



COMUNE DI GRAGNANO TREBBIENSE

Provincia di Piacenza

Via Roma, 121 - 29010 Gragnano Trebbiense (PC) - Partita IVA: 00230280331
Telefono: 0523 788758 - Fax: 0523 788354 - E-mail: tecnico@comune.gragnanotrebbiense.pc.it

SETTORE POLITICHE TERRITORIALI
SERVIZIO LAVORI PUBBLICI, MANUTENZIONE PATRIMONIO E DEMANIO

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA

M4-C1-1.1: Asili nido, Scuole dell'infanzia e Centri Polifunzionali

RICONVERSIONE SPAZI ATTUALMENTE INUTILIZZATI E COMPLETAMENTO ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA COMUNALE



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU

CUP: C44E21000100001

PROGETTO ESECUTIVO

**B – RELAZIONE TECNICA STRUTTURALE COMPLETA DI
CALCOLI ESECUTIVI**

IL PROGETTISTA

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO



Studio Tecnico Associato

Pancini Ing. Claudio - Pancini Arch. Massimo
via Cigala Fulgosi, 1/a - 29122 Piacenza - Tel. 0523 756600

Provincia di Piacenza
Comune di Gragnano Trebbiense

PROGETTO ESECUTIVO

Verifica Sismica

per

RICONVERSIONE SPAZI ATTUALMENTE INUTILIZZATI
E COMPLETAMENTO ADEGUAMENTO SISMICO DELLA
SCUOLA DELL'INFANZIA COMUNALE

Via Carella, 2
Gragnano Trebbiense (PC)

FASCICOLO COMPOSTO DAI SEGUENTI ELABORATI:

- *Documenti di sintesi*
- *Relazione di Calcolo Strutturale (comprensiva dell'illustrazione sintetica degli elementi essenziali del progetto strutturale)*
 - *Relazione sui Materiali*
 - *Elaborati grafici esecutivi e particolari costruttivi*
 - *Piano di manutenzione delle strutture*
- *Relazione geologica/geotecnica, relazione sulla modellazione sismica*
 - *Costruzioni esistenti: Elaborati rilievo geometrico-strutturale*
 - *Costruzioni esistenti: Valutazione sicurezza*
 - *Costruzioni esistenti: Documentazione fotografica*

Pancini ing. Claudio

Novembre 2022



INDICE

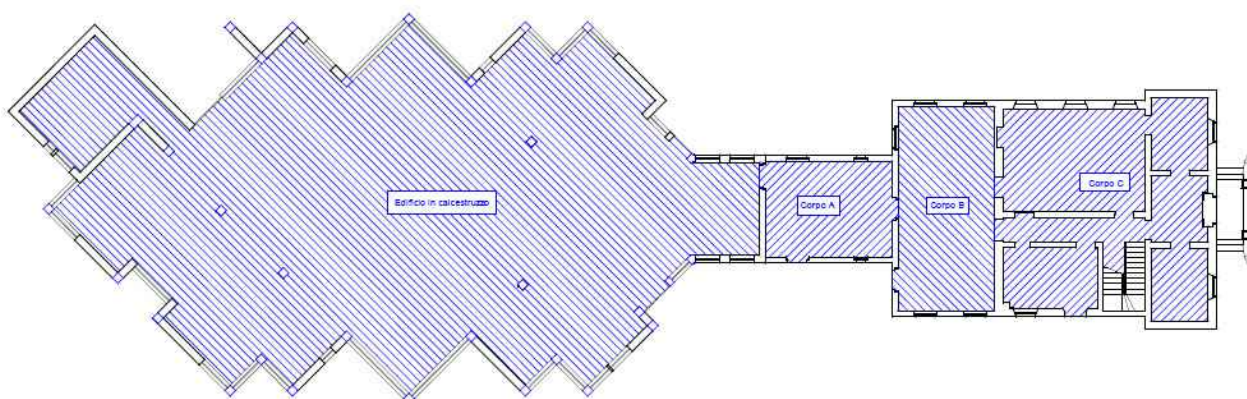
1. DOCUMENTI DI SINTESI.....	3
1.1. Sintesi del percorso progettuale.	3
1.2. Condizioni d'uso e livelli di sicurezza.....	4
2. RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE.....	4
2.1. Premessa. Illustrazione sintetica degli elementi essenziali del progetto strutturale	4
2.2. ES Analisi storico – critica ed esito del rilievo geometrico - strutturale	4
2.3. Descrizione generale dell'opera e criteri generali di progettazione, analisi e verifica.	4
2.4. Quadro normativo di riferimento adottato	4
2.4.1. Norme di riferimento cogenti.....	5
2.4.2. Altre norme e documenti tecnici integrativi	5
2.5. ES Livelli di conoscenza e fattori di confidenza.....	5
2.6. Azioni di progetto sulla costruzione	5
2.7. Modello numerico	8
2.7.1. Metodologia di modellazione ed analisi	8
2.7.2. Informazioni sul codice di calcolo	8
2.7.3. Modellazione della geometria e delle proprietà meccaniche	9
2.7.4. Modellazione dei vincoli interni ed esterni.....	9
2.7.5. Modellazione delle azioni	9
2.7.6. Combinazioni e/o percorsi di carico	9
2.8. Principali risultati.....	9
2.9 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati.....	9
3. Relazione sui materiali.....	9
3.1. Elenco dei materiali impiegati e loro modalità di posa in opera.....	9
3.2. Valori di calcolo.....	9
4. Elaborati grafici.....	10
5. Piano di manutenzione della parte strutturale dell'opera.....	11
6. Relazione sui risultati sperimentali – Indagini specialistiche	13
6.1. Relazione geologica: indagini, caratterizzazione e modellazione geologica del sito	13
6.2. Relazione geotecnica: indagini, caratterizzazione e modellazione del volume significativo di terreno	13
6.3. Relazione sulla modellazione sismica concernente la “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione	13
7.1 Costruzioni esistenti: Elaborati rilievo geometrico-strutturale	14
7.2 Costruzioni esistenti: Valutazione sicurezza.....	17
7.3 Costruzioni esistenti: Documentazione fotografica	19

1. DOCUMENTI DI SINTESI

1.1. Sintesi del percorso progettuale.

Il presente progetto riguarda le opere di Adeguamento sismico e ricoverisione spazi attualmente inutilizzati della scuola dell'infanzia comunale, sito a Gragnano, via Carella, 2, di proprietà del Comune di Gragnano Trebbiense (PC).

Il fabbricato esistente è composto da corpi di fabbrica edificati in periodi diversi e quindi è caratterizzato da tipologie costruttive alquanto diverse tra loro



Una parte (edificio in calcestruzzo) del fabbricato (risalente agli anni '70) è realizzato con metodologia costruttiva in pilastri e travi in calcestruzzo e pareti (portanti e non) in laterizio. Il solaio è in latero-cemento.

Una seconda parte (corpi A, B, C) è realizzato con pareti portanti in muratura composta da mattoni pieni, orizzontamenti con solai in parte in latero-cemento e in parte in putrelle e tavelloni, copertura in legno (rifatta nel 2022 in quanto realizzata in un primo stralcio del presente progetto).

I 3 corpi di fabbrica (corpi A, B, C) sono realizzati in tempi diversi e con tecniche costruttive diverse tra loro.

Con il presente verranno eseguite una serie di opere che altereranno le strutture dell'edificio.

Nella parte dell'edificio in calcestruzzo verranno eliminate due pareti portanti (che verranno sostituite da putrelle in acciaio) e verrà allargato l'edificio con una nuova piccola porzione. Tale ampliamento verrà realizzato con murature portanti in laterizio (su fondazioni in calcestruzzo) e soletta di copertura (in calcestruzzo)

Gli interventi che vengono elencati garantiranno un miglioramento sismico delle strutture.

Il corpo A verrà completamente demolito per poter realizzare una nuova porzione di fabbricato e ospitare un vano scala (in calcestruzzo) e un ascensore (con muri in cemento armato). I solai saranno in laterocemento e la copertura in legno.

Il corpo B subirà il rifacimento del 1° solaio in latero-cemento (e di conseguenza un rinforzo con controfondazioni in calcestruzzo) e la nuova copertura in legno.

Il corpo C, la cui copertura è appena stata rifatta in legno) verrà rinforzato con la demolizione dei solai esistenti e la loro ricostruzioni in laterocemento. Verrà anche rifatto il vano scala, allargandolo e realizzando una nuova muratura (su fondazioni in calcestruzzo) e la scala in calcestruzzo.

Altre opere saranno il rinforzo di alcuni solai dell'edificio in calcestruzzo e l'inserimento di voltini per l'insorgenza di crepe nel corpo C.

Le dimensioni in pianta dell'US sono contenute in un rettangolo di circa 63 mt per 20 mt.

Prima della redazione del progetto strutturale, come anche di quello architettonico, si è provveduto ad una presa visione dei luoghi, finalizzata, oltre che al rilievo, anche all'individuazione degli elementi strutturali esistenti o da realizzare ex-novo.

Il dimensionamento degli elementi strutturali come anche la loro selezione sono stati condivisi con il progettista architettonico e tenendo conto dello stato dei luoghi.

1.2. Condizioni d'uso e livelli di sicurezza

L'uso della costruzione è quella di Nido d'infanzia. I carichi considerati agenti sulla struttura oltre ai pesi propri e ai permanenti degli elementi costruttivi saranno:

- Neve sulla copertura, riferito al sito;
- Vento, sulle superfici esposte, riferito al sito;
- Azioni sismiche, su tutta l'US;

2. RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

2.1. Premessa. Illustrazione sintetica degli elementi essenziali del progetto strutturale

La soluzione strutturale adottata è con la realizzazione di un nuovo corpo di fabbrica con muratura in laterizio, solai in latero-cemento, copertura in legno.

La vita nominale dell'US è maggiore a 50 anni, (art. 2.4.1. NTC 2018) (opere ordinarie), la classe d'uso è la III (art. 2.4.2 NTC 2018), da cui il periodo di riferimento dell'azione sismica $V_R = V_N \cdot C_U$, essendo $C_U = 1$ risulta maggiore e uguale a 50 anni, ai sensi dell'art. 2.4.3 della citata norma.

2.2. ES Analisi storico – critica ed esito del rilievo geometrico - strutturale

Per l'edificio in questione non è importante, visti i lavori, l'assolvimento del presente punto

2.3. Descrizione generale dell'opera e criteri generali di progettazione, analisi e verifica.

La struttura esistente è caratterizzata dalla presenza di muratura portante in laterizio e/o in pilastri e travi in calcestruzzo, da orizzontamenti in latero-cemento. La copertura dei corpi A, B, C è in legno.

I carichi previsti sono di seguito declinati:

- Neve, sulla copertura, riferita al sito;
- Vento, sulle superfici esposte, riferito al sito;
- Azioni sismiche, su tutta l'US;

2.4. Quadro normativo di riferimento adottato

2.4.1. Norme di riferimento cogenti

Il progetto è stato sviluppato nel rispetto della normativa vigente:

- D.M. 17.01.2018 “Norme tecniche per le costruzioni”

2.4.2. Altre norme e documenti tecnici integrativi

Non sono stati utilizzati altri riferimenti normativi.

2.5. ES Livelli di conoscenza e fattori di confidenza

Non sono state analizzate le murature esistenti con prelievi, quindi di conseguenza si assume un livello di conoscenza LC1

Questi sono i valori adottati per la muratura esistente in laterizio del corpo C.

E [N/mm ²]	1800
E _h [N/mm ²]	1800
G [N/mm ²]	600
w [kN/m ³]	18
f _m [N/cm ²]	430
f _{hm} [N/cm ²]	322
f _k [N/cm ²]	233
τ [N/cm ²]	13
FC	1,35
γ _m	3
Maschio drift taglio	0,005
Maschio drift flessione	0,01
Fascia drift taglio	0,015
Fascia drift flessione	0,015
Fascia accoppiata drift	0,02

2.6. Azioni di progetto sulla costruzione

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 D.M. 17.01.2018 “Norme tecniche per le Costruzioni”

La valutazione dei carichi permanenti è effettuata sulle dimensioni definitive.

CARICHI PERMANENTI

Pesi propri dei materiali strutturali

Pesi propri strutturali e non strutturali

Primo solaio corpo A:

Cosa	Peso (Kg/m)
Pavimento	60
Sottofondo pavimento	30
Strato impianti	60
Solaio in laterocemento	320
Intonaco	30
Carichi accidentali	200
	700

Copertura corpi A, B e C:

Cosa	Peso (Kg/m)
Coppi	80
Sottocoppo	10
Isolamento	90
Assito	36
Solaio in legno	80
Carichi accidentali (neve)	150
	446

Primo solaio corpi B e C:

Cosa	Peso (Kg/m)
Pavimento	60
Sottofondo pavimento	30
Strato impianti	60
Tramezzi	50
Solaio in laterocemento	320
Intonaco	30
Carichi accidentali	200
	750

Sottotetto corpo C:

Cosa	Peso (Kg/m)
Solaio putrelle e tavelloni	66
Soletta in cls	50
Controsoffitto	30
Intonaco	30
Carichi accidentali	100
	276

Copertura corpo in calcestruzzo:

Cosa	Peso (Kg/m)
Solaio in latero-cemento	300
Muretti e tavelloni	113
Controsoffitto	20
Lastre di copertura	30
Intonaco	30
Carichi accidentali	250
	743

CARICHI VARIABILI

3) Azione della Neve

Il carico provocato dalla neve sulle coperture sarà valutato mediante la seguente espressione:

$$q_s = \mu_i q_{sk} \cdot C_e C_t$$

dove:

- q_s (carico neve sulla copertura)
- μ_i (coefficiente di forma della copertura) = 0,8
- q_{sk} (valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo [kN/m²], per un periodo di ritorno di 50 anni) = 150 daN/mq
- C_e (coefficiente di esposizione) = 1
- C_t (coefficiente termico) = 1

Si ipotizza che il carico agisca in direzione verticale e lo si riferisce alla proiezione orizzontale della superficie della copertura

4) Azione del Vento in direzione z+

5) Azione del Vento in direzione z-

VENTO

Unità di misura: cm; Kgf/cmq; cm/s

Convenzione di segno:

(+) compressione

(-) decompressione

$$p \text{ (pressione del vento)} = q_b c_e c_p c_d$$

$$v_b \text{ (velocità di riferimento)} = 25 \text{ m/s}$$

$$q_b = \frac{1}{2} \rho v_b^2 = \frac{1}{2} \times 1,25 \times 25^2 = 39,06 \text{ daN/mq}$$

$$c_d \text{ (coefficiente dinamico)} = 1$$

$$c_e \text{ (coefficiente di esposizione)} = 1,5$$

$$c_p \text{ (coefficiente di forma)} = \pm 1,2$$

6) Azione del sisma in direzione x

7) Azione del sisma in direzione y

Le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione. Essa costituisce l’elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

Il sito ricade nel Comune di Travo (PC).

Le azioni sismiche saranno esplicitate nei calcoli più avanti.

2.7. Modello numerico

2.7.1. Metodologia di modellazione ed analisi

L’analisi utilizzata è statica non lineare, perché compatibile con il tipo di US in progetto.

Verrà effettuata sia l’analisi dello stato di fatto che dello stato di progetto.

2.7.2. Informazioni sul codice di calcolo

Il programma utilizzato per l’analisi della struttura è 3 Muri

È distribuita in Italia in esclusiva da S.T.A. DATA srl, Corso Raffaello, 12 – 10126 Torino.

L’affidabilità dei codici utilizzati è garantita da:

- esistenza di una documentazione esauriente sulle premesse teoriche, sulla impostazione generale e sui limiti di applicabilità del codice;
- esistenza di controlli e riscontri con soluzioni note o con risultati ottenuti con procedimenti indipendenti;
- presenza nel codice di un’autodiagnostica atta a segnalare eventuali incompatibilità nei dati e difficoltà numeriche in fase di elaborazione;
- capacità del codice di fornire sintetiche rappresentazioni dei risultati salienti, anche intermedi, per consentire un rapido controllo dei dati di uscita.

Gli elementi necessari perché il progettista effettui la valutazione di cui sopra sono forniti dal distributore del programma.

2.7.3. Modellazione della geometria e delle proprietà meccaniche

Verranno esplicitati nella Relazione di Tre Muri

2.7.4. Modellazione dei vincoli interni ed esterni

I vincoli esterni sono esplicitati nella Relazione di Tre Muri.

2.7.5. Modellazione delle azioni

Vengono presi a riferimento le azioni di cui al precedente punto 2.6.

2.7.6. Combinazioni e/o percorsi di carico

Viene evidenziato nella relazione allegata di seguito.

2.8. Principali risultati

In questa sede vengono dimensionate le fondazioni del nuovo corpo A, le travi in acciaio nel corpo in calcestruzzo, le travi e travetti in legno dei corpi A e B, la verifica sismica completa dei fabbricati.

Si allegano i calcoli di seguito.

2.9 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati ottenuti si ritengono accettabili in quanto corrispondono al reale comportamento della struttura sottoposta alle azioni di progetto.

3. Relazione sui materiali

3.1. Elenco dei materiali impiegati e loro modalità di posa in opera

Il materiali impiegati saranno principalmente il laterizio, il calcestruzzo ed il legno.

