fattore di comportamento per sisma SLD X	1.5	
Fattore di comportamento per sisma SLD Y	1.5	
Fattore di comportamento per sisma SLV X	2.25	
Fattore di comportamento per sisma SLV Y	2.25	
Coefficiente di sicurezza per carico limite (fondazioni superficiali)	2.3	
Coefficiente di sicurezza per scorrimento (fondazioni superficiali)	1.1	

4.4.2 Spettri D.M. 17-01-18

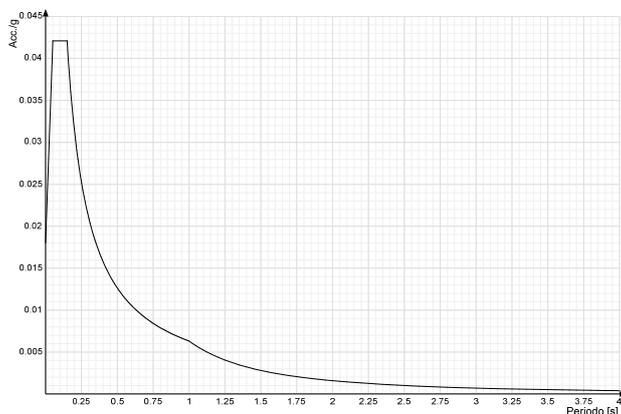
Acc./g: Accelerazione spettrale normalizzata ottenuta dividendo l'accelerazione spettrale per l'accelerazione di gravità.

Periodo: Periodo di vibrazione.

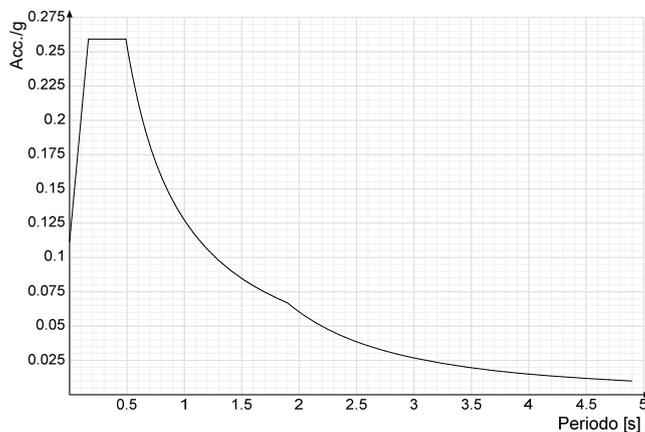
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLO § 3.2.3.2.1 [3.2.2]



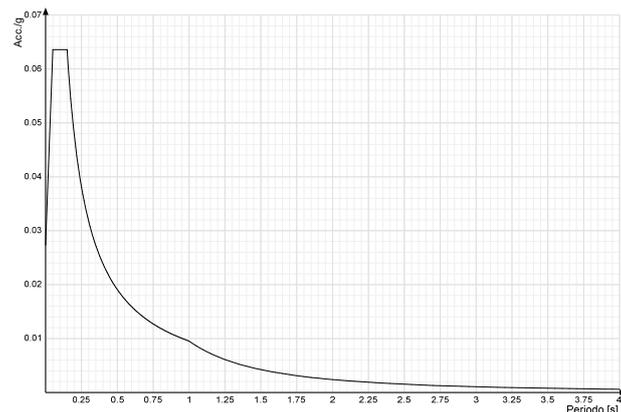
Spettro di risposta elastico in accelerazione della componente verticale SLO § 3.2.3.2.2 [3.2.8]



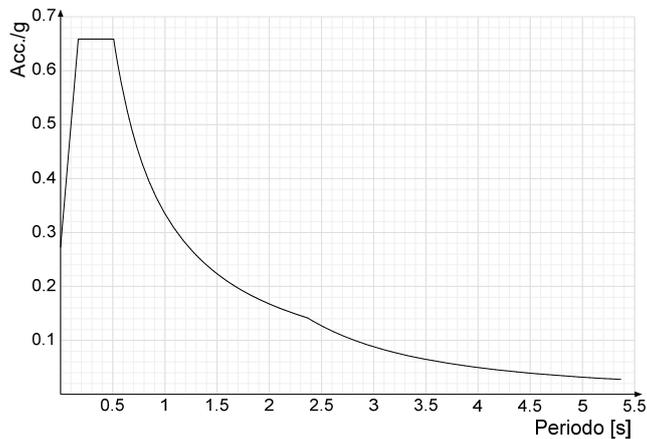
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLD § 3.2.3.2.1 [3.2.2]



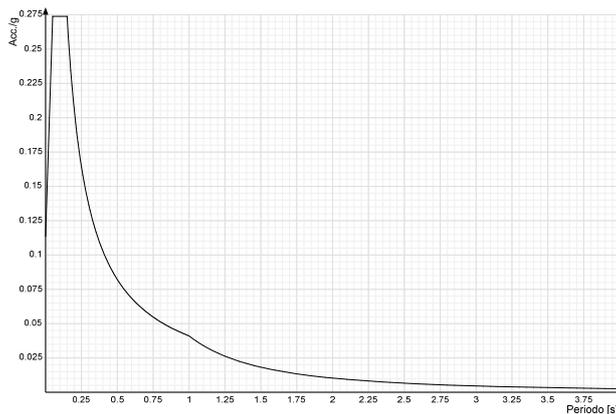
Spettro di risposta elastico in accelerazione della componente verticale SLD § 3.2.3.2.2 [3.2.8]



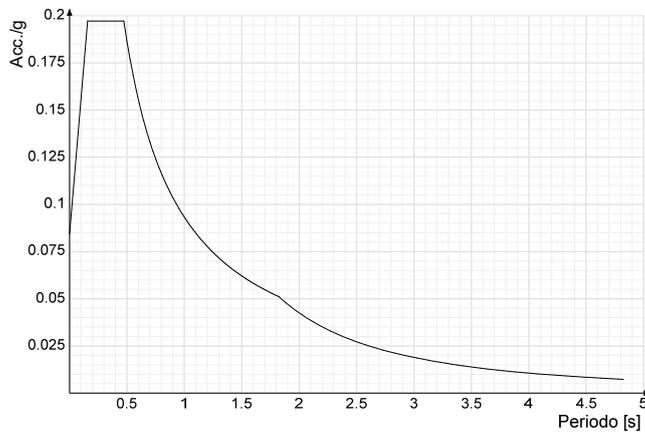
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLV § 3.2.3.2.1 [3.2.2]



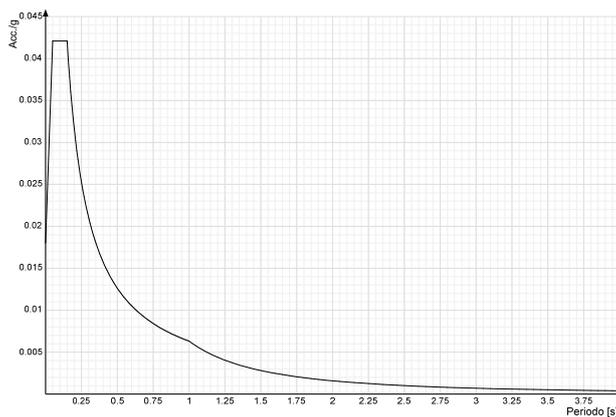
Spettro di risposta elastico in accelerazione della componente verticale SLV § 3.2.3.2.2 [3.2.8]



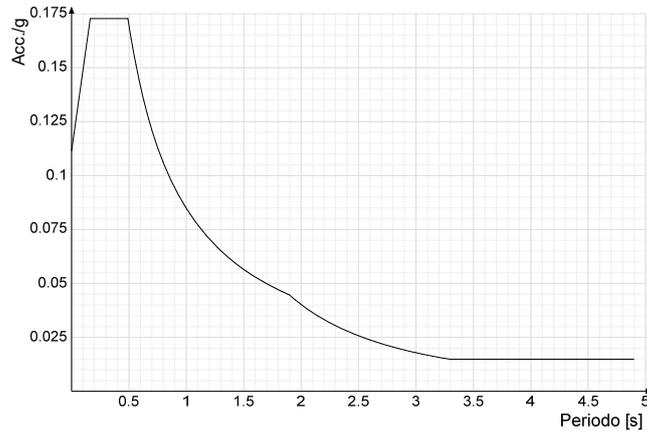
Spettro di risposta di progetto in accelerazione delle componenti orizzontali SLO § 3.2.3.4



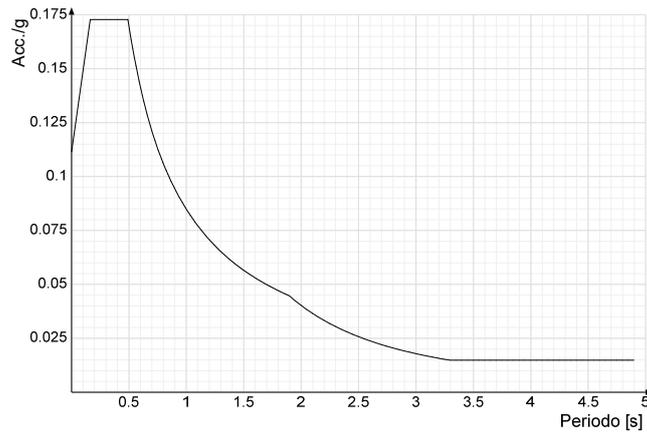
Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente verticale SLO § 3.2.3.4



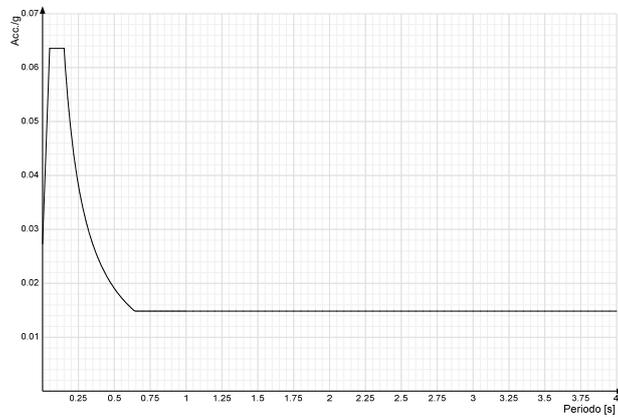
Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLD § 3.2.3.5