I vari elementi saranno solidarizzati fra di loro per conferire tra loro per la realizzazione dell'opera complessivamente.

3.2. Valori di calcolo

- Calcestruzzo per fondazioni:
Classe di resistenza: C25/30
Classe di esposizione: XC2
- Calcestruzzo per strutture in elevazione (muri, pilastri e travi):
Classe di resistenza: C25/30
Classe di esposizione: XC2
- Ferro per cemento armato:
Acciaio B450C

- Acciaio

Tipo di acciaio: s235

Caratteristiche acciaio:

- $f_{yk} = 235,00 \text{ N/mm}^2$ (tensione caratteristica di snervamento)
- $f_{tk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$ (tensione caratteristica di rottura)
- $\gamma_{M0} = 1,05$ (coefficiente parziale di sicurezza)
- $E = 210000 \text{ N/mm}^2$ (modulo elastico)

- Elementi semipieni: percentuale di foratura < 45%.

- F_{bk} – resistenza caratteristica a compressione in direzione dei carichi > 5 N/mm²
- F_{bk} – resistenza caratteristica a compressione in direzione ortogonale ai carichi > 1,5 N/mm²

- Tipo di malta: M10

- Legno:

Valori caratteristici di resistenza, modulo elastico e densità	LEGNO MASSICCIO UNI EN 338		LEGNO LAMELLARE UNI EN 1194					
Resistenze (Mpa)	C24	C30	GL24c	GL24h	GL28c	GL28h	GL32c	GL36c
$f_{m,g,k}$ – flessione	24,00	30,00	24,00	24,00	28,00	28,00	32,00	36,00
$f_{t,0,g,k}$ – trazione parallela	14,00	18,00	14,00	16,50	16,50	19,50	19,50	22,50
$f_{t,90,g,k}$ – trazione perpendicolare	0,50	0,60	0,35	0,40	0,40	0,45	0,45	0,50
$f_{c,0,g,k}$ – compressione parallela	21,00	23,00	21,00	24,00	24,00	26,50	26,50	29,00
$f_{c,90,g,k}$ – compressione perpend.	2,50	2,70	2,40	2,70	2,70	3,00	3,00	3,30
$f_{v,g,k}$ – taglio	2,50	3,00	2,20	2,70	2,70	3,20	3,20	3,80
Modulo Elastico (Gpa)	C24	C30	GL24c	GL24h	GL28c	GL28h	GL32c	GL36c
$E_{0,mean}$ – Mod. El. Medio parallelo	11,00	12,00	11,60	11,60	12,60	12,60	13,70	14,70
$E_{0,05}$ – Mod. El. Caratterist. Parall.	7,40	8,00	9,40	9,40	10,20	10,20	11,10	11,90
$E_{90,mean}$ – Mod. El. Caratterist. Perp.	0,37	0,40	0,32	0,39	0,39	0,42	0,42	0,46
$G_{g,mean}$ – Mod. Taglio Medio	0,69	0,75	0,59	0,72	0,79	0,78	0,78	0,85
densità caratteristica (kg/m ³)	350	380	350	380	380	410	410	430

4. Elaborati grafici

In allegato ci sono le opportune tavole sia generali che con particolari costruttivi.

Fondazione a platea
FA

Fondazioni Dirette
Verifica in tensioni efficaci

$$q_{lim} = c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot g_\gamma$$

D = Profondità del piano di appoggio

e_B = Eccentricità in direzione B ($e_B = M_b/N$)

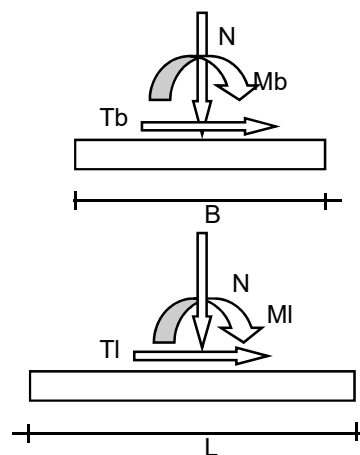
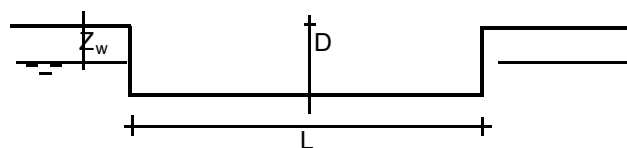
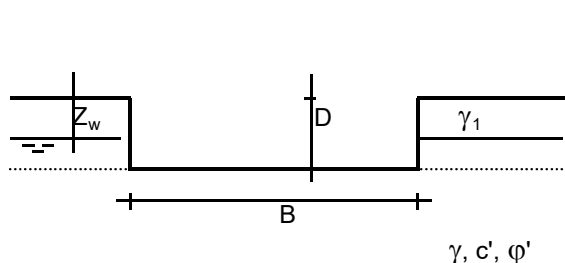
e_L = Eccentricità in direzione L ($e_L = M_l/N$) (per fondazione nastriforme $e_L = 0$; $L^* = L$)

B^* = Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2 \cdot e_B$)

L^* = Lunghezza fittizia della fondazione ($L^* = L - 2 \cdot e_L$)

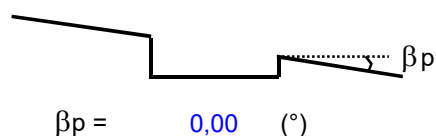
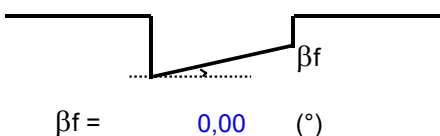
(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

			coefficienti parziali						
			azioni		proprietà del terreno		resistenze		
Metodo di calcolo			permanenti	temporanee variabili	$\tan \varphi'$	c'	q_{lim}	scorr	
Stato Limite Ultimo	A1+M1+R1	○	1,30	1,50	1,00	1,00	1,00	1,00	
	A2+M2+R2	●	1,00	1,30	1,25	1,25	1,80	1,00	
	SISMA	○	1,00	1,00	1,25	1,25	1,80	1,00	
	A1+M1+R3	○	1,30	1,50	1,00	1,00	2,30	1,10	
	SISMA	○	1,00	1,00	1,00	1,00	2,30	1,10	
Tensioni Ammissibili			○	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	3,00
Definiti dal Progettista			○	1,35	1,50	1,00	1,00	1,40	1,00



(Per fondazione nastriforme $L = 100$ m)

B = 3,00 (m)
L = 1,00 (m)
D = 0,30 (m)



Fondazione a platea
FA

AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	121,08	11,38	135,87
Mb [kNm]	0,00	0,00	0,00
MI [kNm]	0,00	0,00	0,00
Tb [kN]	0,00	0,00	0,00
TI [kN]	0,00	0,00	0,00
H [kN]	0,00	0,00	0,00

Peso unità di volume del terreno

$$\gamma_1 = 16,50 \quad (\text{kN/mc})$$

$$\gamma = 16,50 \quad (\text{kN/mc})$$

Valori caratteristici di resistenza del terreno

$$c' = 30,00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$\phi' = 30,00 \quad (^\circ)$$

Valori di progetto

$$c' = 24,00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$\phi' = 24,79 \quad (^\circ)$$

Profondità della falda

$$Z_w = 10,00 \quad (\text{m})$$

$$e_B = 0,00 \quad (\text{m})$$

$$e_L = 0,00 \quad (\text{m})$$

$$B^* = 3,00 \quad (\text{m})$$

$$L^* = 1,00 \quad (\text{m})$$

q : sovraccarico alla profondità D

$$q = 4,95 \quad (\text{kN/mq})$$

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$$\gamma = 16,50 \quad (\text{kN/mc})$$

Nc, Nq, Ny : coefficienti di capacità portante

$$N_q = \tan^2(45 + \phi'/2) \cdot e^{(\pi \cdot \tan \phi')}$$

$$N_q = 10,43$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \tan \phi'$$

$$N_c = 20,42$$

$$N_y = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \phi'$$

$$N_y = 10,56$$

Fondazione a platea
FA

s_c, s_q, s_γ : fattori di forma

$$s_c = 1 + B^* N_q / (L^* N_c)$$

$$s_c = 1,17$$

$$s_q = 1 + B^* \tan \varphi' / L^*$$

$$s_q = 1,15$$

$$s_\gamma = 1 - 0,4 B^* / L^*$$

$$s_\gamma = 0,87$$

i_c, i_q, i_γ : fattori di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1,75 \quad \theta = \arctg(T_b/T_l) = 90,00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1,25 \quad m = 1,75 \quad (-)$$

$$i_q = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cotg \varphi'))^m$$

($m=2$ nel caso di fondazione nastriforme e $m=(m_b \sin^2 \theta + m_l \cos^2 \theta)$ in tutti gli altri casi)

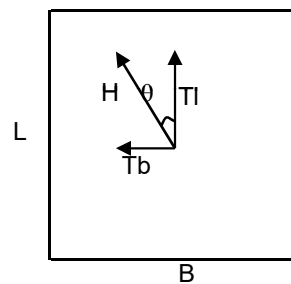
$$i_q = 1,00$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$$

$$i_c = 1,00$$

$$i_\gamma = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cotg \varphi'))^{(m+1)}$$

$$i_\gamma = 1,00$$



d_c, d_q, d_γ : fattori di profondità del piano di appoggio

$$\text{per } D/B^* \leq 1; d_q = 1 + 2 D \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2 / B^*$$

$$\text{per } D/B^* > 1; d_q = 1 + (2 \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2) * \arctan (D / B^*)$$

$$d_q = 1,09$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$d_c = 1,10$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1,00$$

Fondazione a platea
FA

b_c, b_q, b_γ : fattori di inclinazione base della fondazione

$$b_q = (1 - \beta_r \tan \varphi')^2 \quad \beta_r + \beta_p = 0,00 \quad \beta_r + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_q = 1,00$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$b_c = 1,00$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = 1,00$$

g_c, g_q, g_γ : fattori di inclinazione piano di campagna

$$g_q = (1 - \tan \beta_p)^2 \quad \beta_r + \beta_p = 0,00 \quad \beta_r + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_q = 1,00$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$g_c = 1,00$$

$$g_\gamma = g_q$$

$$g_\gamma = 1,00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 773,40 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = 45,29 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 429,67 \geq q = 45,29 \quad (\text{kN/m}^2)$$

VERIFICA A SCORRIMENTO

Carico agente

$$H_d = 0,00 \quad (\text{kN})$$

Azione Resistente

$$S_d = N \tan(\varphi') + c' B^* L^*$$

$$S_d = 134,76 \quad (\text{kN})$$

Verifica di sicurezza allo scorrimento

Fondazione corpo B
FB

Fondazioni Dirette
Verifica in tensioni efficaci

$$q_{lim} = c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot g_\gamma$$

D = Profondità del piano di appoggio

e_B = Eccentricità in direzione B ($e_B = M_b/N$)

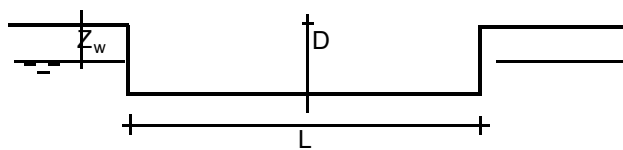
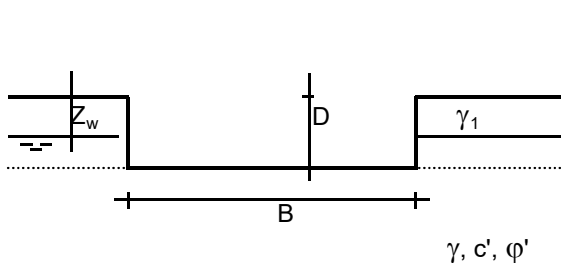
e_L = Eccentricità in direzione L ($e_L = M_l/N$) (per fondazione nastriforme $e_L = 0$; $L^* = L$)

B^* = Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2 \cdot e_B$)

L^* = Lunghezza fittizia della fondazione ($L^* = L - 2 \cdot e_L$)

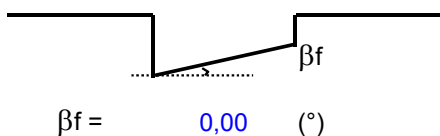
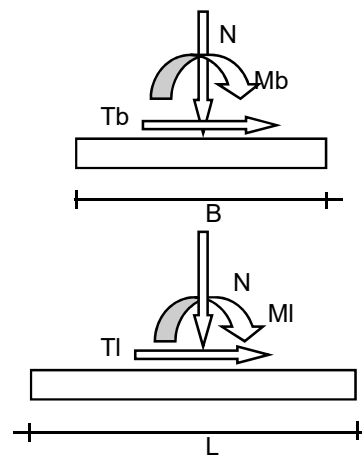
(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

Metodo di calcolo			coefficienti parziali				
			azioni		proprietà del terreno		resistenze
			permanenti	temporanee variabili	$\tan \varphi'$	c'	q_{lim}
Stato Limite Ultimo	A1+M1+R1	○	1,30	1,50	1,00	1,00	1,00
	A2+M2+R2	●	1,00	1,30	1,25	1,25	1,80
	SISMA	○	1,00	1,00	1,25	1,25	1,80
	A1+M1+R3	○	1,30	1,50	1,00	1,00	2,30
	SISMA	○	1,00	1,00	1,00	1,00	2,30
Tensioni Ammissibili			1,00	1,00	1,00	1,00	3,00
Definiti dal Progettista			1,35	1,50	1,00	1,00	1,40

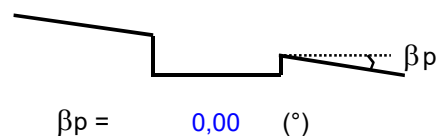


(Per fondazione nastriforme $L = 100$ m)

$B = 1,10$ (m)
 $L = 1,00$ (m)
 $D = 0,40$ (m)



$\beta_f = 0,00$ (°)



$\beta_p = 0,00$ (°)

Fondazione corpo B
FB

AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	74,83	11,75	90,11
Mb [kNm]	0,00	0,00	0,00
MI [kNm]	0,00	0,00	0,00
Tb [kN]	0,00	0,00	0,00
TI [kN]	0,00	0,00	0,00
H [kN]	0,00	0,00	0,00

Peso unità di volume del terreno

$$\gamma_1 = 16,50 \quad (\text{kN/mc})$$

$$\gamma = 16,50 \quad (\text{kN/mc})$$

Valori caratteristici di resistenza del terreno

$$c' = 30,00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$\varphi' = 30,00 \quad (^\circ)$$

Valori di progetto

$$c' = 24,00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$\varphi' = 24,79 \quad (^\circ)$$

Profondità della falda

$$Z_w = 10,00 \quad (\text{m})$$

$$e_B = 0,00 \quad (\text{m})$$

$$e_L = 0,00 \quad (\text{m})$$

$$B^* = 1,10 \quad (\text{m})$$

$$L^* = 1,00 \quad (\text{m})$$

q : sovraccarico alla profondità D

$$q = 6,60 \quad (\text{kN/mq})$$

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$$\gamma = 16,50 \quad (\text{kN/mc})$$

Nc, Nq, N γ : coefficienti di capacità portante

$$N_q = \tan^2(45 + \varphi'/2) \cdot e^{(\pi \cdot \tan \varphi')}$$

$$N_q = 10,43$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \tan \varphi'$$

$$N_c = 20,42$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi'$$

$$N_\gamma = 10,56$$

Fondazione corpo B
FB

s_c, s_q, s_γ : fattori di forma

$$s_c = 1 + B \cdot N_q / (L \cdot N_c)$$

$$s_c = 1,46$$

$$s_q = 1 + B \cdot \tan \varphi' / L$$

$$s_q = 1,42$$

$$s_\gamma = 1 - 0,4 \cdot B / L$$

$$s_\gamma = 0,64$$

i_c, i_q, i_γ : fattori di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1,52 \quad \theta = \arctg(T_b/T_l) = 90,00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1,48 \quad m = 1,52 \quad (-)$$

($m=2$ nel caso di fondazione nastriforme e
 $m=(m_b \sin^2 \theta + m_l \cos^2 \theta)$ in tutti gli altri casi)

$$i_q = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cotg \varphi'))^m$$

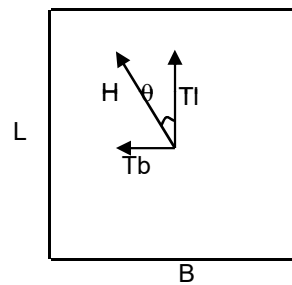
$$i_q = 1,00$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$$

$$i_c = 1,00$$

$$i_\gamma = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cotg \varphi'))^{(m+1)}$$

$$i_\gamma = 1,00$$



d_c, d_q, d_γ : fattori di profondità del piano di appoggio

$$\text{per } D/B^* \leq 1; d_q = 1 + 2 D \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2 / B^*$$

$$\text{per } D/B^* > 1; d_q = 1 + (2 \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2) * \arctan (D / B^*)$$

$$d_q = 1,12$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$d_c = 1,14$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1,00$$

Fondazione corpo B
FB

b_c , b_q , b_γ : fattori di inclinazione base della fondazione

$$b_q = (1 - \beta_f \tan \varphi')^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0,00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_q = 1,00$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$b_c = 1,00$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = 1,00$$

g_c , g_q , g_γ : fattori di inclinazione piano di campagna

$$g_q = (1 - \tan \beta_p)^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0,00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_q = 1,00$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$g_c = 1,00$$

$$g_\gamma = g_q$$

$$g_\gamma = 1,00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 981,87 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = 81,91 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 545,49 \geq q = 81,91 \quad (\text{kN/m}^2)$$

VERIFICA A SCORRIMENTO

Carico agente

$$H_d = 0,00 \quad (\text{kN})$$

Azione Resistente

$$S_d = N \tan(\varphi') + c' B^* L^*$$

$$S_d = 68,02 \quad (\text{kN})$$

Verifica di sicurezza allo scorrimento

Relazione calcolo Fondazioni in calcestruzzo e travi in acciaio

Travi c.a. e Fondazioni c.a.