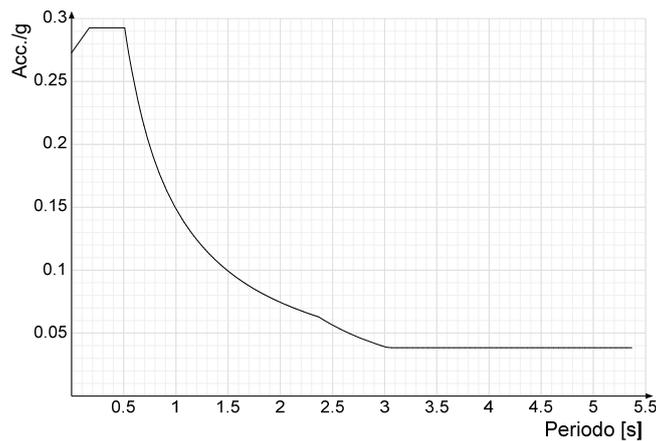
Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLD § 3.2.3.5



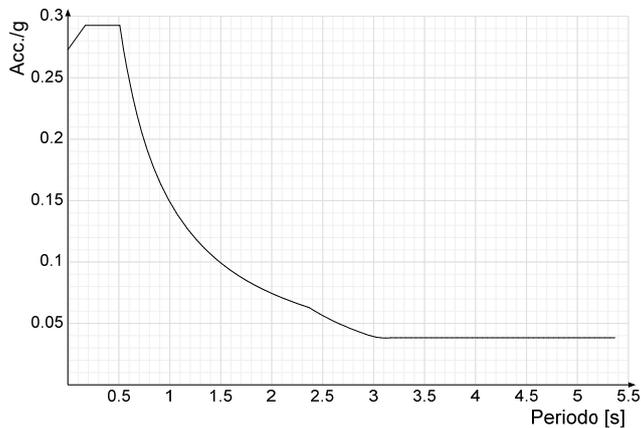
Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente verticale SLD § 3.2.3.5



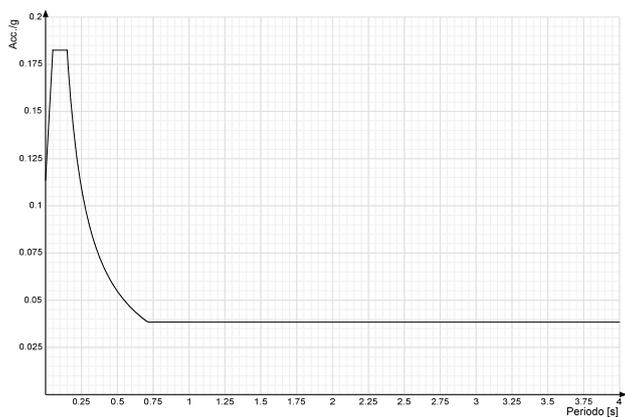
Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLV § 3.2.3.5



Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLV § 3.2.3.5

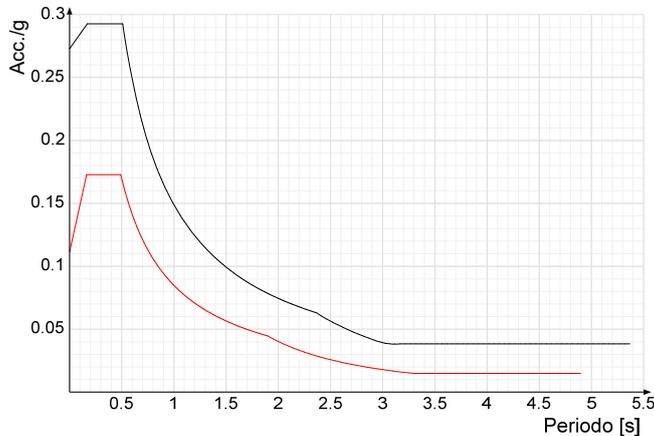


Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente verticale SLV § 3.2.3.5

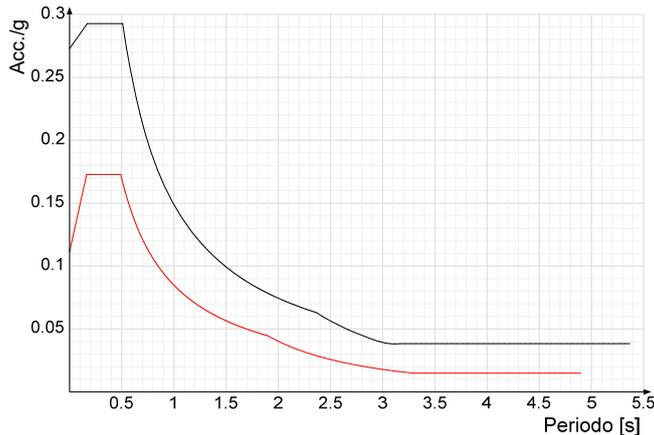


Confronti spettri SLV-SLD

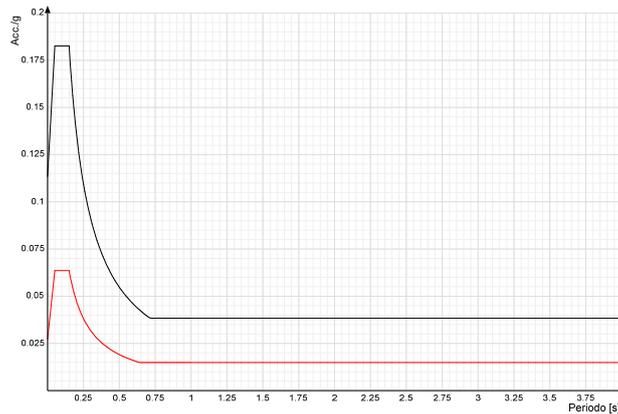
Vengono confrontati lo spettro Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLD § 3.2.3.5 (di colore rosso) e Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLV § 3.2.3.5 (di colore nero).



Vengono confrontati lo spettro Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLD § 3.2.3.5 (di colore rosso) e Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLV § 3.2.3.5 (di colore nero).



Vengono confrontati lo spettro Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente verticale SLD § 3.2.3.5 (di colore rosso) e Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente verticale SLV § 3.2.3.5 (di colore nero).



4.4.3 Preferenze di verifica

4.4.3.1 Normativa di verifica in uso

Norma di verifica
Cemento armato
Legno
Acciaio
Alluminio
Pannelli in gessofibra

D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
Preferenze comuni di verifica C.A. D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
Preferenze di verifica legno D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
Preferenze di verifica acciaio D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
Preferenze di verifica alluminio EC9
Preferenze di verifica pannelli gessofibra D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

4.4.3.2 Normativa di verifica C.A.

ys (fattore di sicurezza parziale per l'acciaio)	1.15	
yc (fattore di sicurezza parziale per il calcestruzzo)	1.5	
Limite σ/f_{ck} in combinazione rara	0.6	
Limite σ/f_{ck} in combinazione quasi permanente	0.45	
Limite σ/f_{yk} in combinazione rara	0.8	
Coefficiente di riduzione della τ per cattiva aderenza	0.7	
Dimensione limite fessure w1 §4.1.2.2.4	0.02	[cm]
Dimensione limite fessure w2 §4.1.2.2.4	0.03	[cm]
Dimensione limite fessure w3 §4.1.2.2.4	0.04	[cm]
Fattori parziali di sicurezza unitari per meccanismi duttili di strutture esistenti con fattore q	Si	
Copriferro secondo EC2	Si	
acc elementi nuovi nelle combinazioni sismiche	0.85	
acc elementi esistenti	0.85	

4.4.3.3 Preferenze progetto muratura

Forza minima aggancio al piano (default)	0	[daN/cm]
Denominatore per momento ortogonale (default)	8	
Minima resistenza trazione travi (default)	30000	[daN]
Angolo cuneo verifica ribaltamento (default)	30	[deg]
Considera $d = 0.8 * h$ nei maschi senza fibre compresse	No	
Verifica pressoflessione deviata	No	
Considera effetto piastra in presenza di irrigidimenti	Si	
N = 0 per verifica fessurazione diagonale elementi esistenti in D.M. 17-01-2018	Si	
Resistenza a pressoflessione FRCM	Secondo CNR-DT 215	
Considera rinforzi FRP/FRCM anche per combinazioni non sismiche	No	

4.4.3.4 Preferenze FEM

Dimensione massima ottimale mesh pareti (default)	50	[cm]
Dimensione massima ottimale mesh piastre (default)	50	[cm]
Dimensione massima ottimale suddivisioni archi finestre/porte (default)	50	[cm]
Tipo di mesh dei gusci (default)	Quadrilateri o triangoli	
Tipo di mesh imposta ai gusci	Specifico dell'elemento	
Metodo P-Delta	non utilizzato	
Analisi buckling	non utilizzata	
Rapporto spessore flessionale/membranale gusci muratura verticali	0.2	
Spessori membranale e flessionale pareti XLAM da sole tavole verticali	No	
Moltiplicatore rigidezza connettori pannelli pareti legno a diaframma	1	
Tolleranza di parallelismo	4.99	[deg]
Tolleranza di unicità punti	10	[cm]
Tolleranza generazione nodi di aste	1	[cm]
Tolleranza di parallelismo in suddivisione aste	4.99	[deg]
Tolleranza generazione nodi di gusci	4	[cm]
Tolleranza eccentricità carichi concentrati	100	[cm]
Considera deformabilità a taglio negli elementi guscio	No	
Modello elastico pareti in muratura	Gusci	
Concentra masse pareti nei vertici	No	
Segno risultati analisi spettrale	Analisi statica	
Memoria utilizzabile dal solutore	8000000	
Metodo di risoluzione della matrice	Intel MKL PARDISO	
Scrivi commenti nel file di input	No	
Scrivi file di output in formato testo	No	
Solidi colle e corpi ruvidi (default)	Solidi reali	
Moltiplicatore rigidezza molla torsionale applicata ad aste di fondazione	1	

4.4.3.5 Moltiplicatori inerziali

Tipologia: tipo di entità a cui si riferiscono i moltiplicatori inerziali.

J2: moltiplicatore inerziale di J2. Il valore è adimensionale.

J3: moltiplicatore inerziale di J3. Il valore è adimensionale.

Jt: moltiplicatore inerziale di Jt. Il valore è adimensionale.

A: moltiplicatore dell'area della sezione. Il valore è adimensionale.

A2: moltiplicatore dell'area a taglio in direzione 2. Il valore è adimensionale.

A3: moltiplicatore dell'area a taglio in direzione 3. Il valore è adimensionale.

Conci rigidi: fattore di riduzione dei tronchi rigidi. Il valore è adimensionale.