Combinazioni di carico

Carico Sismico

Le verifiche allo stato limite ultimo (SLV) e allo stato limite di esercizio (SLD; SLO); devono essere effettuate per la seguente combinazione:

$$E + G_{k1} + G_{k2} + \sum_{i=1}^n \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_{k1} + G_{k2} + \sum_{i=1}^n \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Carico Statico

- *Combinazione S.L.U. fondamentale* - viene adottata per situazioni di progetto persistenti e considera le sole azioni permanenti e variabili, escludendo quelle accidentali o sismiche:

$$\gamma_{G,1} G_{k,1} + \gamma_{G,2} G_{k,2} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i=2}^n \gamma_{Q,i} \Psi_{0,i} Q_{k,i}$$

- *Combinazione S.L.E. caratteristica (rara)* - impiegata per gli stati limite di esercizio irreversibili:

$$G_{k1} + G_{k2} + Q_{k1} + \sum_{i=2}^n \Psi_{0,i} Q_{k,i}$$

- *Combinazione S.L.E. frequente* - impiegata per gli stati limite di esercizio reversibili:

$$G_{k1} + G_{k2} + \sum_{i=1}^n \Psi_{1,i} Q_{k,i}$$

- *Combinazione S.L.E. quasi permanente* - impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_{k1} + G_{k2} + \sum_{i=1}^n \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

dove:

$G_{k,1}$ = carichi caratteristici strutturali;

$G_{k,2}$ = carichi caratteristici non strutturali;

$Q_{k,i}$ = azioni variabili caratteristiche;

E = azione sismica;

$\gamma_{G,1}$ = coefficiente parziale delle azioni attribuito ai carichi caratteristici strutturali;

$\gamma_{G,2}$ = coefficiente parziale delle azioni attribuito ai carichi caratteristici non strutturali;

$\gamma_{Q,i}$ = coefficiente parziale delle azioni attribuito ai carichi variabili;

$\psi_{j,i}$ = coefficienti di combinazioni relativi all' i -esima azione variabile; i valori dei fattori di combinazione adottati dipendono dal tipo di azione considerata, dalla destinazione d'uso della struttura e dalla situazione di progetto.

I valori dei vari coefficienti sono scelti in base alla destinazione d'uso dei vari solai secondo quanto indicato nella normativa di riferimento adottata.

Normativa di riferimento

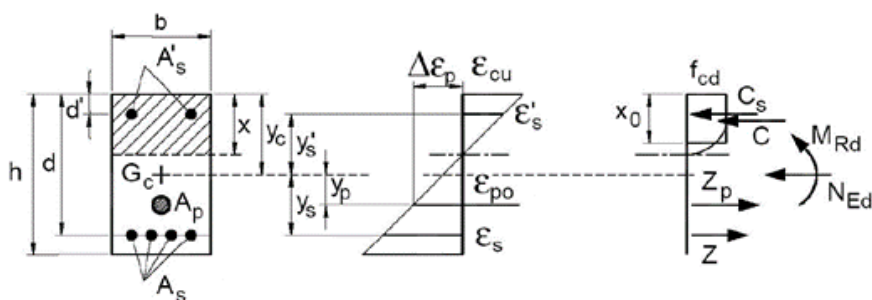
- Norme Tecniche (NTC 18)
- Circolare n. 7 del 21 Gennaio 2019

Tipo di calcolo

- Statico

CRITERI DI VERIFICA

Verifica a flessione



La verifica a flessione/pressoflessione retta è eseguita mediante il calcolo della posizione dell'asse neutro per un assegnato valore di sforzo normale e momento sollecitante sotto le ipotesi di:

- conservazione della planarità delle sezioni fino a collasso;
- coincidenza delle deformazioni fra l'acciaio ed il calcestruzzo circostante, sia in trazione che in compressione (aderenza);
- assenza di resistenza a trazione del calcestruzzo;
- modelli dei materiali riportati al capitolo 4.1.2.1.2 del DM 17/01/2018;
- limitazione della deformazione del calcestruzzo in presenza di sola compressione a ϵ_{c2} ed a valori compresi fra ϵ_{c2} e ϵ_{cu2} nel caso di sezioni soggette a tensioni di sola compressione (secondo i modelli sopra riportati);
- limitazione della deformazione dell'acciaio a ϵ_{ud} ;

Nel caso di assenza di sforzo normale sollecitante le verifiche richiedono che:

$$N_{rd} = 0$$

$$M_{rd} \geq M_{ed}$$

VERIFICA A TAGLIO

Elementi dotati di armatura trasversale

In presenza di armatura trasversale, la resistenza a taglio deve essere calcolata sulla base di una adeguata schematizzazione a traliccio. Gli elementi resistenti dell'ideale traliccio sono: le armature trasversali, le armature longitudinali, il corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima inclinati. L'inclinazione dei puntoni θ rispetto all'asse deve rispettare i limiti seguenti:

$$1 \leq \cot \theta \leq 2,5$$

La resistenza a taglio dell'elemento è data dal minimo tra la resistenza a trazione dell'armatura trasversale

$$V_{Rsd} = 0,9 d \frac{A_{sw}}{s} f_{yd} (\cot \alpha + \cot \theta) \sin \alpha$$

e la resistenza a compressione del calcestruzzo d'anima

$$V_{Rcd} = 0,9 d b_w \alpha_c v f_{cd} \frac{(\cot \alpha + \cot \theta)}{(1 + \cot^2 \theta)}$$

Dove:

- d : è l'altezza utile della sezione
- s : è l'interasse tra due armature trasversali consecutive
- α : è l'angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave
- f_{cd} è la resistenza di progetto a compressione ridotta ($v=0,5$) del calcestruzzo d'anima
- α_c : è un coefficiente maggiorativo, pari a 1,00 per membrature non compresse

La verifica è soddisfatta quando

$$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) \geq V_{ed}$$

VERIFICHE A STATO LIMITE DI ESERCIZIO

Si riportano le verifiche nei confronti dei seguenti stati limite di esercizio:

- Deformazione;
- Fessurazione;
- Tensioni di esercizio;

Deformazione (cap. 4.1.2.2.5.1 NT18 e cap. 4.1.2.2.2 Circolare 2019)

Il calcolo della deformazione flessionale di solai e travi si effettua, in genere, mediante integrazione delle curvature, tenendo conto della viscosità del calcestruzzo e, se del caso, degli effetti del ritiro. Tuttavia, per travi e solai con luci non superiori a 10 m è possibile omettere la verifica delle inflessioni come sopra riportata, ritenendola implicitamente soddisfatta, se il rapporto l/h tra luce e altezza rispetta la limitazione

$$\frac{l}{h} \leq K \left[11 + \frac{0,015 f_{ck}}{\rho + \rho'} \right] \left[\frac{500 A_{s,eff}}{f_{yk} \cdot A_{s,calc}} \right]$$

dove:

- f_{ck} e f_{yk} sono le resistenze caratteristiche di calcestruzzo ed acciaio d'armatura espressi in Mpa;
- ρ e ρ' sono rispettivamente i rapporti tra armatura tesa e compressa;
- $A_{s,eff}$ ed $A_{s,calc}$ sono, rispettivamente, l'armatura tesa effettivamente presente nella sezione più sollecitata e l'armatura di progetto nella stessa sezione;
- K è un coefficiente correttivo, che dipende dallo schema strutturale ed è riportato alla tabella C.4.1.1 della circolare esplicativa.

Fessurazione (cap. 4.1.2.2.4 NT18 e 4.1.2.2.4.5 Circolare 2019)

La verifica di fessurazione è condotta verificando che l'ampiezza caratteristica delle fessure

$$w_k = 1,7 \cdot \varepsilon_{sm} \cdot \Delta_{sm} \leq w_{lim}$$

dove:

- ε_{sm} è la deformazione media delle barre d'armatura determinata secondo la C.4.1.6 della Circolare 2019
- Δ_{sm} è la distanza media tra le fessure, determinata mediante la C.4.1.6 della Circolare 2019
- w_{lim} è il limite di apertura delle fessure definito, in base alle indicazioni del cap. 4.1.2.2.4 e della tabella 4.1.IV delle NT18

Tensioni di esercizio (cap. 4.1.2.2.5.1 NT18 e cap. 4.1.2.2.5 Circolare 2019)

Le tensioni in esercizio sono calcolate nell'ipotesi di comportamento lineare dei materiali trascurando la resistenza a trazione del calcestruzzo teso. Sotto queste ipotesi, devono essere rispettate le seguenti limitazioni:

$$\sigma_{c,max} \leq 0,45 f_{ck}$$

per combinazione quasi permanente

$$\sigma_{c,max} \leq 0,60 f_{ck}$$

per combinazione caratteristica

$$\sigma_{s,max} \leq 0,80 f_{yk}$$

per combinazione caratteristica

Dove, $\sigma_{c,max}$ e $\sigma_{s,max}$ sono, rispettivamente, la massima tensione di compressione del calcestruzzo e dell'acciaio d'armatura calcolate. Mentre f_{ck} e f_{yk} sono le rispettive resistenze caratteristiche.

Materiali

Calcestruzzo - Condizione del materiale: Nuovo

Nome	fck [N/mm2]	γc [-]	fctd [N/mm2]
C25/30	25,0	1,50	1,71

Sezioni

Nome	Base sup. [cm]	Base inf. [cm]	Altezza [cm]	Anima [cm]	Altezza ala sup. [cm]	Altezza ala inf. [cm]
Sezione_1	-	100	30	-	-	-

Carichi

Nome	Tipo	γ1 [-]	γ2 [-]	ψ0 [-]	ψ1 [-]	ψ2 [-]	Esclusivo
Permanente	Permanente	1,3	1	0	0	0	No

TRAVATA: Fondazione Platea - FA

Campate

Campata	Nome	Luce [cm]	Sezione	Calcestruzzo	Acciaio
1	Campata 1	168	Sezione_1	C25/30	B450

Appoggi

Appoggi	Tipo	Nome	Larghezza [cm]	Lunghezza [cm]
1	Pilastro	Pilastro 1	28	28
2	Pilastro	Pilastro 2	20	20

Carichi

Carichi campate

Campata	Gruppo	Caso	Tipo	Valore 1 [daN/m]	Valore 2 [daN/m]	Posizione 1 [cm]	Posizione 2 [cm]	Interasse SX [cm]	Interasse DX [cm]
1	G1	Statico	Distribuito	-10 336	-10 336	0	168	-	-

Inviluppoazioni sollecitanti (da analisi pushover)

Campata: Campata 1

Sezione [cm]	Statico		
	Msd+ [daNcm]	Msd- [daNcm]	Vsd [daN]
0	0	0	11 286,91
14	142 215	109 396	9 405,76
17	170 658	131 275	9 029,53
34	303 392	233 379	6 772,15
50	398 202	306 309	4 514,76
67	455 088	350 068	2 257,38
84	474 050	364 654	0,00
101	455 088	350 068	2 257,38
118	398 202	306 309	4 514,76
134	303 392	233 379	6 772,15
151	170 658	131 275	9 029,53
158	101 582	78 140	9 943,23
168	0	0	11 286,91

Armatura longitudinale

	SX+		SX-		C+		C-		DX+		DX-	
Campata	Af,teor [cm2]	Af,disp [cm2]	Af,teor [cm2]	Af,disp [cm2]	Af,teor [cm2]	Af,disp [cm2]	Af,teor [cm2]	Af,disp [cm2]	Af,teor [cm2]	Af,disp [cm2]	Af,teor [cm2]	Af,disp [cm2]
1	3,51	2,51	4,00	2,51	3,51	2,51	4,48	2,51	3,51	2,51	4,00	2,51

Verifiche flessione - SLU

	SX+			SX-		
Campata	Msd [daNcm]	Mrd [daNcm]	Mrd/Msd [-]	Msd [daNcm]	Mrd [daNcm]	Mrd/Msd [-]
1	142 215	281 382	1,97	0	-281 382	∞

	C+			C-		
Campata	Msd [daNcm]	Mrd [daNcm]	Mrd/Msd [-]	Msd [daNcm]	Mrd [daNcm]	Mrd/Msd [-]
1	474 050	281 382	0,59	0	-281 382	∞

	DX+			DX-		
Campata	Msd [daNcm]	Mrd [daNcm]	Mrd/Msd [-]	Msd [daNcm]	Mrd [daNcm]	Mrd/Msd [-]
1	101 582	281 382	2,76	0	-281 382	∞

Armatura trasversale

	Est. SX				Est. DX			
Campata	Passo [cm]	Φ [mm]	Lung. [cm]	N° bracci	Passo [cm]	Φ [mm]	Lung. [cm]	N° bracci
1	20	8	80	2	20	8	80	2

Verifiche taglio - SLU

SLU Statico

	Est. SX	Est. DX
--	---------	---------

Verifiche SLE

Azioni sollecitanti (da analisi pushover) SLE

	SX+			SX-		
Campata	M QP [daNcm]	M rara [daNcm]	M freq [daNcm]	M QP [daNcm]	M rara [daNcm]	M freq [daNcm]
1	109 396	109 396	109 396	0	0	0

	C+			C-		
Campata	M QP [daNcm]	M rara [daNcm]	M freq [daNcm]	M QP [daNcm]	M rara [daNcm]	M freq [daNcm]
1	364 654	364 654	364 654	-	-	-

	DX+			DX-		
Campata	M QP [daNcm]	M rara [daNcm]	M freq [daNcm]	M QP [daNcm]	M rara [daNcm]	M freq [daNcm]
1	78 140	78 140	78 140	0	0	0

Tensioni SLE

	Appoggio SX					
Campata	σ QP [daN/cm ²]	σ QP,lim [daN/cm ²]	σ rara [daN/cm ²]	σ rara,lim [daN/cm ²]	σ s rara [daN/cm ²]	σ s rara,lim [daN/cm ²]
1	20,09	112,50	20,09	150,00	1 702,29	3 600,00

	Centrale					
Campata	σ QP [daN/cm ²]	σ QP,lim [daN/cm ²]	σ rara [daN/cm ²]	σ rara,lim [daN/cm ²]	σ s rara [daN/cm ²]	σ s rara,lim [daN/cm ²]
1	66,98	112,50	66,98	150,00	5 674,30	3 600,00

	Appoggio DX					
Campata	σ QP [daN/cm ²]	σ QP,lim [daN/cm ²]	σ rara [daN/cm ²]	σ rara,lim [daN/cm ²]	σ s rara [daN/cm ²]	σ s rara,lim [daN/cm ²]
1	14,35	112,50	14,35	150,00	1 215,92	3 600,00

Fessurazione

	W QP [mm]				W freq [mm]			
Campata	SX	Centr.	DX	W,lim	SX	Centr.	DX	W,lim
1	0,25	0,82	0,18	0,20	0,25	0,82	0,18	0,30

Stati limite di deformazione

Campata	L/h [-]	L/h,lim [-]
1	4,80	20,83

Esiti verifiche

Verifiche flessione	Verifiche taglio	Verifiche SLE
No	Sì	No

Travi acciaio

Combinazioni di carico

Carico Sismico

Le verifiche allo stato limite ultimo (SLV) e allo stato limite di esercizio (SLD; SLO); devono essere effettuate per la seguente combinazione:

$$E + G_{k1} + G_{k2} + \sum_{i=1}^n \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_{k1} + G_{k2} + \sum_{i=1}^n \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Carico Statico

• *Combinazione S.L.U. fondamentale* - viene adottata per situazioni di progetto persistenti e considera le sole azioni permanenti e variabili, escludendo quelle accidentali o sismiche:

$$\gamma_{G,1} G_{k,1} + \gamma_{G,2} G_{k,2} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i=2}^n \gamma_{Q,i} \Psi_{0,i} Q_{k,i}$$

• *Combinazione S.L.E. caratteristica (rara)* - impiegata per gli stati limite di esercizio irreversibili:

$$G_{k1} + G_{k2} + Q_{k1} + \sum_{i=2}^n \Psi_{0,i} Q_{k,i}$$

• *Combinazione S.L.E. frequente* - impiegata per gli stati limite di esercizio reversibili:

$$G_{k1} + G_{k2} + \sum_{i=1}^n \Psi_{1,i} Q_{k,i}$$

• *Combinazione S.L.E. quasi permanente* - impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_{k1} + G_{k2} + \sum_{i=1}^n \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

dove:

$G_{k,1}$ = carichi caratteristici strutturali;

$G_{k,2}$ = carichi caratteristici non strutturali;

$Q_{k,i}$ = azioni variabili caratteristiche;

E = azione sismica;

$\gamma_{G,1}$ = coefficiente parziale delle azioni attribuito ai carichi caratteristici strutturali;

$\gamma_{G,2}$ = coefficiente parziale delle azioni attribuito ai carichi caratteristici non strutturali;

$\gamma_{Q,i}$ = coefficiente parziale delle azioni attribuito ai carichi variabili;

$\psi_{j,i}$ = coefficienti di combinazioni relativi all'i-esima azione variabile; i valori dei fattori di combinazione adottati dipendono dal tipo di azione considerata, dalla destinazione d'uso della struttura e dalla situazione di progetto.

I valori dei vari coefficienti sono scelti in base alla destinazione d'uso dei vari solai secondo quanto indicato nella normativa di riferimento adottata.

Normativa di riferimento

- Norme Tecniche (NTC 18)
- Circolare n. 7 del 21 Gennaio 2019
- EN 1993-1-1: Eurocodice 3 – parte 1-1
- EN 1993-1-5: Eurocodice 3 – parte 1-5

Tipo di calcolo

- Statico

Classificazione delle sezioni

La classificazione delle sezioni trasversali è basata sulla valutazione dell'entità della limitazione della resistenza e della capacità rotazionale C_θ delle sezioni trasversali a causa della loro resistenza all'instabilità locale, come indicato nella formulazione della N.T.C. 2018:

$$C_\theta = \theta_r / \theta_y - 1$$

essendo θ_r e θ_y le rotazioni corrispondenti rispettivamente al raggiungimento della deformazione ultima ed allo snervamento.

Si definiscono 4 classi di sezioni trasversali in funzione della loro capacità di deformarsi in campo plastico:

- classe 1: se la sezione è in grado di sviluppare una cerniera plastica avente la capacità rotazionale richiesta per l'analisi strutturale condotta con il metodo plastico senza subire riduzioni della resistenza, in tal caso queste sezioni presentano $C_\theta \geq 3$;
- classe 2: se la sezione è in grado di sviluppare il proprio momento resistente plastico, ma con capacità rotazionale limitata, in tal caso queste sezioni presentano $C_\theta \geq 1.5$;
- classe 3: se nella sezione le tensioni calcolate in corrispondenza delle fibre estreme compresse possono raggiungere la tensione di snervamento, ma l'insorgere di fenomeni di instabilità locale impediscono lo sviluppo del momento resistente plastico;
- classe 4: per determinarne la resistenza flettente, tagliante o normale, è necessario tener conto degli effetti dell'instabilità locale in fase elastica nelle parti compresse che compongono la sezione. In tal caso, nel calcolo della resistenza, la sezione geometrica effettiva può sostituirsi con una sezione efficace.

La classe di una sezione composta corrisponde al valore di classe più alto tra quelli dei suoi elementi componenti.

Per i casi più comuni delle forme delle sezioni e delle modalità di sollecitazione, per valutare la classe della sezione si è utilizzata la procedura riportata nelle Tabelle 4.2.III, 4.2.IV e 4.2.V della N.T.C. 2018.

In riferimento a quanto indicato nel paragrafo di riferimento della N.T.C. 2018, la capacità resistente delle sezioni è stata valutata nei confronti delle sollecitazioni di trazione o compressione, flessione, taglio e torsione, determinando anche gli effetti indotti sulla resistenza dalla presenza combinata di più sollecitazioni.

La capacità resistente della sezione di classe 1 e 2 con il metodo plastico (P): si assume la completa plasticizzazione del materiale. Il metodo può applicarsi solo a sezioni di classe 1 e 2.

La capacità resistente della sezione di classe 3 e 4 con il metodo elastico (E): si assume un comportamento elastico lineare del materiale, sino al raggiungimento della condizione di snervamento.

La verifica in campo elastico è comunque ammessa per tutti i tipi di sezione, ma è necessario considerare gli effetti di instabilità locale per le sezioni di classe 4.

Nel caso in cui si abbiano elementi con sezioni di classe 4 si fa riferimento alle caratteristiche geometriche "efficaci", ovvero area efficace A_{eff} , modulo di resistenza efficace W_{eff} , modulo di inerzia efficace J_{eff} , valutati seguendo il procedimento indicato in UNI EN 1993-1-5.

Le verifiche che interessano le membrature metalliche possono così essere riassunte:

- Verifiche di resistenza (eseguite per tutti gli elementi strutturali)
 - Verifica a pressoflessione (N-M-V)
 - Verifica a taglio retto (V_y , V_z)
- Verifiche di stabilità (eseguite solo quando ritenute rilevanti per l'elemento strutturale)
 - Verifica a instabilità assiale e flessionale (N-M-Inst)
 - Verifica a instabilità assiale e flessotorsionale (N-M-LTInst)

Nelle tabelle, per ogni elemento strutturale e per ogni tipologia di verifica, vengono mostrati i risultati del calcolo condotto considerando le sollecitazioni derivanti dalle combinazioni di carico più gravose.

Verifiche di resistenza

Le verifiche di resistenza delle sezioni sono determinate secondo le indicazioni del cap. §4.2.4 N.T.C. 2018.

Le azioni caratteristiche devono essere definite in accordo con quanto indicato nei Capitoli 3 e 5 della NTC.

Il valore di progetto dell'effetto di un'azione non deve eccedere la corrispondente resistenza di progetto e, se diversi effetti agiscono simultaneamente, l'effetto combinato non deve eccedere la resistenza per tale combinazione.

I modelli resistenti esposti di seguito per le verifiche di resistenza delle sezioni delle membrature sono contenuti nel paragrafo della N.T.C. 2018.

Verifica a pressoflessione (N-M-V)

Utilizzando il *Criterio Classico* la verifica a pressoflessione semplice o deviata è condotta con l'equazione

indicata nella N.T.C. 2018, che varia in funzione della classe dell'elemento strutturale:

- per le sezioni di classe 1 e 2:

$$\left[\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right]^\alpha + \left[\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right]^\beta \leq 1$$

- per le sezioni di classe 3:

$$\frac{N_{Ed}}{A f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,Ed}}{W_{pl,y,min} f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z,min} f_y / \gamma_{M0}} \leq 1$$

- per le sezioni di classe 4:

$$\frac{N_{Ed}}{A_{eff} f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} e_{Ny}}{W_{eff,y,min} f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} e_{Nz}}{W_{eff,z,min} f_y / \gamma_{M0}} \leq 1$$

Nel caso in cui il taglio sollecitante V_{Ed} sia superiore a metà della resistenza di progetto a taglio $V_{c,Rd}$, nelle precedenti formulazioni si utilizza la tensione di snervamento ridotta f_y :

$$f_y = (1 - \rho) f_{yk}$$

dove:

$$\rho = \left[\frac{2V_{Ed}}{V_{c,Rd}} - 1 \right]^2$$

Verifica a taglio retto (V_y , V_z)

La verifica di resistenza a taglio retto delle sezioni è determinata secondo le indicazioni del capitolo di riferimento della N.T.C. 2018.

La verifica risulta soddisfatta se:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

dove V_{Ed} indica il valore di progetto dell'azione tagliante, mentre $V_{c,Rd}$ indica la resistenza di progetto a taglio valutata come:

$$V_{c,Rd} = \frac{A_v \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}$$

dove A_v è l'area resistente a taglio che viene calcolata in funzione della forma della sezione e del piano di applicazione del carico nella sezione seguendo le indicazioni riportate nella normativa.

Verifiche di stabilità

Oltre alle verifiche di resistenza si eseguono, quando rilevanti, anche le verifiche di resistenza all'instabilità delle membrature compresse, inflesse e presso-inflesse che sono determinate secondo le indicazioni del cap. §4.2.4 N.T.C. 2018, del cap. §C4.2.4.1.3 della Circolare 2019.

Per questo tipo di verifiche viene utilizzato il coefficiente parziale di sicurezza γ_{M1} .

I principali fenomeni di instabilità nei confronti dei quali potrebbe essere necessario effettuare le relative verifiche

di stabilità descritte nei seguenti paragrafi, sono:

- instabilità assiale e flessionale: sono soggetti a questo fenomeno le membrature soggette a pressoflessione retta o deviata;
- instabilità assiale e flessotorsionale: fenomeno simile al precedente, ma in questo caso si considerano anche gli effetti torsionali che influenzano la resistenza della sezione.

La procedura di verifica può riassumersi definendo la lunghezza libera di inflessione, funzione dei vincoli alle estremità della membratura, e di alcuni parametri riduttivi della resistenza, valutati in funzione della distribuzione dei momenti flettenti sollecitanti lungo la membratura, del metodo di calcolo adottato, del tipo di acciaio impiegato, della classe della sezione, ecc.

Si definisce lunghezza d'inflessione la lunghezza:

$$L_0 = \beta L$$

dove L è la lunghezza dell'asta quale risulta dallo schema strutturale, mentre β è il coefficiente che deve essere valutato in funzione delle effettive condizioni di vincolo dell'asta nel piano di inflessione considerato.

Si definisce snellezza di un'asta nel piano di verifica considerato il rapporto λ :

$$\lambda = L_0 / i$$

dove L_0 è la lunghezza libera d'inflessione, mentre i è il raggio giratore d'inerzia della sezione.

I coefficienti di riduzione, indicati genericamente con χ sono calcolati in funzione di appropriati valori della snellezza λ , e la loro formulazione consente di tener conto anche dei fattori di imperfezione a che dipendono dalle curve di instabilità utilizzate, funzione a loro volta del tipo di acciaio e della classe della sezione.

Per la procedura di calcolo di questi parametri si rimanda ai relativi paragrafi della normativa di riferimento.

Verifica a instabilità assiale e flessionale (N-M-Inst)

La verifica di instabilità assiale e flessionale di un'asta è effettuata secondo le indicazioni del capitolo di riferimento della N.T.C. 2018, della Circolare 2019.

Ai fini di tale indagine le Normative vigenti propongono di utilizzare due metodi di calcolo denominati come metodo A (o metodo 1) e metodo B (o metodo 2) come indicato nel seguito.

Metodo B

Utilizzando il metodo B, per le sezioni di classe 1, 2, e 3, la verifica risulta soddisfatta se:

$$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{W_y \cdot f_{yk}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{W_z \cdot f_{yk}} \leq 1$$
$$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yk}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{W_y \cdot f_{yk}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{W_z \cdot f_{yk}} \leq 1$$

dove:

N_{Ed} , $M_{y,Ed}$ ed $M_{z,Ed}$ sono, rispettivamente, lo sforzo assiale ed i massimi momenti flettenti agenti sull'elemento nei piani di normale y e z ;

A è l'area della sezione;

W_y e W_z sono i moduli di resistenza plastici per le sezioni di classe 1 e 2 ed elastici per le sezioni di classe 3;

k_{yy} , k_{yz} , k_{zy} e k_{zz} sono i coefficienti di interazione (valutati con le formule relative al metodo di calcolo in esame).

Per le sezioni di classe 4, la verifica risulta soddisfatta se:

$$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\gamma_y \cdot A_{eff} \cdot f_{yk}} + k_{yy} \cdot \frac{(M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}) \cdot \gamma_{M1}}{W_{eff,y} \cdot f_{yk}} + k_{yz} \cdot \frac{(M_{z,Ed} + \Delta M_{y,Ed}) \cdot \gamma_{M1}}{W_{eff,z} \cdot f_{yk}} \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\gamma_z \cdot A_{eff} \cdot f_{yk}} + k_{zy} \cdot \frac{(M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}) \cdot \gamma_{M1}}{W_{eff,y} \cdot f_{yk}} + k_{zz} \cdot \frac{(M_{z,Ed} + \Delta M_{y,Ed}) \cdot \gamma_{M1}}{W_{eff,z} \cdot f_{yk}} \leq 1$$

dove:

A_{eff} è l'area efficace della sezione;

$W_{eff,y}$ e $W_{eff,z}$ sono i moduli di resistenza efficaci

$\Delta M_{y,Ed}$ e $\Delta M_{z,Ed}$ sono i momenti flettenti addizionali che nascono in seguito alla determinazione della sezione efficace. Essi sono valutati come:

$$\Delta M_{y,Ed} = e_{N,z} \cdot N_{Ed}$$

$$\Delta M_{z,Ed} = e_{N,y} \cdot N_{Ed}$$

dove $e_{N,y}$ ed $e_{N,z}$ sono le distanze tra il baricentro della sezione reale e il baricentro della sezione efficace proiettate lungo gli assi di riferimento della sezione.

I coefficienti di interazione k_{yy} , k_{yz} , k_{zy} e k_{zz} sono dati nella Tabella C4.2.IV, per le membrature a sezione chiusa e per quelle a sezione aperta vincolate a torsione, e nella Tabella C4.2.V per le membrature a sezione aperta non vincolate a torsione.

Verifica a instabilità assiale e flessotorsionale (N-M-LTInst)

La verifica di instabilità assiale e flessotorsionale di un'asta è effettuata secondo le indicazioni del capitolo di riferimento della N.T.C. 2018, della Circolare 2019.

Ai fini di tale indagine le Normative vigenti propongono di utilizzare due metodi di calcolo denominati come metodo A (o metodo 1) e metodo B (o metodo 2) come indicato nel seguito.

Per la valutazione del momento critico si è utilizzata la formulazione proposta dalla circolare NTC 2018 per le sezioni a I doppiamente simmetriche:

$$M_{cr} = \psi \cdot \frac{\pi}{L_{cr}} \cdot \sqrt{EJ_y \cdot GJ_T} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{\pi}{L_{cr}} \right)^2 \cdot \frac{EJ_{\omega}}{GJ_T}}$$

dove:

$$\psi = 1.75 - 1.05 \cdot \frac{M_B}{M_A} + 0.3 \cdot \left(\frac{M_B}{M_A} \right)^2$$

altrimenti per le altre sezioni si è usata questa formula:

$$M_{cr} = C_1 \frac{\pi^2 E I_z}{(kL)^2} \left\{ \sqrt{\left(\frac{k}{k_w} \right)^2 \frac{I_w}{I_z} + \frac{(kL)^2 G I_t}{\pi^2 E I_z} + (C_2 z_g)^2} - C_2 z_g \right\}$$

Metodo B

Utilizzando il metodo B, per le sezioni di classe 1, 2, e 3, la verifica risulta soddisfatta se:

$$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yk}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{W_z \cdot f_{yk}} \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yk}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yk}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{W_z \cdot f_{yk}} \leq 1$$

dove:

N_{Ed} , $M_{y,Ed}$ ed $M_{z,Ed}$ sono, rispettivamente, lo sforzo assiale ed i massimi momenti flettenti agenti sull'elemento nei piani di normale y e z;

A è l'area della sezione;

W_y e W_z sono i moduli di resistenza plastici per le sezioni di classe 1 e 2 ed elastici per le sezioni di classe 3;

χ_{LT} è il fattore di riduzione per l'instabilità flessione-torsionale, definito nel paragrafo di riferimento della normativa.

k_{yy} , k_{yz} , k_{zy} e k_{zz} sono i coefficienti di interazione (valutati con le formule relative al metodo di calcolo in esame).

Per le sezioni di classe 4, la verifica risulta soddisfatta se:

$$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A_{eff} \cdot f_{yk}} + k_{yy} \cdot \frac{(M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}) \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot W_{eff,y} \cdot f_{yk}} + k_{yz} \cdot \frac{(M_{z,Ed} + \Delta M_{y,Ed}) \cdot \gamma_{M1}}{W_{eff,z} \cdot f_{yk}} \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_z \cdot A_{eff} \cdot f_{yk}} + k_{zy} \cdot \frac{(M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}) \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot W_{eff,y} \cdot f_{yk}} + k_{zz} \cdot \frac{(M_{z,Ed} + \Delta M_{y,Ed}) \cdot \gamma_{M1}}{W_{eff,z} \cdot f_{yk}} \leq 1$$

dove:

A_{eff} è l'area efficace della sezione;

$W_{eff,y}$ e $W_{eff,z}$ sono i moduli di resistenza efficaci

$\Delta M_{y,Ed}$ e $\Delta M_{z,Ed}$ sono i momenti flettenti addizionali che nascono in seguito alla determinazione della sezione efficace. Essi sono valutati come:

$$\Delta M_{y,Ed} = e_{N,z} \cdot N_{Ed}$$

$$\Delta M_{z,Ed} = e_{N,y} \cdot N_{Ed}$$

dove $e_{N,y}$ ed $e_{N,z}$ sono le distanze tra il baricentro della sezione reale e il baricentro della sezione efficace proiettate lungo gli assi di riferimento della sezione.

I coefficienti di interazione k_{yy} , k_{yz} , k_{zy} e k_{zz} sono dati nella Tabella C4.2.IV, per le membrature a sezione chiusa e per quelle a sezione aperta vincolate a torsione, e nella Tabella C4.2.V per le membrature a sezione aperta non vincolate a torsione.