Tipologia	J2	J3	Jt	A	A2	A3	Conci rigidi
Trave C.A.	1	1	0.01	1	1	1	0.5
Pilastro C.A.	1	1	0.01	1	1	1	0.5
Trave di fondazione	1	1	0.01	1	1	1	0.5
Palo	1	1	0.01	1	1	1	0
Trave in legno	1	1	1	1	1	1	1
Colonna in legno	1	1	1	1	1	1	1
Trave in acciaio	1	1	1	1	1	1	1
Colonna in acciaio	1	1	1	1	1	1	1
Trave di reticolare in acciaio	1	1	1	1	1	1	1
Maschio in muratura	0	1	0	1	1	1	1
Trave di accoppiamento in muratura	0	1	0	1	1	1	1
Trave di scala C.A. nervata	1	1	1	1	1	1	0.5
Trave tralicciata	1	1	0.01	1	1	1	0.5

4.4.3.6 Preferenze di analisi non lineare FEM

Metodo iterativo	Secante
Tolleranza iterazione	0.00001
Numero massimo iterazioni	50

4.4.3.7 Preferenze di analisi carichi superficiali

Detrazione peso proprio solai nelle zone di sovrapposizione	applicata
Metodo di ripartizione	a zone d'influenza
Percentuale carico calcolato a trave continua	0
Esegui smoothing diagrammi di carico	applicata
Tolleranza smoothing altezza trapezi	0.001 [daN/cm]
Tolleranza smoothing altezza media trapezi	0.001 [daN/cm]

4.4.3.8 Preferenze del suolo

Fondazioni non modellate e struttura bloccata alla base	no
Fondazioni bloccate orizzontalmente	no
Considera peso sismico delle fondazioni	no
Fondazioni superficiali e profonde su suolo elastoplastico	no
Coefficiente di sottofondo verticale per fondazioni superficiali (default)	1 [daN/cm³]
Rapporto di coefficiente sottofondo orizzontale/verticale	0.5
Pressione verticale limite sul terreno per abbassamento (default)	10 [daN/cm²]
Pressione verticale limite sul terreno per innalzamento (default)	0.001 [daN/cm²]
Metodo di calcolo della K verticale	Vesic
Metodo di calcolo della portanza e della pressione limite	Vesic
Terreno laterale di riporto da piano posa fondazioni (default)	Strato 1
Dimensione massima della discretizzazione del palo (default)	200 [cm]
Moltiplicatore coesione per pressione orizzontale limite nei pali	1
Moltiplicatore spinta passiva per pressione orizzontale pali	1
K punta palo (default)	4 [daN/cm³]
Pressione limite punta palo (default)	10 [daN/cm²]
Pressione per verifica schiacciamento fondazioni superficiali	6 [daN/cm²]
Calcola cedimenti fondazioni superficiali	no
Spessore massimo strato	100 [cm]
Profondità massima	3000 [cm]
Cedimento assoluto ammissibile	5 [cm]
Cedimento differenziale ammissibile	5 [cm]
Cedimento relativo ammissibile	5 [cm]
Rapporto di inflessione F/L ammissibile	0.003333
Rotazione rigida ammissibile	0.191 [deg]
Rotazione assoluta ammissibile	0.191 [deg]
Distorsione positiva ammissibile	0.191 [deg]
Distorsione negativa ammissibile	0.095 [deg]
Considera fondazioni compensate	no
Coefficiente di riduzione della a Max attesa	0.3
Condizione per la valutazione della spinta su pareti	Lungo termine
Considera l'azione sismica del terreno anche su pareti sotto lo zero sismico	no
Calcola cedimenti teorici pali	si
Considera accorciamento del palo	si
Distanza influenza cedimento palo	180 [cm]
Distribuzione attrito laterale	Attrito laterale uniforme
Ripartizione del carico	Ripartizione come da modello FEM
Scelta terreno laterale	Media pesata degli strati coinvolti
Scelta terreno punta	Media pesata degli strati coinvolti
Cedimento assoluto ammissibile	5 [cm]
Cedimento medio ammissibile	5 [cm]
Cedimento differenziale ammissibile	5 [cm]
Rotazione rigida ammissibile	0.191 [deg]
Trascura la coesione efficace in verifica allo scorrimento	no
Considera inclinazione spinta del terreno contro pareti	no
Esegui verifica a liquefazione	si
Metodo di verifica liquefazione	Seed-Idriss (1982)
Coeff. di sicurezza minimo a liquefazione	1.3
Magnitudo scaling factor per liquefazione	1

4.4.4 Azioni e carichi

4.4.4.1 Condizioni elementari di carico

Descrizione: nome assegnato alla condizione elementare.
Nome breve: nome breve assegnato alla condizione elementare.
Durata: descrive la durata della condizione (necessario per strutture in legno).
ψ0: coefficiente moltiplicatore ψ0. Il valore è adimensionale.
ψ1: coefficiente moltiplicatore ψ1. Il valore è adimensionale.
ψ2: coefficiente moltiplicatore ψ2. Il valore è adimensionale.
Con segno: descrive se la condizione elementare ha la possibilità di variare di segno.

Descrizione	Nome breve	Durata	ψ0	ψ1	ψ2	Con segno
Pesi strutturali	Pesi	Permanente				
Permanenti portati	Port.	Permanente				
Variabile H	Variabile H	Media	0	0	0	
ΔT	ΔT	Media	0.6	0.5	0	No
Sisma X SLV	X SLV					
Sisma Y SLV	Y SLV					
Sisma Z SLV	Z SLV					
Eccentricità Y per sisma X SLV	EY SLV					

Descrizione	Nome breve	Durata	ψ_0	ψ_1	ψ_2	Con segno
Eccentricità X per sisma Y SLV	EX SLV					
Sisma X SLD	X SLD					
Sisma Y SLD	Y SLD					
Sisma Z SLD	Z SLD					
Eccentricità Y per sisma X SLD	EY SLD					
Eccentricità X per sisma Y SLD	EX SLD					
Sisma X SLO	X SLO					
Sisma Y SLO	Y SLO					
Sisma Z SLO	Z SLO					
Eccentricità Y per sisma X SLO	EY SLO					
Eccentricità X per sisma Y SLO	EX SLO					
Terreno sisma X SLV	Tr x SLV					
Terreno sisma Y SLV	Tr y SLV					
Terreno sisma Z SLV	Tr z SLV					
Terreno sisma X SLD	Tr x SLD					
Terreno sisma Y SLD	Tr y SLD					
Terreno sisma Z SLD	Tr z SLD					
Terreno sisma X SLO	Tr x SLO					
Terreno sisma Y SLO	Tr y SLO					
Terreno sisma Z SLO	Tr z SLO					
Rig. Ux	R Ux					
Rig. Uy	R Uy					
Rig. Rz	R Rz					

4.4.4.2 Combinazioni di carico

Nome: E' il nome esteso che contraddistingue la condizione elementare di carico.

Nome breve: E' il nome compatto della condizione elementare di carico, che viene utilizzato altrove nella relazione.

Pesi: Pesi strutturali

Port.: Permanenti portati

Variabile H: Variabile H

ΔT : ΔT

X SLO: Sisma X SLO

Y SLO: Sisma Y SLO

Z SLO: Sisma Z SLO

EY SLO: Eccentricità Y per sisma X SLO

EX SLO: Eccentricità X per sisma Y SLO

Tr x SLO: Terreno sisma X SLO

Tr y SLO: Terreno sisma Y SLO

Tr z SLO: Terreno sisma Z SLO

X SLD: Sisma X SLD

Y SLD: Sisma Y SLD

Z SLD: Sisma Z SLD

EY SLD: Eccentricità Y per sisma X SLD

EX SLD: Eccentricità X per sisma Y SLD

Tr x SLD: Terreno sisma X SLD

Tr y SLD: Terreno sisma Y SLD

Tr z SLD: Terreno sisma Z SLD

X SLV: Sisma X SLV

Y SLV: Sisma Y SLV

Z SLV: Sisma Z SLV

EY SLV: Eccentricità Y per sisma X SLV

EX SLV: Eccentricità X per sisma Y SLV

Tr x SLV: Terreno sisma X SLV

Tr y SLV: Terreno sisma Y SLV

Tr z SLV: Terreno sisma Z SLV

R Ux: Rig. Ux

R Uy: Rig. Uy

R Rz: Rig. Rz

Tutte le combinazioni di carico vengono raggruppate per famiglia di appartenenza. Le celle di una riga contengono i coefficienti moltiplicatori della i-esima combinazione, dove il valore della prima cella è da intendersi come moltiplicatore associato alla prima condizione elementare, la seconda cella si riferisce alla seconda condizione elementare e così via.

Famiglia SLU

Il nome compatto della famiglia è SLU.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile H	ΔT
1	SLU 1	1	0	0	0
2	SLU 2	1	0	1.5	0
3	SLU 3	1	1.5	0	0
4	SLU 4	1	1.5	1.5	0
5	SLU 5	1.3	0	0	0
6	SLU 6	1.3	0	1.5	0
7	SLU 7	1.3	1.5	0	0
8	SLU 8	1.3	1.5	1.5	0

Famiglia SLE rara

Il nome compatto della famiglia è SLE RA.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile H	ΔT
1	SLE RA 1	1	0	0	0
2	SLE RA 2	1	0	1	0
3	SLE RA 3	1	1	0	0
4	SLE RA 4	1	1	1	0

Famiglia SLE frequente

Il nome compatto della famiglia è SLE FR.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile H	ΔT
1	SLE FR 1	1	0	0	0
2	SLE FR 2	1	1	0	0

Famiglia SLE quasi permanente

Il nome compatto della famiglia è SLE QP.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile H	ΔT
1	SLE QP 1	1	1	0	0
2	SLE QP 2	1	1	1	0

Famiglia SLO

Il nome compatto della famiglia è SLO.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile H	ΔT	X SLO	Y SLO	Z SLO	EY SLO	EX SLO	Tr x SLO	Tr y SLO	Tr z SLO
1	SLO 1	1	1	0	0	-1	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLO 2	1	1	0	0	-1	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLO 3	1	1	0	0	-1	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLO 4	1	1	0	0	-1	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLO 5	1	1	0	0	-0.3	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLO 6	1	1	0	0	-0.3	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLO 7	1	1	0	0	-0.3	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLO 8	1	1	0	0	-0.3	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLO 9	1	1	0	0	0.3	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLO 10	1	1	0	0	0.3	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLO 11	1	1	0	0	0.3	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLO 12	1	1	0	0	0.3	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLO 13	1	1	0	0	1	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLO 14	1	1	0	0	1	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLO 15	1	1	0	0	1	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLO 16	1	1	0	0	1	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0