TRAVATA: Trave acciaio edificio cls

Dati generali

Criterio di verifica MN	Classico
Tipo verifica di stabilità	Instabilità flessotorsionale
Metodo di calcolo verifiche di stabilità	B

Campate

Campata	Nome	Luce [cm]	Acciaio	Profilo
1	Campata 1	390	S 235	HE A 200

Sollecitazioni

Campata: Campata 1

ID Comb	Tipo Combinazione	Sezione [cm]	Nsd [daN]	MsdY [daNcm]	MsdZ [daNcm]	VsdY [daN]	VsdZ [daN]
55	SLU Statica	0	-	0	-	-	1 531
55	SLU Statica	15	-	20 672	-	-	1 413
55	SLU Statica	39	-	53 747	-	-	1 225
55	SLU Statica	78	-	95 550	-	-	919
55	SLU Statica	117	-	125 409	-	-	613
55	SLU Statica	156	-	143 325	-	-	306
55	SLU Statica	195	-	149 297	-	-	0
55	SLU Statica	234	-	143 325	-	-	-306
55	SLU Statica	273	-	125 409	-	-	-613
55	SLU Statica	312	-	95 550	-	-	-919
55	SLU Statica	351	-	53 747	-	-	-1 225
55	SLU Statica	375	-	20 672	-	-	-1 413
55	SLU Statica	390	-	0	-	-	-1 531
56	SLU Statica	0	-	0	-	-	1 991
56	SLU Statica	15	-	26 873	-	-	1 838
56	SLU Statica	39	-	69 871	-	-	1 593
56	SLU Statica	78	-	124 215	-	-	1 194
56	SLU Statica	117	-	163 032	-	-	796
56	SLU Statica	156	-	186 323	-	-	398
56	SLU Statica	195	-	194 086	-	-	0
56	SLU Statica	234	-	186 323	-	-	-398
56	SLU Statica	273	-	163 032	-	-	-796
56	SLU Statica	312	-	124 215	-	-	-1 194
56	SLU Statica	351	-	69 871	-	-	-1 593
56	SLU Statica	375	-	26 873	-	-	-1 838
56	SLU Statica	390	-	0	-	-	-1 991
58	SLE Rara	0	-	0	-	-	1 531
58	SLE Rara	15	-	20 672	-	-	1 413

58	SLE Rara	39	-	53 747	-	-	1 225
58	SLE Rara	78	-	95 550	-	-	919
58	SLE Rara	117	-	125 409	-	-	613
58	SLE Rara	156	-	143 325	-	-	306
58	SLE Rara	195	-	149 297	-	-	0
58	SLE Rara	234	-	143 325	-	-	-306
58	SLE Rara	273	-	125 409	-	-	-613
58	SLE Rara	312	-	95 550	-	-	-919
58	SLE Rara	351	-	53 747	-	-	-1 225
58	SLE Rara	375	-	20 672	-	-	-1 413
58	SLE Rara	390	-	0	-	-	-1 531
59	SLE Frequente	0	-	0	-	-	1 531
59	SLE Frequente	15	-	20 672	-	-	1 413
59	SLE Frequente	39	-	53 747	-	-	1 225
59	SLE Frequente	78	-	95 550	-	-	919
59	SLE Frequente	117	-	125 409	-	-	613
59	SLE Frequente	156	-	143 325	-	-	306
59	SLE Frequente	195	-	149 297	-	-	0
59	SLE Frequente	234	-	143 325	-	-	-306
59	SLE Frequente	273	-	125 409	-	-	-613
59	SLE Frequente	312	-	95 550	-	-	-919
59	SLE Frequente	351	-	53 747	-	-	-1 225
59	SLE Frequente	375	-	20 672	-	-	-1 413
59	SLE Frequente	390	-	0	-	-	-1 531

Risultati

Campata: Campata 1

Verifiche

ID Comb	Sezione [cm]	N-M-V [-]	Vy [-]	Vz [-]	N-M-Inst [-]	N-M-LTInst [-]
1	195	0,048	0,000	0,000	0,219	0,219
1	0	0,000	0,000	0,093	0,000	0,000
1	195	0,048	0,000	0,000	0,219	0,219
1	195	0,048	0,000	0,000	0,219	0,219

Resistenze

ID Comb	Sezione [cm]	Classe	Nrd [daN]	Vyrd [daN]	Vzrd [daN]	Myrd [daNcm]	Mzrd [daNcm]
56	195	1	110 226	47 288	21 376	884 558	418 468
56	0	1	110 226	47 288	21 376	884 558	418 468
56	195	1	73 117	47 288	21 376	884 558	418 468
56	195	1	73 117	47 288	21 376	884 558	418 468

Verifica di travi rettangolari in legno

Oggetto: Travetti corpo A

Caratteristiche dei materiali

Classe di Resistenza	GL28h	Legno lamellare
Classe di Servizio	1	
γ_M	1,45	
γ_{G2}	1,5	

Caratteristiche geometriche

L	250	cm	i	66	cm	θ	0	°
B	10	cm	H	16	cm	L_{eff}/L	0,9	
W	427	cm ³	J	3413	cm ⁴			
			H/B	1,60				

(L luce della trave; i larghezza area di influenza; H altezza della sezione; B larghezza della sezione)

Analisi dei carichi

Peso proprio =	410 kg/mc	$G_1 =$	6,6 kg/ml
Permanente	316 kg/mq	$G_2 =$	208,6 kg/ml
Variabile	150 kg/mq	$Q_1 =$	99,0 kg/ml
Tot =	466 kg/mq	Tot =	314,1 kg/ml

Verifica a flessione SLU ($M_{max} = q l^2/\alpha$)

α	10							
	M_{Ed} (kg m)	Durata	k_{mod}	$f_{m,d}$	$\sigma_{my,d}$	$\sigma_{my,d}/f_{m,d}$	$\sigma_{m,d}/f_{m,d}$	
SLU solo perm.	200,855	Permanente	0,60	11,59	4,71	0,41	0,41	
SLU con variab.	293,6675	Media	0,80	15,45	6,88	0,45	0,45	

Verifica a taglio SLU ($T_{max} = q l/\beta$)

β	2							
	V_{Ed} (kg)	Durata	k_{mod}	τ_d	$f_{v,d}$	$\tau_d/f_{v,d}$		
SLU solo perm.	401,71	Permanente	0,60	0,38	1,32	0,28		
SLU con variab.	587,335	Media	0,80	0,55	1,77	0,31		

Verifica deformazione SLE ($u = \chi q l^4/EJ$)

χ	0,0130	u_0 (w_c EC5)	0	(cm) - controfreccia		
	Tipo	$\Psi_{2,i}$	k_{def}	E (GPa)	u (cm)	L/u
$u_{G,in}$ ($u_{inst,G}$ EC5)	perm. istant.	1	0,00	12,60	0,25	983
$u_{Q,in}$ ($u_{inst,Q}$ EC5)	var. istant	1	0,00	12,60	0,12	2135
u_{in} (w_{inst} EC5)	tot. istant			$u_{G,in} + u_{Q,in} =$	0,37	673
$u_{G,fin}$ ($u_{fin,G}$ EC5)	perm. finale	1	0,60	7,88	0,41	614
$u_{Q,fin}$ ($u_{fin,Q}$ EC5)	var. finale	0,3	0,60	10,68	0,14	1810
u_{fin} (w_{fin} EC5)	tot. finale			$u_{G,fin} + u_{Q,fin} =$	0,55	459
w_{creep} (EC5)				$u_{fin} - u_{in} =$	0,17	1439
$u_{net,fin}$ ($w_{net,fin}$ EC5) tot. finale netta				$u_{fin} - u_0 =$	0,55	459

Classe di durata

Permanente	più di 10 anni
Lunga	6 mesi - 10 anni
Media	1 settimana - 6 mesi
Breve	meno di 1 settimana
Istantanea	—

Durata**Tipi di carico**

Peso proprio
Carichi di esercizio nei locali adibiti a deposito
Carichi di esercizio in generale
Neve
Vento e carichi eccezionali

Verifica di travi rettangolari in legno

Oggetto: Trave corpo A

Caratteristiche dei materiali

Classe di Resistenza	GL36h	Legno lamellare
Classe di Servizio	1	
γ_M	1,45	
γ_{G2}	1,5	

Caratteristiche geometriche

L	535	cm	i	332	cm	θ	0	°
B	24	cm	H	30	cm	L_{eff}/L	0,9	
W	3600	cm ³	J	54000	cm ⁴			
			H/B	1,25				

(L luce della trave; i larghezza area di influenza; H altezza della sezione; B larghezza della sezione)

Analisi dei carichi

Peso proprio =	450 kg/mc	$G_1 =$	32,4 kg/ml
Permanente	316 kg/mq	$G_2 =$	1049,1 kg/ml
Variabile	150 kg/mq	$Q_1 =$	498,0 kg/ml
Tot =	466 kg/mq	Tot =	1579,5 kg/ml

Verifica a flessione SLU ($M_{max} = q l^2/\alpha$)

α	10							
	M_{Ed} (kg m)	Durata	k_{mod}	$f_{m,d}$	$\sigma_{my,d}$	$\sigma_{my,d}/f_{m,d}$	$\sigma_{m,d}/f_{m,d}$	
SLU solo perm.	4624,82355	Permanente	0,60	14,90	12,85	0,86	0,86	
SLU con variab.	6762,9243	Media	0,80	19,86	18,79	0,95	0,95	

Verifica a taglio SLU ($T_{max} = q l/\beta$)

β	2							
	V_{Ed} (kg)	Durata	k_{mod}	τ_d	$f_{v,d}$	$\tau_d/f_{v,d}$		
SLU solo perm.	4322,265	Permanente	0,60	0,90	1,78	0,51		
SLU con variab.	6320,49	Media	0,80	1,32	2,37	0,56		

Verifica deformazione SLE ($u = \chi q l^4/EJ$)

χ	0,0130	u_0 (w_c EC5)	0	(cm) - controfreccia			
	Tipo	$\Psi_{2,i}$	k_{def}	E (GPa)	u (cm)	L/u	
$u_{G,in}$ ($u_{inst,G}$ EC5)	perm. istant.	1	0,00	14,70	1,45	368	
$u_{Q,in}$ ($u_{inst,Q}$ EC5)	var. istant	1	0,00	14,70	0,67	799	
u_{in} (w_{inst} EC5)	tot. istant			$u_{G,in} + u_{Q,in} =$	2,12	252	
$u_{G,fin}$ ($u_{fin,G}$ EC5)	perm. finale	1	0,60	9,19	2,33	230	
$u_{Q,fin}$ ($u_{fin,Q}$ EC5)	var. finale	0,3	0,60	12,46	0,79	677	
u_{fin} (w_{fin} EC5)	tot. finale			$u_{G,fin} + u_{Q,fin} =$	3,12	172	
w_{creep} (EC5)				$u_{fin} - u_{in} =$	0,99	539	
$u_{net,fin}$ ($w_{net,fin}$ EC5) tot. finale netta				$u_{fin} - u_0 =$	3,12	172	< 250

Classe di durata

Permanente	più di 10 anni
Lunga	6 mesi - 10 anni
Media	1 settimana - 6 mesi
Breve	meno di 1 settimana
Istantanea	—

Durata**Tipi di carico**

Peso proprio
Carichi di esercizio nei locali adibiti a deposito
Carichi di esercizio in generale
Neve
Vento e carichi eccezionali

Verifica di travi rettangolari in legno

Oggetto: Travetti corpo B

Caratteristiche dei materiali

Classe di Resistenza	GL28h	Legno lamellare
Classe di Servizio	1	
γ_M	1,45	
γ_{G2}	1,5	

Caratteristiche geometriche

L	310	cm	i	66	cm	θ	0	°
B	10	cm	H	16	cm	L_{eff}/L	0,9	
W	427	cm ³	J	3413	cm ⁴			
			H/B	1,60				

(L luce della trave; i larghezza area di influenza; H altezza della sezione; B larghezza della sezione)

Analisi dei carichi

Peso proprio =	410 kg/mc	$G_1 =$	6,6 kg/ml
Permanente	316 kg/mq	$G_2 =$	208,6 kg/ml
Variabile	150 kg/mq	$Q_1 =$	99,0 kg/ml
Tot =	466 kg/mq	Tot =	314,1 kg/ml

Verifica a flessione SLU ($M_{max} = q l^2/\alpha$)

α	10							
	M_{Ed} (kg m)	Durata	k_{mod}	$f_{m,d}$	$\sigma_{my,d}$	$\sigma_{my,d}/f_{m,d}$	$\sigma_{m,d}/f_{m,d}$	
SLU solo perm.	308,834648	Permanente	0,60	11,59	7,24	0,62	0,62	
SLU con variab.	451,543148	Media	0,80	15,45	10,58	0,69	0,69	

Verifica a taglio SLU ($T_{max} = q l/\beta$)

β	2							
	V_{Ed} (kg)	Durata	k_{mod}	τ_d	$f_{v,d}$	$\tau_d/f_{v,d}$		
SLU solo perm.	498,1204	Permanente	0,60	0,47	1,32	0,35		
SLU con variab.	728,2954	Media	0,80	0,68	1,77	0,39		

Verifica deformazione SLE ($u = \chi q l^4/EJ$)

χ	0,0130	u_0 (w_c EC5)	0	(cm) - controfreccia			
	Tipo	$\Psi_{2,i}$	k_{def}	E (GPa)	u (cm)	L/u	
$u_{G,in}$ ($u_{inst,G}$ EC5)	perm. istant.	1	0,00	12,60	0,60	515	
$u_{Q,in}$ ($u_{inst,Q}$ EC5)	var. istant	1	0,00	12,60	0,28	1120	
u_{in} (w_{inst} EC5)	tot. istant			$u_{G,in} + u_{Q,in} =$	0,88	353	
$u_{G,fin}$ ($u_{fin,G}$ EC5)	perm. finale	1	0,60	7,88	0,96	322	
$u_{Q,fin}$ ($u_{fin,Q}$ EC5)	var. finale	0,3	0,60	10,68	0,33	949	
u_{fin} (w_{fin} EC5)	tot. finale			$u_{G,fin} + u_{Q,fin} =$	1,29	240	
w_{creep} (EC5)				$u_{fin} - u_{in} =$	0,41	755	
$u_{net,fin}$ ($w_{net,fin}$ EC5) tot. finale netta				$u_{fin} - u_0 =$	1,29	240	< 250

Classe di durata

Permanente	più di 10 anni
Lunga	6 mesi - 10 anni
Media	1 settimana - 6 mesi
Breve	meno di 1 settimana
Istantanea	—

Durata**Tipi di carico**

Peso proprio
Carichi di esercizio nei locali adibiti a deposito
Carichi di esercizio in generale
Neve
Vento e carichi eccezionali

Verifica di travi rettangolari in legno

Oggetto: Trave corpo B

Caratteristiche dei materiali

Classe di Resistenza	GL36h	Legno lamellare
Classe di Servizio	1	
γ_M	1,45	
γ_{G2}	1,5	

Caratteristiche geometriche

L	539	cm	i	427	cm	θ	0	°
B	20	cm	H	40	cm	L_{eff}/L	0,9	
W	5333	cm ³	J	106667	cm ⁴			
			H/B	2,00				

(L luce della trave; i larghezza area di influenza; H altezza della sezione; B larghezza della sezione)

Analisi dei carichi

Peso proprio =	450 kg/mc	$G_1 =$	36,0 kg/ml
Permanente	316 kg/mq	$G_2 =$	1349,3 kg/ml
Variabile	150 kg/mq	$Q_1 =$	640,5 kg/ml
Tot =	466 kg/mq	Tot =	2025,8 kg/ml

Verifica a flessione SLU ($M_{max} = q l^2/\alpha$)

α	10							
	M_{Ed} (kg m)	Durata	k_{mod}	$f_{m,d}$	$\sigma_{my,d}$	$\sigma_{my,d}/f_{m,d}$	$\sigma_{m,d}/f_{m,d}$	
SLU solo perm.	6016,050764	Permanente	0,60	14,90	11,28	0,76	0,76	
SLU con variab.	8807,231271	Media	0,80	19,86	16,51	0,83	0,83	

Verifica a taglio SLU ($T_{max} = q l/\beta$)

β	2							
	V_{Ed} (kg)	Durata	k_{mod}	τ_d	$f_{v,d}$	$\tau_d/f_{v,d}$		
SLU solo perm.	5580,7521	Permanente	0,60	1,05	1,78	0,59		
SLU con variab.	8169,97335	Media	0,80	1,53	2,37	0,65		

Verifica deformazione SLE ($u = \chi q l^4/EJ$)

χ	0,0130	u_0 (w_c EC5)	0	(cm) - controfreccia		
	Tipo	$\Psi_{2,i}$	k_{def}	E (GPa)	u (cm)	L/u
$u_{G,in}$ ($u_{inst,G}$ EC5)	perm. istant.	1	0,00	14,70	0,97	555
$u_{Q,in}$ ($u_{inst,Q}$ EC5)	var. istant	1	0,00	14,70	0,45	1201
u_{in} (w_{inst} EC5)	tot. istant			$u_{G,in} + u_{Q,in} =$	1,42	380
$u_{G,fin}$ ($u_{fin,G}$ EC5)	perm. finale	1	0,60	9,19	1,55	347
$u_{Q,fin}$ ($u_{fin,Q}$ EC5)	var. finale	0,3	0,60	12,46	0,53	1018
u_{fin} (w_{fin} EC5)	tot. finale			$u_{G,fin} + u_{Q,fin} =$	2,08	259
w_{creep} (EC5)				$u_{fin} - u_{in} =$	0,66	813
$u_{net,fin}$ ($w_{net,fin}$ EC5) tot. finale netta				$u_{fin} - u_0 =$	2,08	259

Classe di durata

Permanente	più di 10 anni
Lunga	6 mesi - 10 anni
Media	1 settimana - 6 mesi
Breve	meno di 1 settimana
Istantanea	—

Durata**Tipi di carico**

Peso proprio
Carichi di esercizio nei locali adibiti a deposito
Carichi di esercizio in generale
Neve
Vento e carichi eccezionali

STATO DI FATTO EDIFICIO IN CALCESTRUZZO

Introduzione

Analisi pushover

Descrizione della struttura

La presente relazione ha per oggetto l'analisi delle strutture, le considerazioni di merito, i calcoli svolti per l'edificio sito in Gragnano Trebbiense (PC), via Carella, 2

Tipo di analisi svolta

Al fine di eseguire le dovute verifiche nei riguardi dell'edificio in questione, si è deciso di procedere con l'esecuzione di una analisi statica non lineare.