Famiglia SLD

Il nome compatto della famiglia è SLD.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile H	ΔT	X SLD	Y SLD	Z SLD	EY SLD	EX SLD	Tr x SLD	Tr y SLD	Tr z SLD
1	SLD 1	1	1	0	0	-1	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLD 2	1	1	0	0	-1	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLD 3	1	1	0	0	-1	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLD 4	1	1	0	0	-1	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLD 5	1	1	0	0	-0.3	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLD 6	1	1	0	0	-0.3	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLD 7	1	1	0	0	-0.3	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLD 8	1	1	0	0	-0.3	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLD 9	1	1	0	0	0.3	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLD 10	1	1	0	0	0.3	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLD 11	1	1	0	0	0.3	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLD 12	1	1	0	0	0.3	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLD 13	1	1	0	0	1	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLD 14	1	1	0	0	1	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLD 15	1	1	0	0	1	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLD 16	1	1	0	0	1	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0

Famiglia SLV

Il nome compatto della famiglia è SLV.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile H	ΔT	X SLV	Y SLV	Z SLV	EY SLV	EX SLV	Tr x SLV	Tr y SLV	Tr z SLV
1	SLV 1	1	1	0	0	-1	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLV 2	1	1	0	0	-1	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLV 3	1	1	0	0	-1	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLV 4	1	1	0	0	-1	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLV 5	1	1	0	0	-0.3	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLV 6	1	1	0	0	-0.3	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLV 7	1	1	0	0	-0.3	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLV 8	1	1	0	0	-0.3	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLV 9	1	1	0	0	0.3	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLV 10	1	1	0	0	0.3	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLV 11	1	1	0	0	0.3	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLV 12	1	1	0	0	0.3	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLV 13	1	1	0	0	1	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLV 14	1	1	0	0	1	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLV 15	1	1	0	0	1	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLV 16	1	1	0	0	1	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0

Famiglia SLV fondazioni

Il nome compatto della famiglia è SLV FO.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile H	ΔT	X SLV	Y SLV	Z SLV	EY SLV	EX SLV	Tr x SLV	Tr y SLV	Tr z SLV
1	SLV FO 1	1	1	0	0	-1.1	-0.33	0	-1.1	0.33	-1.1	-0.33	0
2	SLV FO 2	1	1	0	0	-1.1	-0.33	0	1.1	-0.33	-1.1	-0.33	0
3	SLV FO 3	1	1	0	0	-1.1	0.33	0	-1.1	0.33	-1.1	0.33	0
4	SLV FO 4	1	1	0	0	-1.1	0.33	0	1.1	-0.33	-1.1	0.33	0
5	SLV FO 5	1	1	0	0	-0.33	-1.1	0	-0.33	1.1	-0.33	-1.1	0
6	SLV FO 6	1	1	0	0	-0.33	-1.1	0	0.33	-1.1	-0.33	-1.1	0
7	SLV FO 7	1	1	0	0	-0.33	1.1	0	-0.33	1.1	-0.33	1.1	0
8	SLV FO 8	1	1	0	0	-0.33	1.1	0	0.33	-1.1	-0.33	1.1	0
9	SLV FO 9	1	1	0	0	0.33	-1.1	0	-0.33	1.1	0.33	-1.1	0
10	SLV FO 10	1	1	0	0	0.33	-1.1	0	0.33	-1.1	0.33	-1.1	0
11	SLV FO 11	1	1	0	0	0.33	1.1	0	-0.33	1.1	0.33	1.1	0
12	SLV FO 12	1	1	0	0	0.33	1.1	0	0.33	-1.1	0.33	1.1	0
13	SLV FO 13	1	1	0	0	1.1	-0.33	0	-1.1	0.33	1.1	-0.33	0
14	SLV FO 14	1	1	0	0	1.1	-0.33	0	1.1	-0.33	1.1	-0.33	0
15	SLV FO 15	1	1	0	0	1.1	0.33	0	-1.1	0.33	1.1	0.33	0
16	SLV FO 16	1	1	0	0	1.1	0.33	0	1.1	-0.33	1.1	0.33	0

Famiglia Calcolo rigidezza torsionale/flessionale di piano

Il nome compatto della famiglia è CRTFP.

Nome	Nome breve	R Ux	R Uy	R Rz
Rig. Ux+	CRTFP Ux+	1	0	0
Rig. Ux-	CRTFP Ux-	-1	0	0
Rig. Uy+	CRTFP Uy+	0	1	0
Rig. Uy-	CRTFP Uy-	0	-1	0
Rig. Rz+	CRTFP Rz+	0	0	1
Rig. Rz-	CRTFP Rz-	0	0	-1

4.4.4.3 Azione del vento

Zona	Zona 3	
Rugosità	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15m	
Categoria esposizione	V	
Vb	2700	[cm/s]
Tr	50	[cm/s]
Ct	1	[cm/s]
qr	0.00456	[daN/cm ²]
Quota piano campagna	0	[cm]

4.4.4.4 Azione della neve

Il carico provocato dalla neve sulle coperture è stato valutato mediante la seguente espressione: $q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t$

- dove:
- q_s = carico neve sulla copertura;
 - μ_i = coefficiente di forma della copertura;
 - q_{sk} = valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo [kN/m²], per un periodo di ritorno di 50 anni;
 - C_E = coefficiente di esposizione;
 - C_t = coefficiente termico.

Il carico agisce in direzione verticale ed è riferito alla proiezione orizzontale della superficie della copertura.

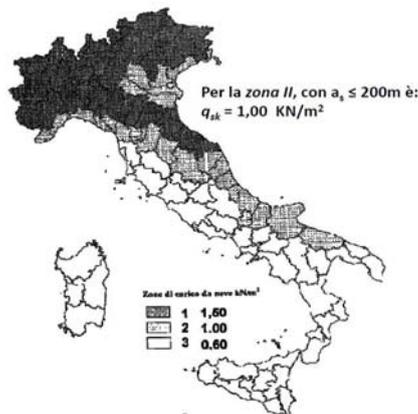
Carico da neve al suolo: q_{sk}

Il carico da neve al suolo dipende dalle condizioni locali di clima e di esposizione, considerata la variabilità delle precipitazioni nevose da zona a zona. Si può pertanto affermare che q_{sk} è funzione della zona e dell'altezza sul livello del mare della località considerata.

$q_{sk} = f(\text{zona, altezza}_{s.l.m.})$

Il territorio nazionale è diviso in 3 zone:

- **Zona I - Alpina**
 $q_{sk} = 1,50 \text{ kN/m}^2$
 $q_{sk} = 1,39 [1 + (a_s/728)^2] \text{ kN/m}^2$ $a_s \leq 200 \text{ m}$
 $a_s > 200 \text{ m}$
- **Zona I - Mediterranea**
 $q_{sk} = 1,50 \text{ kN/m}^2$
 $q_{sk} = 1,35 [1 + (a_s/602)^2] \text{ kN/m}^2$ $a_s \leq 200 \text{ m}$
 $a_s > 200 \text{ m}$
- **Zona II**
 $q_{sk} = 1,00 \text{ kN/m}^2$
 $q_{sk} = 0,85 [1 + (a_s/481)^2] \text{ kN/m}^2$ $a_s \leq 200 \text{ m}$
 $a_s > 200 \text{ m}$
- **Zona III**
 $q_{sk} = 0,60 \text{ kN/m}^2$
 $q_{sk} = 0,51 [1 + (a_s/481)^2] \text{ kN/m}^2$ $a_s \leq 200 \text{ m}$
 $a_s > 200 \text{ m}$



Coefficiente di Esposizione: C_E

Il coefficiente di esposizione C_E può essere utilizzato per modificare il valore del carico neve in copertura in funzione delle caratteristiche specifiche dell'area in cui sorge l'opera.

Tabella 3.4.I – Valori di C_E per diverse classi di topografia

Topografia	Descrizione	C_E
Battuta dai venti	Aree pianeggianti non ostruite esposte su tutti i lati, senza costruzioni o alberi più alti.	0,9
Normale	Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi.	1,0
Riparata	Aree in cui la costruzione considerata è sensibilmente più bassa del circostante terreno o circondata da costruzioni o alberi più alti	1,1

Coefficiente Termico: C_t

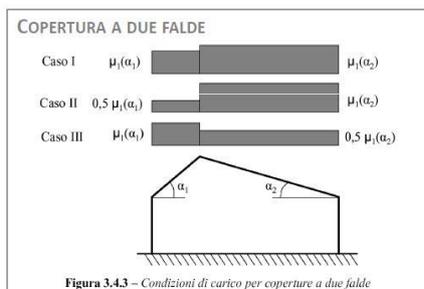
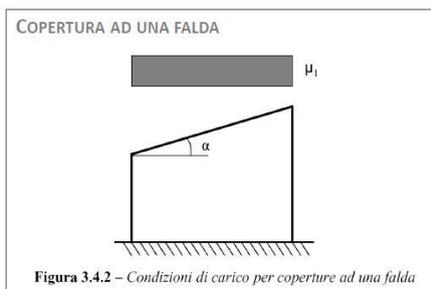
Il coefficiente termico può essere utilizzato per tener conto della riduzione del carico a causa dello scioglimento della neve. In assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere utilizzato $C_t = 1$.

Coefficiente di forma della copertura: μ_i

Tabella 3.4.II – Valori del coefficiente di forma

Coefficiente di forma	$0^\circ \leq \alpha < 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_i	0,8	$0,8 \cdot \frac{(60 - \alpha)}{30}$	0,0

Per le coperture a due falde nel caso di carico da neve senza vento si deve considerare la condizione denominata **Caso I** riportata in Fig. 3.4.3. Per il caso di carico da neve con vento si deve considerare la peggiore tra le condizioni denominate **Caso II** e **Caso III** riportate in Fig. 3.4.3.



Calcolo del carico neve nel caso in esame

Zona Zona III
 Classe topografica Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi
 Ce 1
 Ct 1
 Tr 50
 qsk 0.006 [daN/cm²]

Il carico neve al suolo dipende dalle condizioni locali del clima e dalla zona di appartenenza, quindi per il fabbricato in esame sito nel Comune di Napoli, avremo: $q_{NEVE} = 48 \text{ Kg/mq}$, a vantaggio di sicurezza viene considerato $q_{NEVE} = 50 \text{ Kg/mq}$

4.4..5 Definizioni di carichi superficiali

Nome: nome identificativo della definizione di carico.