Le verifiche richieste si concretizzano nel confronto tra la curva di capacità per le diverse condizioni previste e la domanda di spostamento prevista dalla normativa.

La curva di capacità è individuata mediante un diagramma spostamento-taglio massimo alla base.

Metodo di analisi

La modellazione dell'edificio viene realizzata mediante l'inserimento di pareti che vengono discretizzate in macroelementi, rappresentativi di maschi murari e fasce di piano deformabili; i nodi rigidi sono indicati nelle porzioni di muratura che tipicamente sono meno soggette al danneggiamento sismico. Solitamente i maschi e le fasce sono contigui alle aperture, i nodi rigidi rappresentano elementi di collegamento tra maschi e fasce. La concezione matematica che si nasconde nell'impiego di tale elemento, permette di riconoscere il meccanismo di danno, a taglio nella sua parte centrale o a pressoflessione sui bordi dell'elemento in modo da percepire la dinamica del danneggiamento così come si presenta effettivamente nella realtà.

I nodi del modello, sono nodi tridimensionali a 5 gradi di libertà (le tre componenti di spostamento nel sistema di riferimento globale e le rotazioni intorno agli assi X e Y) o nodi bidimensionali a 3 gradi di libertà (due traslazioni e la rotazione nel piano della parete). Quelli tridimensionali vengono usati per permettere il trasferimento delle azioni, da un primo muro a un secondo disposto trasversalmente rispetto al primo. I nodi di tipo bidimensionale hanno gradi di libertà nel solo piano della parete permettendo il trasferimento degli stati di sollecitazione tra i vari punti della parete.

Gli orizzontamenti, sono modellati con elementi solaio a tre nodi connessi ai nodi tridimensionali, sono caricabili perpendicolarmente al loro piano dai carichi accidentali e permanenti; le azioni sismiche caricano il solaio lungo la direzione del piano medio. Per questo l'elemento finito solaio viene definito con una rigidità assiale, ma nessuna rigidità flessionale, in quanto il comportamento meccanico principale che si intende sondare è quello sotto carico orizzontale dovuto al sisma.

Combinazioni di carico adottate

Secondo le prescrizioni da normativa, le condizioni di carico da esaminare devono considerare almeno due distribuzioni di forze d'inerzia, ricadenti l'una nelle distribuzioni principali (Gruppo 1) e l'altra nelle distribuzioni secondarie (Gruppo 2) appresso illustrate.

- distribuzione proporzionale alle Forze statiche (Gruppo 1)
- distribuzione uniforme di forze, da intendersi come derivata da una distribuzione uniforme di accelerazioni lungo l'altezza della costruzione (Gruppo 2);

L'analisi, eseguita in controllo di spostamento, procede al calcolo della distribuzione di forze che genera il valore dello spostamento richiesto. L'analisi viene fatta continuare fino a che non si verifica il decadimento del taglio al 80% dal suo valore di picco. Si calcola così il valore dello spostamento massimo alla base dell'edificio generato da quella distribuzione di forze. Questo valore di spostamento costituisce il valore ultimo dell'edificio.

Lo spostamento preso in esame per il tracciamento della curva di capacità è quello di un punto dell'edificio detto nodo di controllo.

La normativa richiede il tracciamento di una curva di capacità bi-lineare di un sistema equivalente (SDOF). Il tracciamento di tale curva deve avvenire con una retta che, passando per l'origine interseca la curva del sistema reale in corrispondenza del 70% del valore di picco; la seconda retta risulterà parallela all'asse degli spostamenti tale da generare l'equivalenza delle aree tra i diagrammi del sistema reale e quello equivalente.

La determinazione della curva relativa al sistema equivalente, permette di determinare il periodo con cui ricavare lo spostamento massimo richiesto dal sisma, secondo gli spettri riportati sulla normativa.

La normativa definisce una eccentricità accidentale del centro delle masse pari al 5% della massima dimensione dell'edificio in direzione perpendicolare al sisma.

In base alla tipologia dell'edificio e alle scelte progettuali che si ritengono più idonee, si può decidere la condizione di carico sismico da prendere in esame.

- Carico sismico: Individua quale delle due tipologie di distribuzioni (proporzionale alle masse o al primo modo) prendere in esame.
- Direzione: Individua la direzione lungo cui viene caricata la struttura (X o Y del sistema globale) dal carico sismico.

Al fine di individuare la condizione di carico sismico più gravosa, si è deciso di eseguire le analisi distinte per tipologia di carico, direzione del sisma e di eventuali eccentricità accidentali.

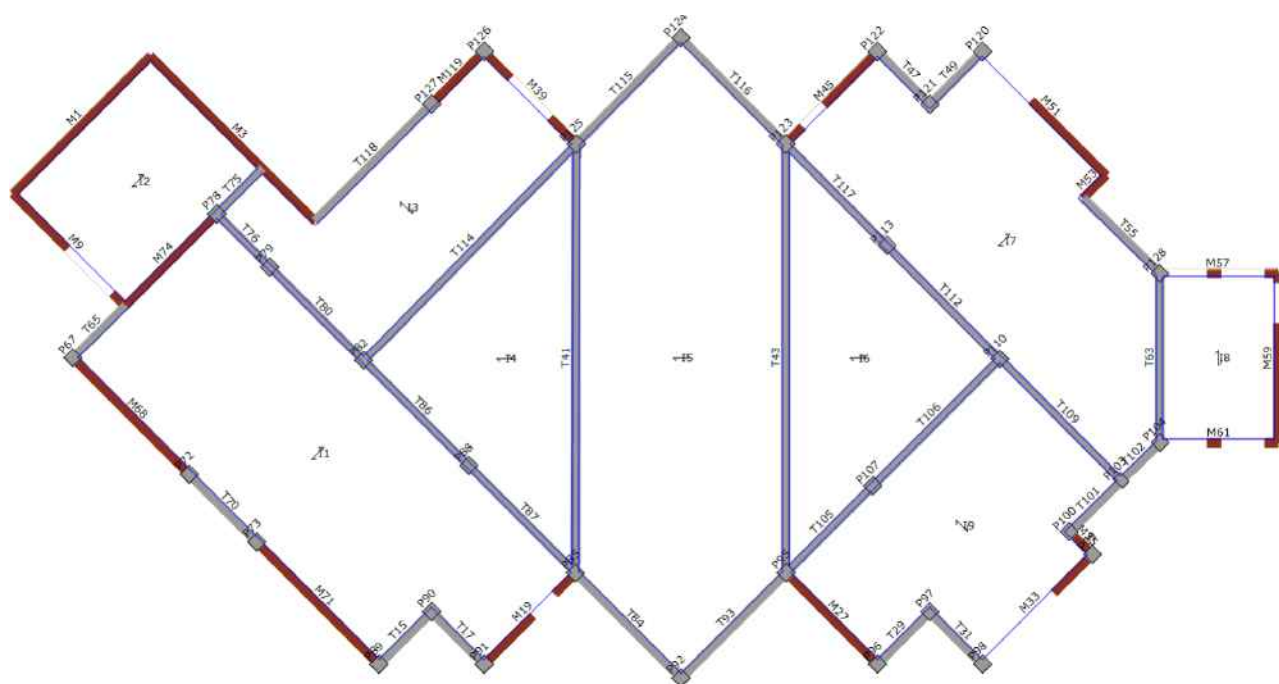
Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Di seguito si indicano l'origine e le caratteristiche dei codici di calcolo utilizzati riportando titolo, produttore e distributore, versione, estremi della licenza d'uso:

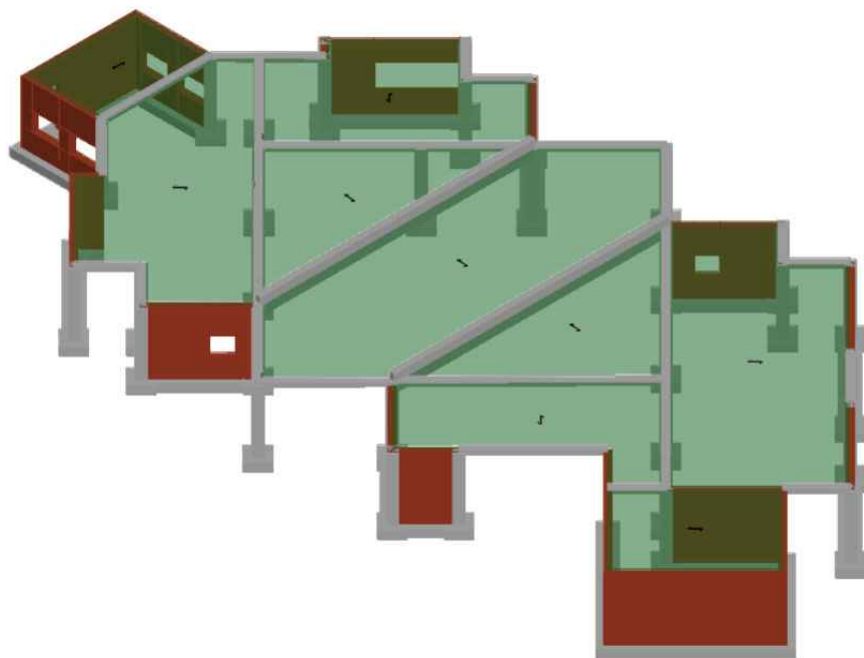
Sigla:	3MURI
Produzione e distribuzione:	S.T.A. DATA srl Corso Raffaello, 12 - 10126 TORINO (TO) tel. 0116699345 fax 0116699375 internet: http://www.stadata.com e.mail: info@stadata.com
Autori:	Prodotto: S.T.A. DATA srl Motore di calcolo: Responsabile Prof. Ing. Sergio LAGOMARSINO Prof. Ing. Serena CATTARI Prof. Ing. Andrea PENNA Ing. Alessandro GALASCO
Versione:	13.5.0.0
Numero Licenza:	(13353) STUDIO ASSOCIATO PANCINI CLAUDIO-MASSIMO

Presentazione dei risultati

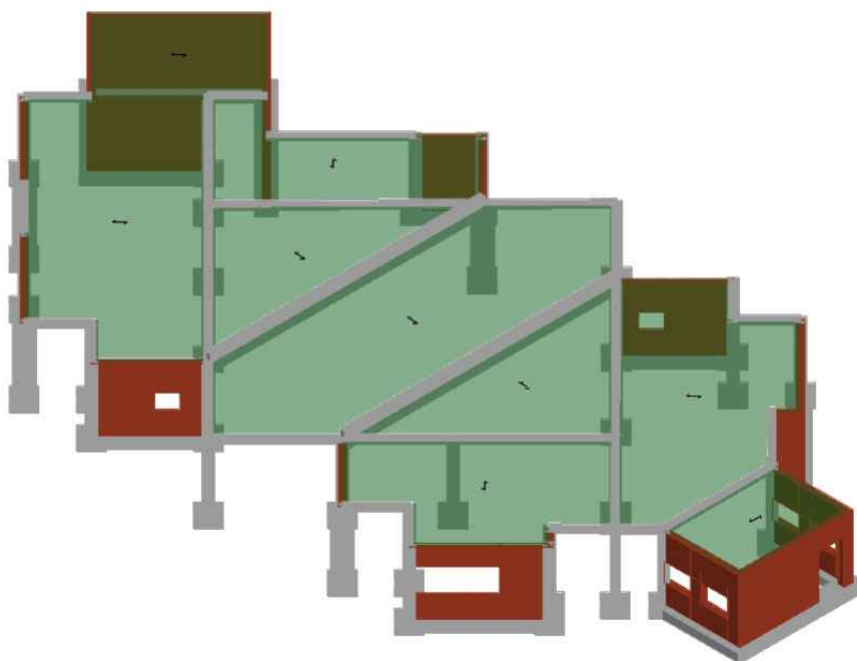
Immagini del modello



Vista pianta livello 1



Vista 3D (1)



Vista 3D (2)

Inquadramento normativo

Sono stati recepiti, per le analisi di cui in seguito, i principi e le regole riportate nelle normative seguenti:

- Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018 - "Norme tecniche per le Costruzioni"
- Circolare applicativa n°7 del 21 gennaio 2019

Parametri di progetto

Per la definizione dell'azione sismica si fa riferimento a:

- Categoria di sottosuolo: B
- Categoria topografica: T1
- Longitudine: 9.57
- Latitudine: 45.0139

- Vita nominale: Opere ordinarie VN $\geq$ 50 anni
- Classe d'uso III - Edifici con grandi affollamenti, infrastrutture importanti

Gli spettri di risposta, sono definiti in funzione del reticolo di riferimento definito nella "Tabella 1" (parametri spettrali) in allegato alle Norme Tecniche.

Tale tabella fornisce, in funzione delle coordinate geografiche (latitudine, longitudine), i parametri necessari a tracciare lo spettro. I parametri forniti dal reticolo di riferimento sono:

a_g : accelerazione orizzontale massima del terreno;

F_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

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

La trilogia di valori qui descritta, è definita per un periodo di ritorno assegnato (TR), definito in base alla probabilità di superamento di ciascuno degli stati limite.

Tali valori, saranno pertanto definiti per ciascuno degli stati limite esaminati (vedere tabella).

Lo spettro sismico dipende anche dalla "Classe del suolo" e dalla "categoria topografica" (vedere tabella).

	A_g [m/s ²]	F_0	T_c^* [s]	Tr	Ss	Tb [s]	Tc [s]	Td [s]
SLC	1,42	2,47	0,29	1462,00	1,20	0,14	0,41	2,18
SLV	1,10	2,48	0,29	712,00	1,20	0,14	0,41	2,05
SLD	0,46	2,52	0,25	75,00	1,20	0,12	0,36	1,79
SLO	0,37	2,56	0,22	45,00	1,20	0,11	0,33	1,75

Descrizione dei materiali e del loro comportamento

Comportamento meccanico della muratura

Le proprietà meccaniche del materiale muratura sono definite in modo da individuarne al meglio il comportamento in campo non lineare.

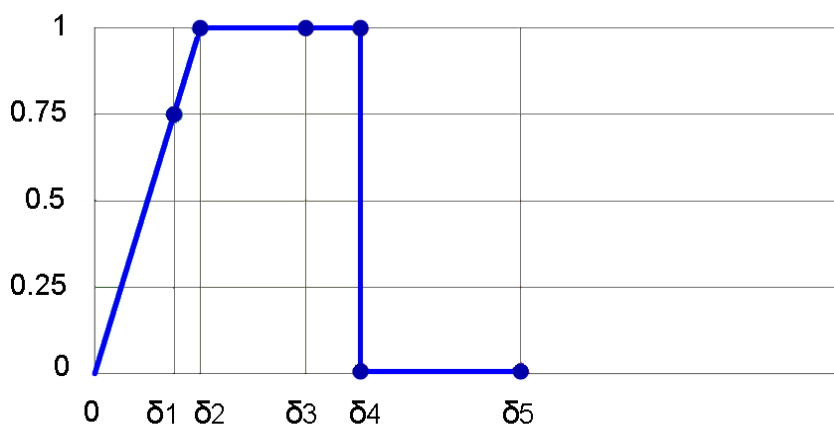
Le caratteristiche principali sono:

- Rigidezza iniziale secondo le caratteristiche elastiche (fessurate) del materiale;
- Redistribuzione delle sollecitazioni interne all'elemento tali da garantire l'equilibrio;
- Settaggio dello stato di danno secondo i parametri globali e locali;
- Degradazione della rigidezza nel ramo plastico;
- Controllo di duttilità mediante la definizione di drift massimo (δ_u) differenziato secondo quanto previsto nelle normative vigenti a seconda del meccanismo di danneggiamento agente sul pannello
- Eliminazione dell'elemento, al raggiungimento delle condizioni limite senza interruzione dell'analisi.

Il comportamento non lineare si attiva quando un valore di forza raggiunge il suo massimo valore definito come il minimo fra i criteri di resistenza pressoflessione e taglio.