Valori: valori associati alle condizioni di carico.

Condizione: condizione di carico a cui sono associati i valori.

Descrizione: nome assegnato alla condizione elementare.

Valore: valore del carico per unità di superficie, nel caso il tipo sia "Verticale", "Verticale in proiezione", "Normale alla superficie". [daN/cm²]

Cp vento: valore del coefficiente di pressione Cp, nel caso il tipo sia "Cp vento". Il valore è adimensionale.

Tipo: tipo di carico.

Nome	Valori			
	Condizione	Valore	Cp vento	Tipo
Copertura	Descrizione			
	Pesi strutturali	0		Verticale
	Permanenti portati	0.03		Verticale
	Variabile H	0.02		Verticale

Analisi dei Carichi

Un'accurata valutazione dei carichi è un requisito imprescindibile di una corretta progettazione, in particolare per le costruzioni realizzate in zona sismica. Essa, infatti, è fondamentale ai fini della determinazione delle forze sismiche, in quanto incide sulla valutazione delle masse e dei periodi propri della struttura dai quali dipendono i valori delle accelerazioni (ordinate degli spettri di progetto). La valutazione dei carichi e dei sovraccarichi è stata effettuata in accordo con le disposizioni del **Decreto Ministero Infrastrutture Trasporti 17 gennaio 2018** "Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni".

Peso Proprio Elementi Strutturali in C.C.A.:

Il peso proprio degli elementi strutturali in c.a. e quelli relativi ai maschi murari sono calcolati, in funzione delle effettive dimensioni e del peso specifico, dal codice di calcolo impiegato e sono riportate nel paragrafo "Tabulato di Calcolo".

SOLAIO NON PRATICABILE – ALLEGERITO CON POLISTIROLO STRUTTURALE TIPO PLASTBAU - H = 35 cm (30+5) interasse 60 cm travetto da 12 cm

CARICHI PERMANENTI

$G_k = 500 \text{ daN/m}^2$

- PESO PROPRIO STRUTTURALE: $G_{1k} = 300 \text{ daN/m}^2$
 Soletta: $s \times 1,00 \times 1,00 \times P_s(\text{cls}) = 0,05 \times 1,00 \times 1,00 \times 2500 = 125 \text{ daN/m}^2$
 Travetti: $2 \times [b \times (H - s) \times 1,00 \times P_s(\text{cls})] = 2/1,20 \times [0,12 \times (0,35 - 0,05) \times 2500] = 150 \text{ daN/m}^2$
 Pignatte in polistirolo strutturale: $= 25 \text{ daN/m}^2$

- CARICHI PERMANENTI PORTATI: $G_{2k} = 150 \text{ daN/m}^2$

CARICHI VARIABILI $Q_k = 200 \text{ daN/m}^2$

- Categoria H – Coperture Praticabili $Q_k = 50 \text{ daN/m}^2$
- Categoria H – Neve $Q_k = 50 \text{ daN/m}^2$
- Categoria H – Fotovoltaico $Q_k = 100 \text{ daN/m}^2$

4.4.5 Quote

4.4.5.1 Livelli

Descrizione breve: nome sintetico assegnato al livello.

Descrizione: nome assegnato al livello.

Quota: quota superiore espressa nel sistema di riferimento assoluto. [cm]

Spessore: spessore del livello. [cm]

Descrizione breve	Descrizione	Quota	Spessore
L1	Fondazione	0	60
L2	Copertura	490	30

4.4.5.2 Tronchi

Descrizione breve: nome sintetico assegnato al tronco.

Descrizione: nome assegnato al tronco.

Quota 1: riferimento della prima quota di definizione del tronco. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [cm]

Quota 2: riferimento della seconda quota di definizione del tronco. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [cm]

Descrizione breve	Descrizione	Quota 1	Quota 2
T1	Fondazione - Piano 1	Fondazione	Copertura

4.5 Verifiche Consuntive

4.5.1 Verifiche consuntive cordoli di fondazione

Verifica: Descrizione della verifica relativa che ne consente l'individuazione all'interno della struttura.

Sicurezza minima: Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo del coefficiente di sicurezza relativamente alle verifiche visualizzabili per tale elemento. Il valore è adimensionale.

Verifica a flessione: Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo del coefficiente di sicurezza a flessione tra tutte le verifiche a flessione condotte per tale elemento. Il valore è adimensionale.

Verifica a taglio: Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo del coefficiente di sicurezza a taglio tra tutte le verifiche a taglio condotte per tale elemento. Il valore è adimensionale.

Verifica di portanza: Visualizza per ciascun elemento di verifica di fondazione il valore minimo del coefficiente di sicurezza per portanza. Il valore è adimensionale.

Verifica di scorrimento: Visualizza per ciascun elemento di verifica di fondazione il valore minimo del coefficiente di sicurezza per scorrimento. Il valore è adimensionale.

Verifica	Verifica di portanza	Verifica di scorrimento
Cordolo di fondazione n.1	1.183	2.073
Cordolo di fondazione n.2	1.314	1.349
Cordolo di fondazione n.3	1.097	1.078
Cordolo di fondazione n.4	1.079	1.144
Cordolo di fondazione n.5	1.082	1.163
Cordolo di fondazione n.6	1.064	1.128
Cordolo di fondazione n.21	1.567	1.547
Cordolo di fondazione n.22	1.524	1.525
Cordolo di fondazione n.23	1.534	1.555
Cordolo di fondazione n.24	1.537	1.54
Cordolo di fondazione n.25	1.545	1.557
Cordolo di fondazione n.26	1.522	1.587
Cordolo di fondazione n.27	1.538	1.61
Cordolo di fondazione n.28	1.517	1.823
Cordolo di fondazione n.7	1.083	1.176
Cordolo di fondazione n.8	1.092	1.193
Cordolo di fondazione n.9	1.086	1.047
Cordolo di fondazione n.10	1.345	2.297
Cordolo di fondazione n.11	1.266	1.458
Cordolo di fondazione n.12	1.091	1.117
Cordolo di fondazione n.13	1.09	1.065
Cordolo di fondazione n.14	1.109	1.12
Cordolo di fondazione n.15	1.098	1.1
Cordolo di fondazione n.20	1.684	2.274
Cordolo di fondazione n.19	1.507	2.849
Cordolo di fondazione n.16	1.11	1.156
Cordolo di fondazione n.17	1.125	1.129
Cordolo di fondazione n.18	1.111	1.199

4.5.2 Verifiche consuntive maschi in muratura

Verifica: Descrizione della verifica relativa che ne consente l'individuazione all'interno della struttura.

Sicurezza minima: Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo del coefficiente di sicurezza relativamente alle verifiche visualizzabili per tale elemento. Il valore è adimensionale.

Verifica a flessione: Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo del coefficiente di sicurezza a flessione tra tutte le verifiche a flessione condotte per tale elemento. Il valore è adimensionale.

Verifica a taglio: Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo del coefficiente di sicurezza a taglio tra tutte le verifiche a taglio condotte per tale elemento. Il valore è adimensionale.

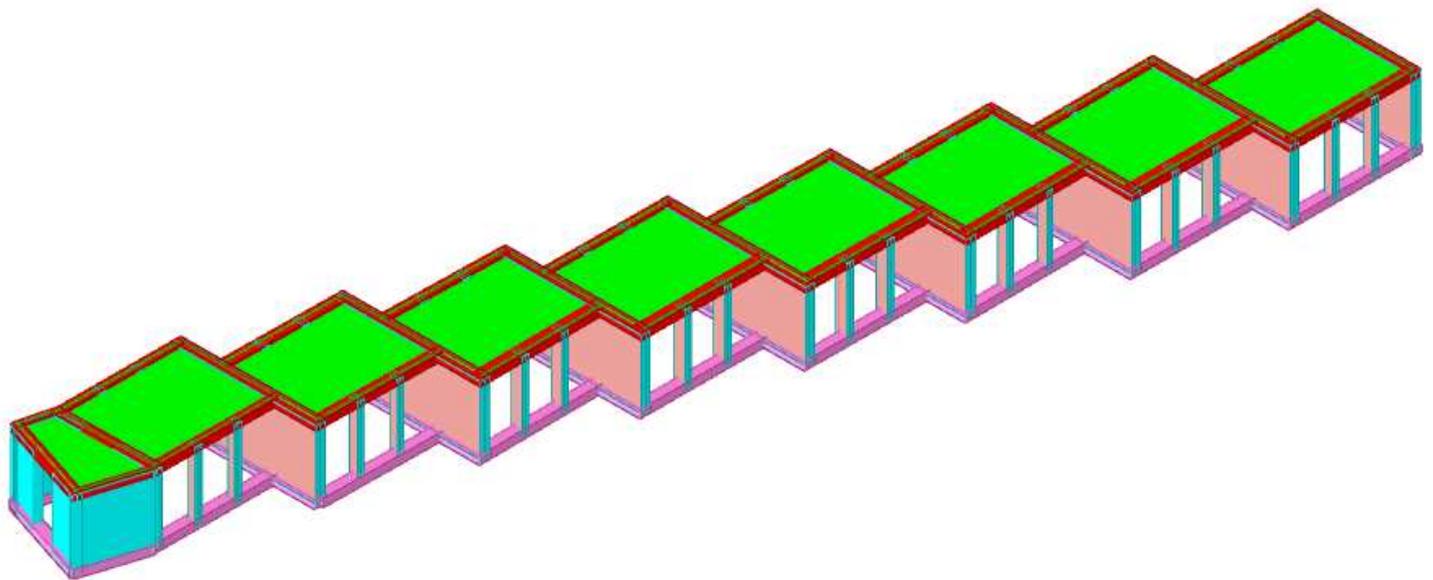
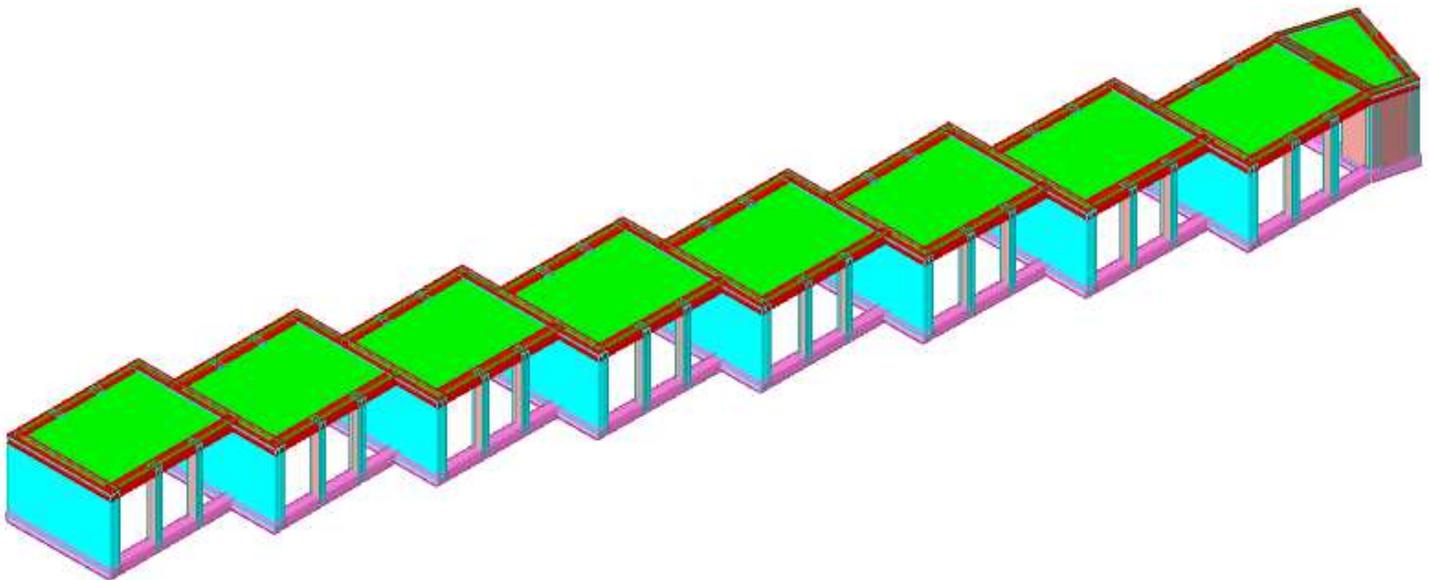
PFFP sismica: Visualizza per i maschi in muratura il valore minimo del coefficiente di sicurezza per pressoflessione fuori piano per combinazioni sismiche. Il valore è adimensionale.

Ribaltamento: Visualizza per i maschi in muratura il valore minimo del coefficiente di sicurezza per ribaltamento per combinazioni sismiche. Il valore è adimensionale.

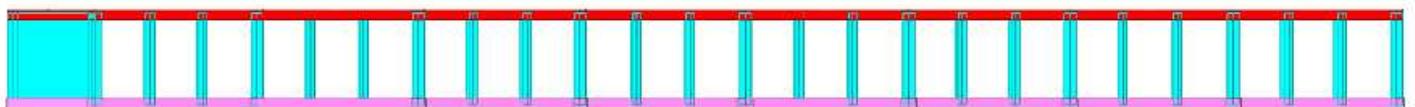
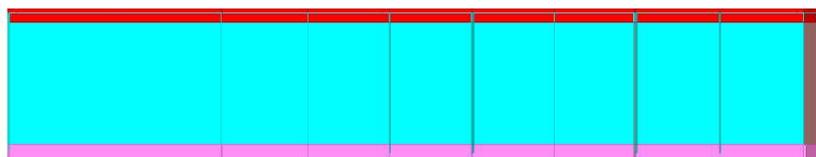
Verifica	Sicurezza minima	Verifica a flessione	Verifica a taglio	PFFP sismica	Ribaltamento
Maschio 11 "Fondazione - Piano 1"	1.704	4.409	2.12	4.374	1.704
Maschio 21 "Fondazione - Piano 1"	1.697	4.437	2.179	4.482	1.697
Maschio 26 "Fondazione - Piano 1"	1.767	4.901	2.145	4.332	1.767
Maschio 31 "Fondazione - Piano 1"	1.748	4.991	2.215	4.378	1.748
Maschio 36 "Fondazione - Piano 1"	1.713	4.853	2.188	4.462	1.713
Maschio 41 "Fondazione - Piano 1"	1.665	4.47	2.311	4.587	1.665
Maschio 46 "Fondazione - Piano 1"	1.95	3.196	2.934	3.616	1.95
Maschio 27 "Fondazione - Piano 1"	1.579	4.515	5.224	3.229	1.579
Maschio 22 "Fondazione - Piano 1"	1.316	3.921	6.035	3.789	1.316
Maschio 23 "Fondazione - Piano 1"	1.907	5.241	3.107	1.907	1.956
Maschio 24 "Fondazione - Piano 1"	1.267	3.918	6.089	3.803	1.267
Maschio 25 "Fondazione - Piano 1"	1.868	5.414	3.105	1.868	2.049
Maschio 28 "Fondazione - Piano 1"	1.832	5.346	3.083	1.832	2.063
Maschio 29 "Fondazione - Piano 1"	1.439	4.28	5.368	3.419	1.439
Maschio 30 "Fondazione - Piano 1"	1.856	5.418	3.093	1.856	2.059
Maschio 32 "Fondazione - Piano 1"	1.936	5.08	4.189	2.685	1.936
Maschio 33 "Fondazione - Piano 1"	1.859	5.093	3.837	1.963	1.859
Maschio 34 "Fondazione - Piano 1"	1.758	4.918	4.326	2.871	1.758
Maschio 35 "Fondazione - Piano 1"	1.897	5.074	3.89	1.99	1.897
Maschio 38 "Fondazione - Piano 1"	1.841	5.316	3.317	1.841	1.965
Maschio 40 "Fondazione - Piano 1"	1.904	5.252	3.33	1.904	1.966
Maschio 42 "Fondazione - Piano 1"	1.528	4.443	5.112	3.23	1.528
Maschio 44 "Fondazione - Piano 1"	1.36	4.173	5.317	3.459	1.36
Maschio 1 "Fondazione - Piano 1"	1.963	4.702	823.021	3.05	1.963
Maschio 2 "Fondazione - Piano 1"	1.917	5.41	522.25	1.917	2.742
Maschio 4 "Fondazione - Piano 1"	1.859	7.202	422.096	2.426	1.859
Maschio 5 "Fondazione - Piano 1"	824.618		824.618		
Maschio 6 "Fondazione - Piano 1"	1.261	4.16	22.898	4.802	1.261
Maschio 8 "Fondazione - Piano 1"	1.783	5.4	6.176	3.101	1.783
Maschio 10 "Fondazione - Piano 1"	1.57	4.848	6.533	3.474	1.57
Maschio 13 "Fondazione - Piano 1"	1.381	4.159	4.477	2.683	1.381
Maschio 15 "Fondazione - Piano 1"	1.347	3.969	4.558	2.914	1.347
Maschio 16 "Fondazione - Piano 1"	1.654	4.291	2.181	4.552	1.654
Maschio 18 "Fondazione - Piano 1"	1.88	5.273	3.324	1.88	2.001
Maschio 20 "Fondazione - Piano 1"	1.842	5.39	3.274	1.842	2.045
Maschio 19 "Fondazione - Piano 1"	10.287		10.287		
Maschio 9 "Fondazione - Piano 1"	11.854		11.854		
Maschio 7 "Fondazione - Piano 1"	12.836		12.836		
Maschio 3 "Fondazione - Piano 1"	521.568		521.568		

Verifica	Sicurezza minima	Verifica a flessione	Verifica a taglio	PFFP sismica	Ribaltamento
Maschio 12 "Fondazione - Piano 1"	9.786		9.786		
Maschio 14 "Fondazione - Piano 1"	9.498		9.498		
Maschio 17 "Fondazione - Piano 1"	10.67		10.67		
Maschio 37 "Fondazione - Piano 1"	10.284		10.284		
Maschio 39 "Fondazione - Piano 1"	9.904		9.904		
Maschio 43 "Fondazione - Piano 1"	9.251		9.251		
Maschio 45 "Fondazione - Piano 1"	9.31		9.31		