Il comportamento dei maschi murari associati ai meccanismi di taglio e pressoflessione può essere descritto attraverso diversi tratti che rappresentano i progressivi livelli di danno.

Maschio con meccanismo a taglio

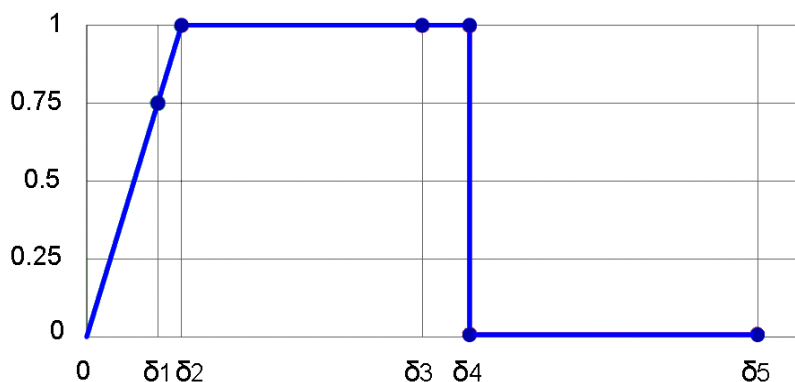


Il comportamento del maschio murario a taglio si può descrivere attraverso i seguenti tratti, rappresentativi dei progressivi livelli di danno relativi al diagramma precedente:

0 - δ_1	elasticità
δ_1 - δ_2	incipiente di plasticità
δ_2 - δ_3	plastico per taglio
δ_3 - δ_4	incipiente rottura per taglio

$\delta_4 - \delta_5$	rottura per taglio
$\delta_5 - \infty$	crisi grave

Maschio con meccanismo a pressoflessione



Il comportamento del maschio murario pressoflessione, invece, si può descrivere attraverso i seguenti tratti:

0 - δ_1	elasticità
$\delta_1 - \delta_2$	incipiente di plasticità
$\delta_2 - \delta_3$	plastico per pressoflessione
$\delta_3 - \delta_4$	incipiente rottura per pressoflessione
$\delta_4 - \delta_5$	rottura per pressoflessione
$\delta_5 - \infty$	crisi grave

Alcuni tra questi livelli di rottura sono necessari per descrivere con maggiore cura il progredire della crisi permettendo una più accurata previsione degli interventi e del livello di degrado della muratura:

- Incipiente plasticità: Quando un elemento si trova ancora in campo elastico ma è prossimo alla plasticità
- Incipiente rottura: Quando un elemento è in campo plastico ma è prossimo alla rottura
- Crisi grave: Quando in seguito alla rottura dell'elemento le deformazioni diventano talmente significative da poter generare un crollo locale.

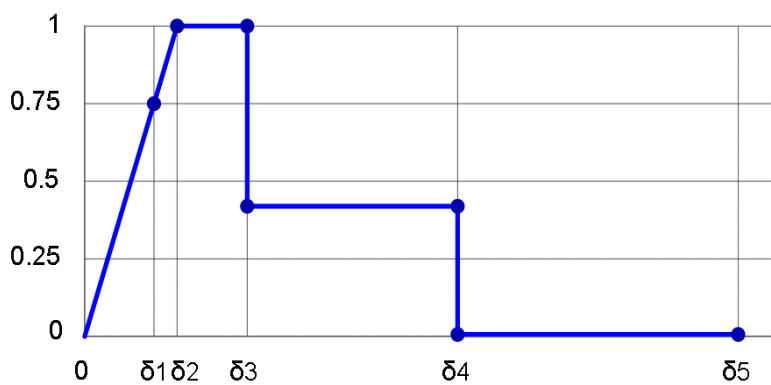
Il software mette a disposizione tre categorie di legame:

- Con degrado di resistenza a un valore residuo (Legame multilineare)
- Con resistenza pari al valore residuo (Legame bilineare)
- Priva di resistenza residua

Tra queste le categorie di legame utilizzate all'interno del progetto in esame sono:

- Con degrado di resistenza a un valore residuo (Legame multilineare)

Con degrado di resistenza a un valore residuo (Legame multilineare)



Questo tipo di legame è definito nella circolare al §C8.7.1.3.1 assumendo:

δ_1 : $0.75 \cdot \delta_2$

δ_2 : deformazione in corrispondenza del limite elastico definito dalla rigidezza e resistenza limite

δ_3 : 0.005

δ_4 : 0.015

δ_5 : $2 \cdot \delta_4$ Questa deformazione rappresenta lo stato di “crisi grave” non direttamente richiesta nella normativa ma utile come avviso per il progettista.

Nome	Tipo	Colore	Descrizione
Muratura	Muratura		
C16/20	Calcestruzzo		

C20/25	Calcestruzzo		
B450	Acciaio armatura		NTC08

Muratura

Nome	Condizione del materiale	Tipo legame	E [N/mm ²]	Eh [N/mm ²]	G [N/mm ²]	Peso specifico [kN/m ³]	fm [N/cm ²]
Muratura	Esistente	Muratura irregolare (Turnsek/Cacovic)	4.550,00	4.550,00	1.137,50	15	500,00

Condizione del materiale: Esistente

Tipo legame: Muratura irregolare (Turnsek/Cacovic)

Nome	fk [N/cm ²]	τ [N/cm ²]	FC	γm
Muratura	259,26	8,00	1,35	3,00

Calcestruzzo

Nome	E [N/mm ²]	G [N/mm ²]	Peso specifico [kN/m ³]	fcm [N/mm ²]	fck [N/mm ²]	γ c	α cc
C20/25	29.962,00	12.484,00	25	28,0	20,0	1,50	0,85

Acciaio armatura

Nome	E [N/mm ²]	G [N/mm ²]	Peso specifico [kN/m ³]	fym [N/mm ²]	fyk [N/mm ²]	γ s
B450	206.000,00	79.231,00	79	484,0	450,0	1,15

Combinazione delle azioni

Carico Sismico:

Le verifiche allo stato limite ultimo (SLV) e allo stato limite di esercizio (SLD; SLO); devono essere effettuate per la seguente combinazione [Norme Tecniche 2018 §2.5.3].

$$E + G_{k1} + G_{k2} + \sum_i \psi_{2i} Q_{ki}$$

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_{k1} + G_{k2} + \sum_i \psi_{2i} Q_{ki}$$

Carico Statico:

La verifica allo stato limite ultimo per carichi statici viene condotta con la seguente combinazione dei carichi.

$$\gamma_{G1} G_{k1} + \gamma_{G2} G_{k2} + \gamma_Q \psi_0 Q_k$$

dove:

E	azione sismica per lo stato limite in esame;
G_{k1}	peso proprio di tutti gli elementi strutturali;
G_{k2}	peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
Q_{ki}	valore caratteristico della azione variabile;
Ψ_2	coefficiente di combinazione;
Ψ_0	coefficiente di combinazione per i carichi variabili
$\gamma_{G1}; \gamma_{G2}; \gamma_Q$	coefficienti parziali di sicurezza

I valori dei vari coefficienti sono scelti in base alla destinazione d'uso dei vari solai secondo quanto indicato nella norma. [Norme Tecniche 2018 Tabella 2.5.1].

Note

CDM : Considera solo contributo dinamico della massa

N. Solaio	Gk1 [daN/m2]	Gk2 [daN/m2]	Qk [daN/m2]	Carico dominante	ψ_0	ψ_2
1	300	243	250	Si	1,00	0,00
2	300	243	250	Si	1,00	0,00
3	300	243	250	Si	1,00	0,00
4	300	243	250	Si	1,00	0,00
5	300	243	250	Si	1,00	0,00
6	300	243	250	Si	1,00	0,00
7	300	243	250	Si	1,00	0,00
8	300	243	250	Si	1,00	0,00
9	300	243	250	Si	1,00	0,00

Verifiche per gli stati limite considerati

Secondo le indicazioni da normativa si devono eseguire le seguenti verifiche:

Stato limite Collasso (SLC):

$$D_{max}^{SLC} \leq D_u^{SLC}$$

D_{max}^{SLC} : Spostamento massimo richiesto dalla normativa individuato dallo spettro elastico.

D_u^{SLC} : Spostamento massimo offerto dalla struttura corrispondente al minore tra:

- 1) il valore del taglio di base residuo pari all'80% di quello massimo

- 2) il valore corrispondente al raggiungimento della soglia limite della deformazione angolare a SLC in tutti i maschi murari verticali di qualunque livello in una qualunque parete ritenuta significativa ai fini della sicurezza.

$$q^* < 4,0$$

q^* : rapporto tra la forza di risposta elastica e la forza di snervamento del sistema equivalente

Stato limite Vita (SLV):

$$D_{max}^{SLV} \leq D_u^{SLV}$$

D_{max}^{SLV} : Spostamento massimo richiesto dalla normativa individuato dallo spettro elastico.

D_u^{SLV} : Spostamento massimo offerto dalla struttura individuato in corrispondenza di $0,75 \cdot D_u^{SLC}$.

$$q^* < 3,0$$

q^* : rapporto tra la forza di risposta elastica e la forza di snervamento del sistema equivalente

Stato limite di Danno (SLD):

$$D_{max}^{SLD} \leq D_u^{SLD}$$

D_{max}^{SLD} : Spostamento massimo richiesto dalla normativa, calcolato in base allo spettro sismico definito per lo stato limite di danno.

D_u^{SLD} : Spostamento minore tra:

- 1) quello corrispondente al limite elastico della bilineare equivalente definita a partire dallo spostamento ultimo a SLC
- 2) quello corrispondente al raggiungimento della resistenza massima a taglio in tutti i maschi murari verticali in un qualunque livello di una qualunque parte ritenuta significativa ai fini dell'uso della costruzione (e comunque non prima dello spostamento per il quale si raggiunge un taglio di base pari a 0,7500 del taglio di base massimo)

Stato limite di Operatività (SLO):

$$D_{max}^{SLO} \leq D_u^{SLO}$$

D_{max}^{SLO} : Spostamento massimo richiesto dalla normativa, calcolato in base allo spettro sismico definito per lo stato limite di operatività.

D_u^{SLO} : Spostamento pari a 0,6670 di quello allo SLD.

Vulnerabilità sismica

Per ciascuno stato limite eseguito viene calcolato l'indice di rischio α (α_{SLC} , α_{SLV} , α_{SLD} , α_{SLO}). Questi parametri vengono calcolati come indicato nel seguito:

$$\alpha_{SLC} = \frac{PGA_{CLC}}{PGA_{DLC}} ;$$

$$\alpha_{SLV} = \frac{PGA_{CLV}}{PGA_{DLV}} ;$$

$$\alpha_{SLD} = \frac{PGA_{CLD}}{PGA_{DLD}} ;$$

$$\alpha_{SLO} = \frac{PGA_{CLO}}{PGA_{DLO}} ;$$

Accelerazioni di capacità: l'entità massima delle azioni, considerate nelle combinazioni di progetto previste, che la struttura è capace di sostenere.

- PGA_{CLC} : accelerazione di capacità corrispondente a SLC
- PGA_{CLV} : accelerazione di capacità corrispondente a SLV
- PGA_{CLD} : accelerazione di capacità corrispondente a SLD
- PGA_{CLO} : accelerazione di capacità corrispondente a SLO

Accelerazioni di domanda : Valori di riferimento delle accelerazioni dell'azione sismica

Tali valori vengono definiti a partire dal carico sismico definito nella forma dello spettro.

- PGA_{DLC} : accelerazione di picco al suolo corrispondente a SLC
- PGA_{DLV} : accelerazione di picco al suolo corrispondente a SLV
- PGA_{DLD} : accelerazione di picco al suolo corrispondente a SLD
- PGA_{DLO} : accelerazione di picco al suolo corrispondente a SLO

Dettaglio verifiche

N.	Dir. sisma	Carico sismico	Ecc. [cm]	Dmax SLC [cm]	Du SLC [cm]	q* SLC	SLC ver.	Dmax SLV [cm]	Du SLV [cm]	q* SLV	SLV ver.
1	+X	Uniforme	0,0	0,35	0,25	1,78	No	0,23	0,19	1,39	No
2	+X	Forze statiche	0,0	0,36	0,24	1,86	No	0,23	0,18	1,45	No
3	-X	Uniforme	0,0	0,29	2,48	1,32	Sì	0,16	1,86	1,03	Sì
4	-X	Forze statiche	0,0	0,29	2,50	1,31	Sì	0,16	1,88	1,02	Sì
5	+Y	Uniforme	0,0	0,29	1,10	1,25	Sì	0,17	0,83	0,98	Sì
6	+Y	Forze statiche	0,0	0,29	1,16	1,28	Sì	0,16	0,87	1,00	Sì
7	-Y	Uniforme	0,0	0,32	0,32	1,51	Sì	0,19	0,24	1,17	Sì
8	-Y	Forze statiche	0,0	0,32	0,75	1,54	Sì	0,19	0,57	1,20	Sì
9	+X	Uniforme	99,0	0,36	0,41	1,64	Sì	0,23	0,31	1,28	Sì
10	+X	Uniforme	-99,0	0,36	0,24	1,87	No	0,23	0,18	1,46	No
11	+X	Forze statiche	99,0	0,36	0,30	1,76	No	0,23	0,22	1,37	No
12	+X	Forze statiche	-99,0	0,35	0,29	1,74	No	0,23	0,22	1,35	No
13	-X	Uniforme	99,0	0,48	2,16	1,31	Sì	0,30	1,62	1,02	Sì
14	-X	Uniforme	-99,0	0,31	2,37	1,35	Sì	0,18	1,78	1,05	Sì
15	-X	Forze statiche	99,0	0,47	2,33	1,28	Sì	0,30	1,74	1,00	Sì
16	-X	Forze statiche	-99,0	0,31	2,35	1,35	Sì	0,18	1,76	1,05	Sì
17	+Y	Uniforme	195,6	0,30	1,08	1,41	Sì	0,17	0,81	1,10	Sì
18	+Y	Uniforme	-195,6	0,26	2,46	1,34	Sì	0,14	1,85	1,04	Sì
19	+Y	Forze statiche	195,6	0,30	1,08	1,45	Sì	0,18	0,81	1,13	Sì
20	+Y	Forze statiche	-195,6	0,26	1,39	1,24	Sì	0,15	1,04	0,96	Sì
21	-Y	Uniforme	195,6	0,33	0,86	1,46	Sì	0,20	0,64	1,14	Sì
22	-Y	Uniforme	-195,6	0,31	0,18	2,07	No	0,20	0,14	1,61	No
23	-Y	Forze statiche	195,6	0,34	0,51	1,49	Sì	0,21	0,38	1,16	Sì
24	-Y	Forze statiche	-195,6	0,31	0,18	2,06	No	0,20	0,14	1,60	No

N.	Dir. sisma	Carico sismico	Ecc. [cm]	Dmax SLD [cm]	Dd SLD [cm]	SLD ver.	Dmax SLO [cm]	Do SLO [cm]	SLO ver.
1	+X	Uniforme	0,0	0,06	0,11	Si	0,05	0,07	Si
2	+X	Forze statiche	0,0	0,06	0,10	Si	0,05	0,07	Si
3	-X	Uniforme	0,0	0,07	0,15	Si	0,05	0,10	Si
4	-X	Forze statiche	0,0	0,07	0,15	Si	0,05	0,10	Si
5	+Y	Uniforme	0,0	0,07	0,17	Si	0,06	0,11	Si
6	+Y	Forze statiche	0,0	0,07	0,16	Si	0,05	0,11	Si
7	-Y	Uniforme	0,0	0,06	0,13	Si	0,05	0,09	Si
8	-Y	Forze statiche	0,0	0,06	0,12	Si	0,05	0,08	Si
9	+X	Uniforme	99,0	0,07	0,11	Si	0,06	0,08	Si
10	+X	Uniforme	-99,0	0,06	0,10	Si	0,05	0,07	Si
11	+X	Forze statiche	99,0	0,06	0,11	Si	0,05	0,08	Si
12	+X	Forze statiche	-99,0	0,06	0,11	Si	0,05	0,07	Si
13	-X	Uniforme	99,0	0,13	0,29	Si	0,10	0,19	Si
14	-X	Uniforme	-99,0	0,07	0,16	Si	0,06	0,11	Si
15	-X	Forze statiche	99,0	0,12	0,30	Si	0,10	0,20	Si
16	-X	Forze statiche	-99,0	0,07	0,16	Si	0,06	0,11	Si
17	+Y	Uniforme	195,6	0,06	0,13	Si	0,05	0,09	Si
18	+Y	Uniforme	-195,6	0,06	0,13	Si	0,05	0,09	Si
19	+Y	Forze statiche	195,6	0,06	0,13	Si	0,05	0,09	Si
20	+Y	Forze statiche	-195,6	0,06	0,15	Si	0,05	0,10	Si
21	-Y	Uniforme	195,6	0,07	0,15	Si	0,06	0,10	Si
22	-Y	Uniforme	-195,6	0,05	0,07	Si	0,04	0,05	Si
23	-Y	Forze statiche	195,6	0,07	0,14	Si	0,06	0,10	Si
24	-Y	Forze statiche	-195,6	0,05	0,07	Si	0,04	0,05	Si

N.	Dir. sisma	Carico sismico	Ecc. [cm]	α SLC	α SLV	α SLD	α SLO
1	+X	Uniforme	0,0	0,824	0,913	1,713	1,399
2	+X	Forze statiche	0,0	0,783	0,870	1,637	1,337
3	-X	Uniforme	0,0	3,034	2,923	2,319	1,894
4	-X	Forze statiche	0,0	3,050	2,938	2,331	1,904
5	+Y	Uniforme	0,0	2,379	2,455	2,440	1,993
6	+Y	Forze statiche	0,0	2,518	2,588	2,389	1,951
7	-Y	Uniforme	0,0	1,004	1,107	2,030	1,658
8	-Y	Forze statiche	0,0	1,795	1,867	1,981	1,618
9	+X	Uniforme	99,0	1,100	1,186	1,695	1,384
10	+X	Uniforme	-99,0	0,791	0,876	1,633	1,334
11	+X	Forze statiche	99,0	0,889	0,976	1,742	1,422
12	+X	Forze statiche	-99,0	0,891	0,980	1,758	1,436
13	-X	Uniforme	99,0	3,057	2,945	2,336	1,908
14	-X	Uniforme	-99,0	2,960	2,851	2,262	1,847
15	-X	Forze statiche	99,0	3,127	3,012	2,389	1,952
16	-X	Forze statiche	-99,0	2,962	2,854	2,264	1,849
17	+Y	Uniforme	195,6	2,410	2,471	2,161	1,765
18	+Y	Uniforme	-195,6	2,987	2,877	2,254	1,841

19	+Y	Forze statiche	195,6	2,392	2,450	2,108	1,722
20	+Y	Forze statiche	-195,6	3,046	3,105	2,468	2,016
21	-Y	Uniforme	195,6	1,883	1,954	2,087	1,705
22	-Y	Uniforme	-195,6	0,733	0,815	1,398	1,142
23	-Y	Forze statiche	195,6	1,291	1,380	2,053	1,677
24	-Y	Forze statiche	-195,6	0,735	0,817	1,403	1,146

Dalla tabella riassuntiva dei risultati sopra riportata si desume che le verifiche risultano non soddisfatte, le analisi più significative sono la n°. 2 e la n°. 22, rispettivamente per le direzioni X ed Y.