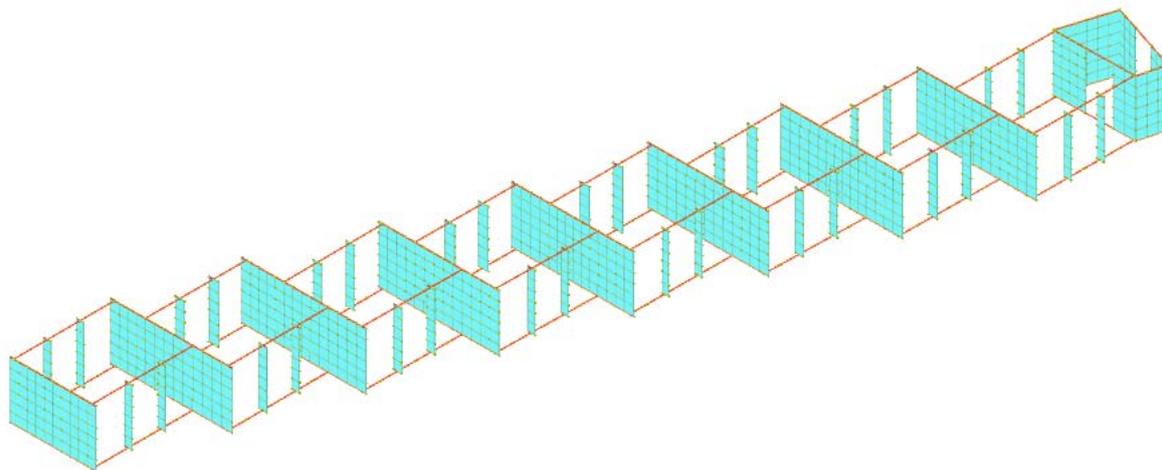
4.6 Modelli di Calcolo



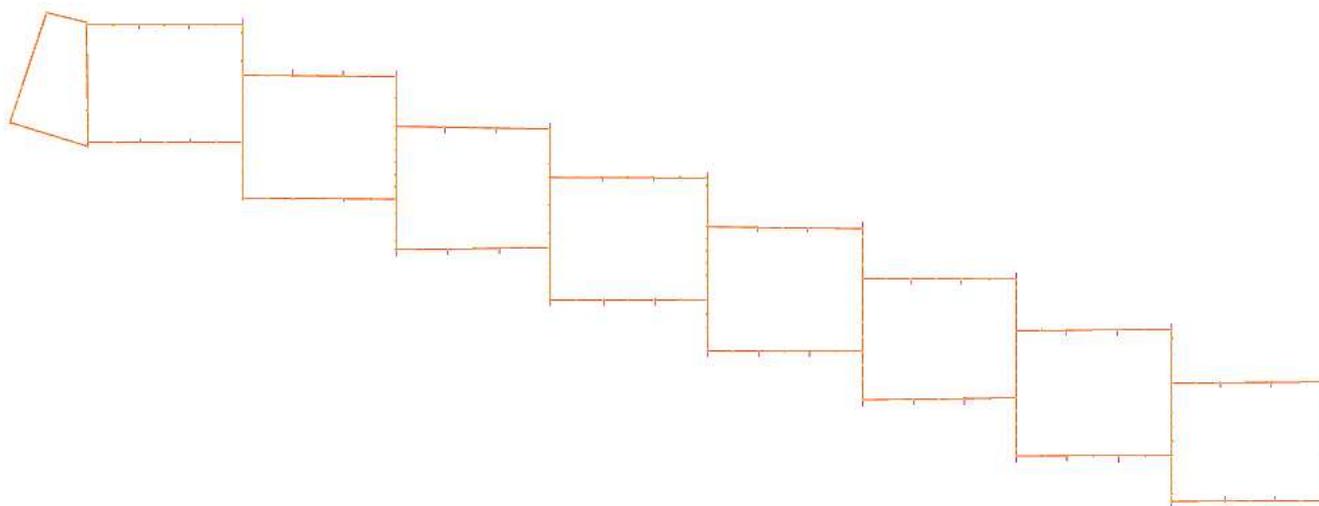
VISTE ASSONOMETRICHE



PROSPETTI



MODELLO 3D



MODELLO FONDAZIONE

4.7 Conclusioni

Il calcolo è stato condotto con i metodi dettati dalla Tecnica delle Costruzioni, basati sull'ipotesi di elasticità lineare dei materiali, le verifiche sono state condotte utilizzando il "Metodo semiprobabilistico agli stati limite" e la determinazione delle sollecitazioni è stata ottenuta con l'ausilio di un calcolatore.

La normativa di riferimento per il calcolo e le verifiche delle strutture è il D.M. 17 Gennaio 2018 – Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni.

In conclusione, le ipotesi di calcolo assunte nelle analisi numeriche contenute nella presente relazione di calcolo, corrispondono ai dati di progetto. In relazione agli output delle sollecitazioni determinati e delle verifiche eseguite localmente e per ogni singolo elemento nonché in fondazione, si riscontra, sulla base delle ipotesi formulate, che le verifiche eseguite hanno evidenziato che in tutti gli elementi strutturali, nelle condizioni di carico più onerose, le sollecitazioni resistenti sono sempre maggiori di quelle di calcolo. ***Ne consegue che ai sensi della legge vigente sono verificate tutte le ipotesi di calcolo.***

Il Progettista Strutturale

5 VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

5.1 Criteri Generali

La valutazione della sicurezza di una struttura esistente, come riportato nel D.M.2018: “... è un procedimento quantitativo, volto a determinare l'entità delle azioni che la struttura è in grado di sostenere con il livello di sicurezza minimo richiesto dalla presente normativa ...”, permettendo di stabilire se:

- l'uso della costruzione possa continuare senza interventi;
- l'uso debba essere modificato (declassamento, cambio di destinazione e/o imposizione di limitazioni e/o cautele nell'uso);
- sia necessario aumentare la sicurezza strutturale, mediante interventi.

L'immobile in esame viene sottoposto alla **valutazione della sicurezza** poiché si ricade in uno dei casi previsti nel PAR. 8.3 delle NTC 2018, ovvero “... ogni qualvolta si eseguano gli interventi strutturali di cui al par. 8.4”.

Per la valutazione della sicurezza e la progettazione degli interventi sulla suddetta costruzione, si è tenuto conto dei seguenti aspetti:

- lo stato delle conoscenze al tempo della sua realizzazione;
- eventuali difetti di impostazione e di realizzazione;
- eventuali azioni, anche eccezionali, i cui effetti non siano completamente manifesti;
- degrado e/o modificazioni significative rispetto alla situazione originaria.

5.2 Classificazione dell'Intervento

Gli interventi previsti per il corpo di fabbrica in esame, concordati con i committenti, rientrano ai sensi del § 8.4.3 delle NTC, nella casistica di: “intervento di adeguamento”; per i quali le verifiche sismiche devono sempre soddisfare la condizione: ζ_E maggiore dell'unità.

Il tipo di intervento considerato non può essere considerato di modesta rilevanza strutturale in quanto, per i materiali adottati e i pesi strutturali in gioco, vengono alterate in modo sostanziale le masse e le rigidezze della struttura nel suo complesso.

5.3 Rilievo Geometrico Strutturale

Il rilievo geometrico – strutturale, riferito sia alla geometria complessiva dell'organismo che a quella degli elementi costruttivi, è stato effettuato dallo scrivente, con il supporto dei tecnici del laboratorio di indagini "A.G.C. s.r.l." con sede in Scafati (SA), attraverso:

- **L'analisi della documentazione**
- **estese indagini e rilievi visivi in situ:**
 - perforazione, da parte a parte, del maschio murario per indagare l'effettivo spessore;
 - spiccolatura intonaco su tutti i maschi ed incroci murari, per una superficie di almeno 1 mq, allo scopo di indagare la tessitura del maschio murario, lo spessore e tipologia della malta, la qualità degli ammorsamenti e, in generale, il quadro fessurativo;
 - spiccolatura intonaco solaio, allo scopo di indagare l'orditura e la presenza di travi e cordoli;
 - spicconatura intonaco in corrispondenza dei vani per indagare sulla presenza di piattabande;
 - sondaggio fondale, allo scopo di indagare la profondità, la tipologia ed eventuali lesioni o cedimenti del sistema fondale.
- **indagini estese distruttive in situ:**
 - N.4 Prove con Martinetti Piatti Singoli;
 - N.4 Prove con Martinetti Piatti Doppi;
 - N.4 Analisi chimiche su campioni di malta.

Per le risultanze delle prove effettuate in situ, si rimanda all'allegata “Relazione Tecnica Indagini Geognostiche”:

A seguito di vari giorni di rilievi ed indagini, la struttura allo stato attuale si presenta con le strutture portanti quasi totalmente in vista, pertanto è stati possibile:

- per i maschi murari indagare l'effettivo spessore, l'effettiva tessitura, lo spessore e la tipologia della malta, la qualità degli ammorsamenti e, in generale, il quadro fessurativo, presenza di piattabande;
- per la parte in c.a. è stato possibile indagare l'orditura e la presenza di travi e cordoli.

5.4 Materiali - Livelli di Conoscenza e Fattori di Confidenza

In ottemperanza a quanto disposto dal DM 17/01/2018 e dalla Circolare 21/01/2019, sulla base degli approfondimenti effettuati nelle fasi conoscitive, come ampiamente riportato nella valutazione della sicurezza, per i materiali esistenti si è individuato il “livello di conoscenza” LC2 e si è definito quindi il

relativo fattore di confidenza: 1,20 da utilizzare come ulteriori coefficienti parziali di sicurezza che tengono conto delle carenze nella conoscenza dei parametri del modello.

5.4.1 Muratura di Tufo esistente – Livello di Conoscenza LC2

Dal rilievo dello stato di fatto, dalle prove effettuate in situ e dalla citata dalla documentazione allegata al vecchio progetto strutturale, si è riscontrato l'utilizzo di Muratura di tufo gialla napoletana. Per le caratteristiche meccaniche dei Materiali esistenti, tufo giallo campano, si è fatto riferimento ai valori minimi contenuti nella tabella C8.5.I della Circolare n°7/2019.

C8.5.4 LIVELLI DI CONOSCENZA E FATTORI DI CONFIDENZA

I fattori di confidenza sono utilizzati per la riduzione dei valori dei parametri meccanici dei materiali e devono essere intesi come indicatori del livello di approfondimento raggiunto.

Limitatamente al caso di verifiche in condizioni non sismiche di singoli componenti (ad esempio solai sui quali siano state condotte indagini particolarmente accurate) oppure di verifiche sismiche nei riguardi dei meccanismi locali, è possibile adottare livelli di conoscenza differenziati rispetto a quelli impiegati nelle verifiche sismiche globali.

Di seguito, con riferimento alle specifiche contenute al § 8.5 delle NTC, è riportata una guida alla stima dei *Fattori di Confidenza (FC)*, definiti con riferimento ai tre *Livelli di Conoscenza (LC)* crescenti, secondo quanto segue.

LC1: si intende raggiunto quando siano stati effettuati, come minimo, l'analisi storico-critica commisurata al livello considerato, con riferimento al § C8.5.1, il rilievo geometrico completo e *indagini limitate* sui dettagli costruttivi, con riferimento al § C8.5.2, *prove limitate* sulle caratteristiche meccaniche dei materiali, con riferimento al § C8.5.3; il corrispondente fattore di confidenza è $FC=1,35$ (nel caso di costruzioni di acciaio, se il livello di conoscenza non è LC2 solo a causa di una non estesa conoscenza sulle proprietà dei materiali, il fattore di confidenza può essere ridotto, giustificandolo con opportune considerazioni anche sulla base dell'epoca di costruzione);

LC2: si intende raggiunto quando siano stati effettuati, come minimo, l'analisi storico-critica commisurata al livello considerato, con riferimento al § C8.5.1, il rilievo geometrico completo e *indagini estese* sui dettagli costruttivi, con riferimento al § C8.5.2, *prove estese* sulle caratteristiche meccaniche dei materiali, con riferimento al § C8.5.3; il corrispondente fattore di confidenza è $FC=1,2$ (nel caso di costruzioni di acciaio, se il livello di conoscenza non è LC3 solo a causa di una non esaustiva conoscenza sulle proprietà dei materiali, il fattore di confidenza può essere ridotto, giustificandolo con opportune considerazioni anche sulla base dell'epoca di costruzione);

LC3: si intende raggiunto quando siano stati effettuati l'analisi storico-critica commisurata al livello considerato, come descritta al § C8.5.1, il rilievo geometrico, completo ed accurato in ogni sua parte, e *indagini esaustive* sui dettagli costruttivi, come descritto al § C8.5.2, *prove esaustive* sulle caratteristiche meccaniche dei materiali, come indicato al § C8.5.3; il corrispondente fattore di confidenza è $FC=1$ (da applicarsi limitatamente ai valori di quei parametri per i quali sono state eseguite le prove e le indagini su citate, mentre per gli altri parametri meccanici il valore di FC è definito coerentemente con le corrispondenti prove limitate o estese eseguite).

Per raggiungere il livello di conoscenza LC3, la disponibilità di un rilievo geometrico completo e l'acquisizione di una conoscenza esaustiva dei dettagli costruttivi sono da considerarsi equivalenti alla disponibilità di documenti progettuali originali, comunque da verificare opportunamente nella loro completezza e rispondenza alla situazione reale.

Ci si può riferire alla documentazione in atti, qualora per essa siano stati adempiuti gli obblighi della L. 1086/71 o 64/74 e s.m.i., ma solo dopo adeguata giustificazione eventualmente integrata da indagini in opera. Per la caratterizzazione meccanica dei materiali si possono adottare, motivatamente, i valori caratteristici assunti nel progetto originario o quelli ridotti risultanti dalla documentazione disponibile sui materiali in opera. In questo caso i fattori di confidenza si assumono unitari.

La quantità e il tipo di informazioni richieste per conseguire uno dei tre livelli di conoscenza previsti, sono, a titolo esclusivamente orientativo, ulteriormente precisati nel seguito.

Dal rilievo dello stato di fatto e dalle prove eseguite si è riscontrato l'utilizzo di Muratura di tufo gialla napoletana. Per le caratteristiche meccaniche dei Materiali esistenti, tufo giallo campano, si è fatto riferimento ai valori minimi contenuti nella tabella C8.5.I della Circolare n°7/2019.

Tabella C8.5.1 -Valori di riferimento dei parametri meccanici della muratura, da usarsi nei criteri di resistenza di seguito specificati (comportamento a tempi brevi), e peso specifico medio per diverse tipologie di muratura. I valori si riferiscono a: f = resistenza media a compressione, τ_0 = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), f_{v0} = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), E = valore medio del modulo di elasticità normale, G = valore medio del modulo di elasticità tangenziale, w = peso specifico medio.

Tipologia di muratura	f	τ_0	f_{v0}	E	G	w
	(N/mm ²)	(kN/m ³)				
	min-max	min-max		min-max	min-max	
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,0-2,0	0,018-0,032	-	690-1050	230-350	19
Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo (*)	2,0	0,035-0,051	-	1020-1440	340-480	20
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	2,6-3,8	0,056-0,074	-	1500-1980	500-660	21
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,4-2,2	0,028-0,042	-	900-1260	300-420	13 ÷ 16(**)
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,) (**)	2,0-3,2	0,04-0,08	0,10-0,19	1200-1620	400-500	
Muratura a blocchi lapidei squadrati	5,8-8,2	0,09-0,12	0,18-0,28	2400-3300	800-1100	22
Muratura in mattoni pieni e malta di calce (***)	2,6-4,3	0,05-0,13	0,13-0,27	1200-1800	400-600	18
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	5,0-8,0	0,08-0,17	0,20-0,36	3500-5600	875-1400	15

Di conseguenza i valori caratteristici (parametri meccanici) della muratura considerati nel calcolo sono stati desunti dalla tabella **C8.5.I**, ovvero si sono considerati i valori minimi o medi, per poi moltiplicarli per i coefficienti correttivi riportati in tabella **C8.5.II**.

Tabella C8.5.II -Coefficienti correttivi massimi da applicarsi in presenza di: malta di caratteristiche buone; ricorsi o listature; sistematiche connessioni trasversali; consolidamento con iniezioni di malta; consolidamento con intonaco armato; ristilatura armata con connessione dei paramenti.

Tipologia di muratura	Stato di fatto			Interventi di consolidamento			
	Malta buona	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Iniezione di miscele leganti (*)	Intonacoarmato (**)	Ristilatura armata con connessione dei paramenti (**)	Massimo coefficiente complessivo
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,5	1,3	1,5	2	2,5	1,6	3,5
Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo	1,4	1,2	1,5	1,7	2,0	1,5	3,0
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	1,3	1,1	1,3	1,5	1,5	1,4	2,4
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,5	1,2	1,3	1,4	1,7	1,1	2,0
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,6	-	1,2	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura a blocchi lapidei squadrati	1,2	-	1,2	1,2	1,2	-	1,4
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	(***)	-	1,3 (***)	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	1,2	-	-	-	1,3	-	1,3

5.5 Livelli di Sicurezza post-intervento

Le unità di misura elencate nel capitolo sono in [cm] ove non espressamente specificato.

Desc.: descrizione.

Stato limite: (muratura) V=Taglio; PF=Pressoflessione; PFFP=Pressoflessione fuori piano; R=Ribaltamento.

Molt.: moltiplicatore minimo della azione sismica che produce lo stato limite.

Comb.: combinazione.

PGA: accelerazione al suolo.

iPGA (ζE): indicatore di rischio sismico in termini di PGA ovvero rapporto tra l'azione sismica massima sopportabile dall'elemento e l'azione sismica massima che si utilizzerebbe nel progetto nuovo (§C8.3).

TR: tempo di ritorno.

(TR/TRrif)^{.41}: indicatore di rischio sismico in termini di periodo di ritorno.

fa: fattore di accelerazione.

Stato limite: (muratura) V=Taglio; PF=Presso flessione; PFFP=Pressoflessione fuori piano; R=Ribaltamento.

Coeff.s.: coefficiente minimo prodotto dallo stato limite.

Verifica: stato di verifica.

Stato limite: (C.A.) tipologia di verifica analizzata.

Trave: titolo della trave.

Pressoflessione: dati della verifica a pressoflessione.

Coeff.s.: coefficiente di sicurezza a flessione.

iTR: indicatore di rischio sismico in termini di tempo di ritorno.

campata: campata di riferimento.

dist.: ascissa relativa all'inizio della campata. [cm]

Taglio: dati della verifica a taglio.

Coeff.s.: coefficiente di sicurezza a taglio.

Maschio: maschio.

Stato limite: (maschio muratura) V=Taglio; PF=Presso flessione; PFFP=Presso flessione fuori piano; R=Ribaltamento.

TR,C: periodo di ritorno di capacità.

TR,Rif: periodo di ritorno di riferimento.

PAM: perdita media annua attesa.

Classe PAM: classe di rischio PAM.

IS-V: indice di sicurezza.

Classe IS-V: classe di rischio IS-V.

Tipo rottura: tipo di rottura che fornisce il valore minimo degli elementi considerati.

λ,SLR: frequenza media annua di superamento in Stato Limite di Ricostruzione.

λ,SLC: frequenza media annua di superamento in Stato Limite di Collasso.

λ,SLV: frequenza media annua di superamento in Stato Limite di salvaguardia della Vita.

λ,SLD: frequenza media annua di superamento in Stato Limite di Danno.

λ,SLO: frequenza media annua di superamento in Stato Limite di Operatività.

λ,SLID: frequenza media annua di superamento in Stato Limite di Inizio Danno.

Verifica di elementi dotati di indicatori di rischio sismico mediante analisi con fattore q

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.) § C8.7.1

Accelerazioni e tempi di ritorno

Accelerazione di aggancio SLV (ag/g_SLV*S*ST) PGA,SLVrif = 0.273

Accelerazione di aggancio SLO (ag/g_SLO*S*ST) PGA,SLOrif = 0.084

Tr,SLVrif = 712 anni

Tr,SLOrif = 45 anni

Moltiplicatori minimi delle condizioni sismiche

(Il valore di ζE corrisponde al valore di I.R. PGA secondo quanto riportato nella Circolare 7 21-01-19 §C8.3)

Rottura a taglio

Moltiplicatore: 1.002
 Cordolo di fondazione n.7
 Taglio gravitazionale -10684.6
 Taglio sismico -6464.1
 Taglio ultimo -17162.1
 Combinazione SLV FO 9
 Campata 2
 Sezione a distanza 32.5
 Tempo di ritorno 715 anni
 Indicatore $iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^{.41} = 1.002$
 PGA 0.273
 Indicatore $iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 1.002$
 Fattore di accelerazione $fa = 1.0015$

Rottura a flessione

Moltiplicatore: 1.022
 Cordolo di fondazione n.20
 Momento flettente gravitazionale 188554
 Momento flettente sismico 2605395
 Momento ultimo 2851472.6
 Combinazione SLV FO 7
 Campata 3
 Sezione a distanza 208.2
 Tempo di ritorno 752 anni
 Indicatore $iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^{.41} = 1.023$
 PGA 0.278
 Indicatore $iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 1.019$
 Fattore di accelerazione $fa = 1.0185$

Rottura a pressoflessione nel piano ortogonale

Moltiplicatore: 1.548
 Maschio 2 "Fondazione - Piano 1"
 Lunghezza: 233; altezza: 460; spessore: 55; sezione a quota: 222.5
 Combinazione SLV 13 $fd= 19.5 Ta= 0.09 Wa= 0.09 N= -4841 M= 130045 Mc= 130090$
 Tempo di ritorno 1671 anni
 Indicatore $iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^{.41} = 1.419$
 PGA 0.355
 Indicatore $iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 1.3$
 Fattore di accelerazione $fa = 1.3001$

Rottura per meccanismi locali di collasso

Moltiplicatore: 1.063
 Maschio 2 "Fondazione - Piano 1"
 Lunghezza: 233; altezza: 460; spessore: 55 f.agg.= 30 a.lim.= 2430.3596
 Combinazione SLV 13 $N top= 0 N base= -9941 T orto= -137 \alpha 0= 1.573 M*= 9.616 e*= 1 a0*= 1142.85$
 Tempo di ritorno 819 anni
 Indicatore $iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^{.41} = 1.059$
 PGA 0.286
 Indicatore $iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 1.048$
 Fattore di accelerazione $fa = 1.0479$

Raggiungimento della pressione massima al suolo

Moltiplicatore: 7.117
 Combinazione SLV fondazioni 5
 Nodo 69 di coordinate 7892,5;928,6;-30,0
 Tempo di ritorno 1671 anni
 Indicatore $iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^{.41} = 1.419$
 PGA 0.355
 Indicatore $iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 1.3$
 Fattore di accelerazione $fa = 1.3001$

Raggiungimento portanza delle travi di fondazione

Moltiplicatore: 1.134
 Combinazione SLV FO 5
 Elemento Cordolo di fondazione n.6
 Tempo di ritorno 980 anni
 Indicatore $iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^{.41} = 1.14$
 PGA 0.304
 Indicatore $iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 1.113$
 Fattore di accelerazione $fa = 1.1124$

Raggiungimento scorrimento delle travi di fondazione

Moltiplicatore: 1.031
 Combinazione SLV FO 11
 Elemento Cordolo di fondazione n.9
 Tempo di ritorno 770 anni
 Indicatore $iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^{.41} = 1.033$
 PGA 0.28
 Indicatore $iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 1.027$
 Fattore di accelerazione $fa = 1.0266$

Il Progettista Strutturale