La scelta di tali analisi come analisi "significative" è fatta in base alla ricerca del minore valore del parametro di vulnerabilità sismica.

Riportiamo qui di seguito i dettagli delle analisi sopra citate.

Sintesi dei risultati

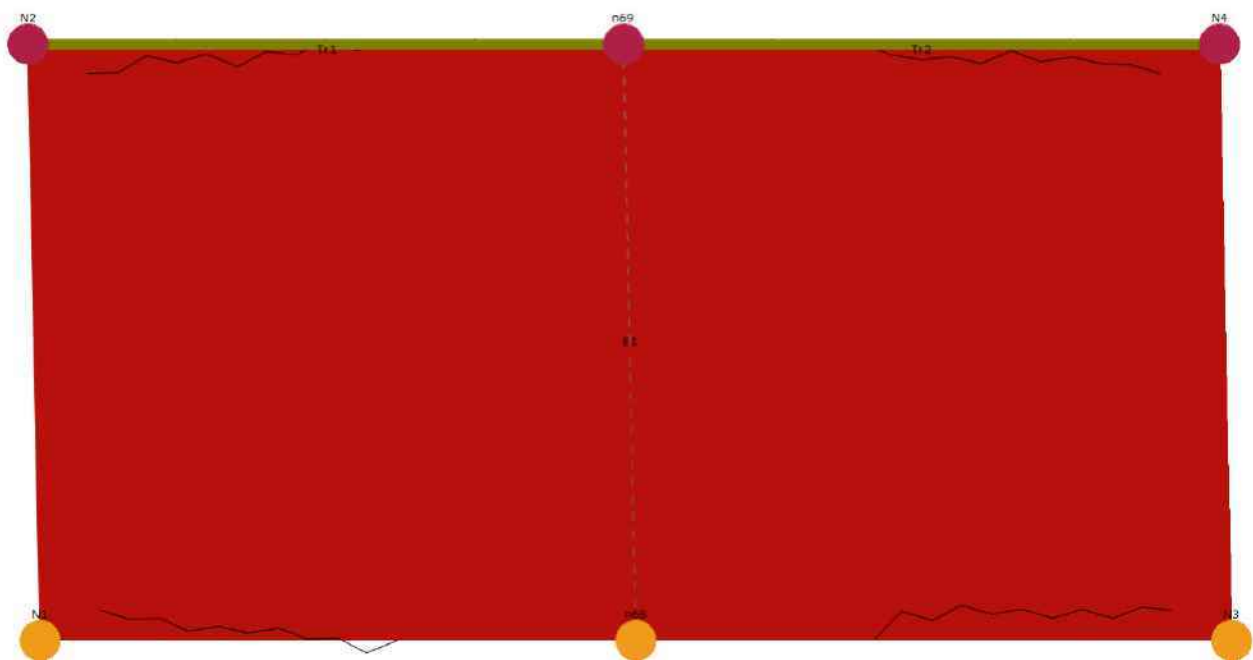
Legenda risultati

C.A.	
	Integro
	Rottura per taglio
	Plastico presso flessione
	Rottura presso flessione
	Rottura per compressione
	Rottura per trazione
	Rottura per taglio
Legno	
	Integro
	Rottura presso flessione
	Rottura per compressione
	Rottura per trazione
Acciaio	
	Integro
	Plastico presso flessione
	Plastico per compressione
	Plastico per trazione
	Elemento non efficace
	Ritorno in fase elastica

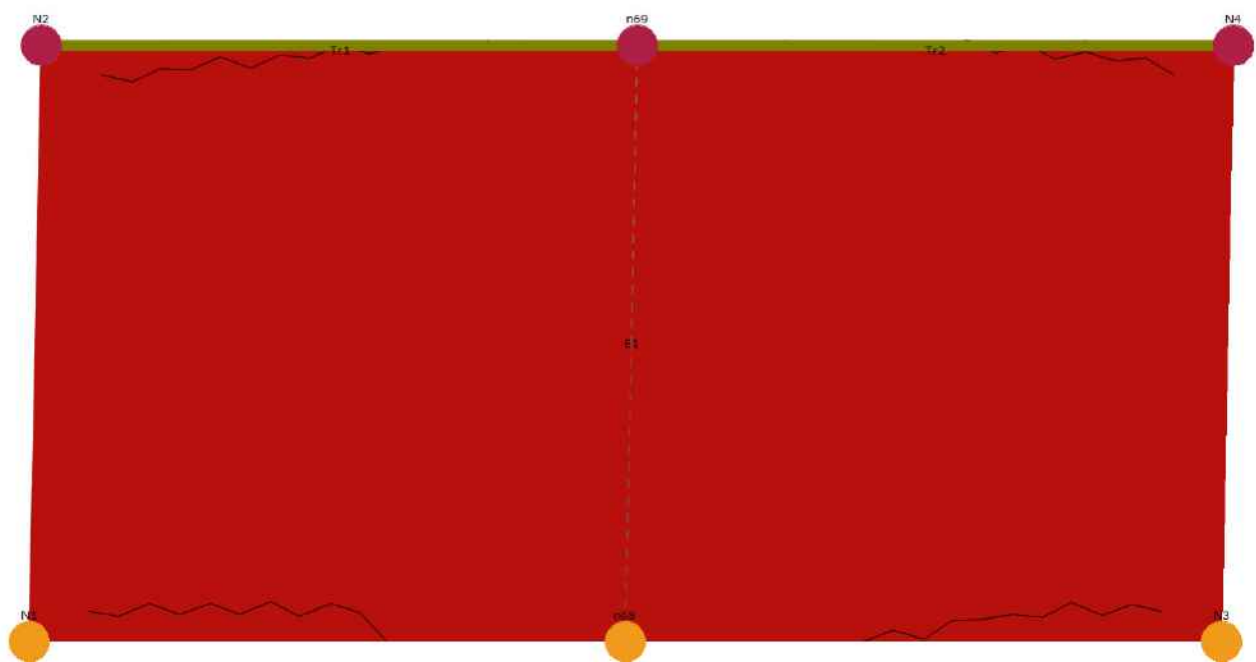
Muratura	
	Integro
	Incipiente plasticità
	Plastico per taglio
	Incipiente rottura per taglio
	Rottura per taglio
	Plastico presso flessione
	Incipiente rottura presso flessione
	Rottura presso flessione
	Crisi grave
	Rottura per compressione
	Rottura per trazione
	Rottura in fase elastica
	Elemento non efficace

Analisi sismica n. 2 Direzione X

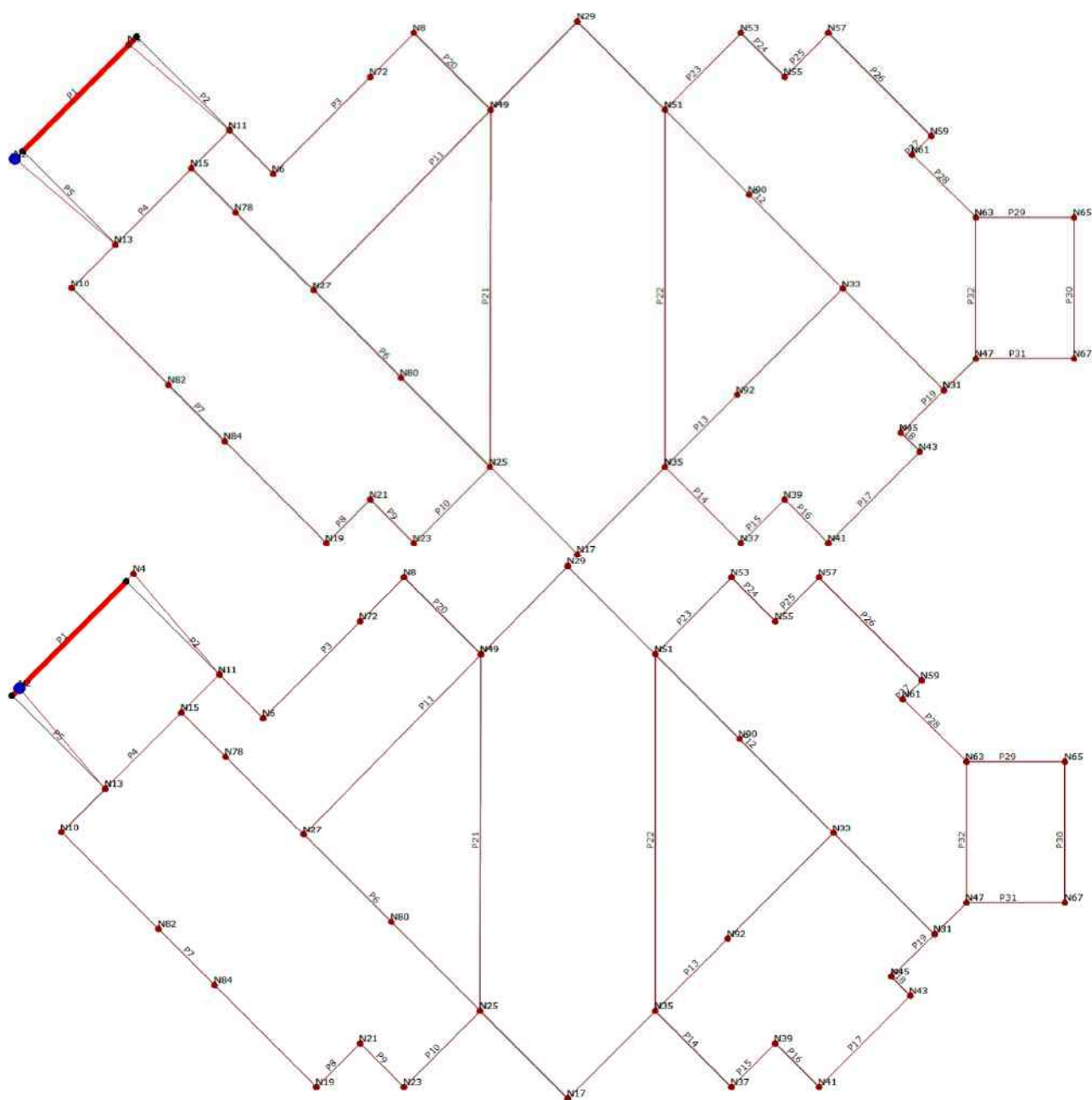
Analisi sismica n. 22 Parete 1 Sottopasso 108



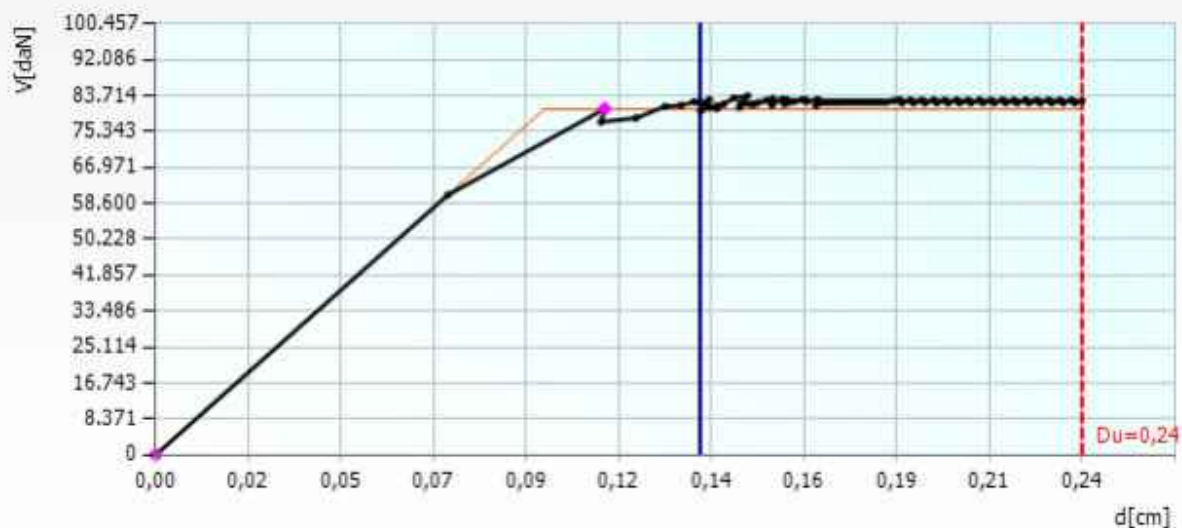
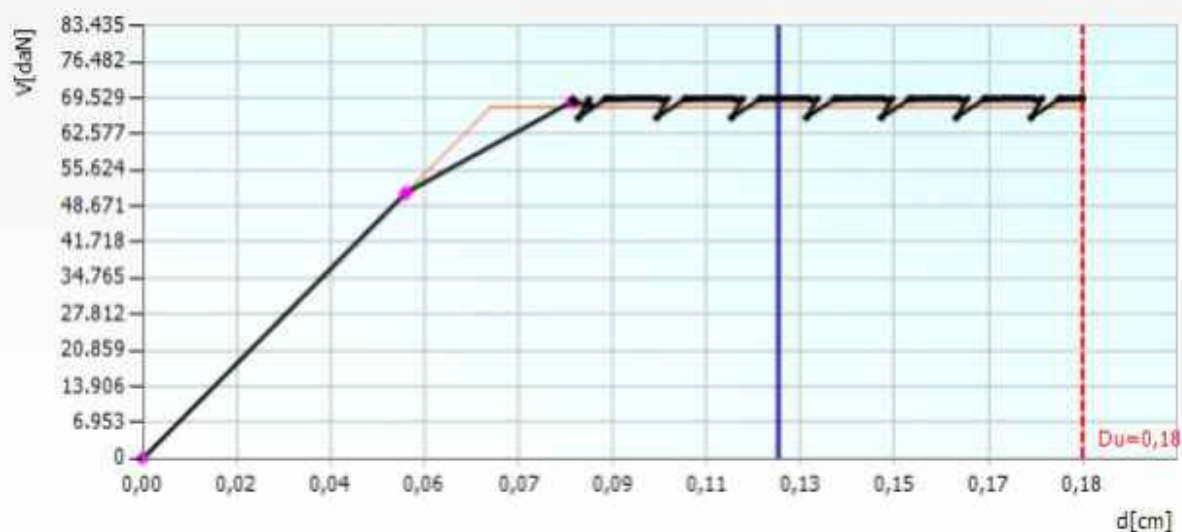
Analisi sismica n. 2 Parete 1 Sottopasso 107



Deformata Pianta



Curva Pushover (analisi n. 2)



Vulnerabilità Sismica

	TRc					TR=cost				
	TR C	TR D	α TR	PGA D [m/s ²]	PGA C (TR) [m/s ²]	F0 (TR)	T* C (TR)	α PGA (TR)	PGA C [m/s ²]	α PGA
SLC	724	1462	0,4952	1,4195	1,1075	2,48	0,29	0,7802	1,1120	0,7834
SLV	484	712	0,6798	1,1007	0,9535	2,49	0,29	0,8663	0,9572	0,8696
SLD	260	75	3,4667	0,4552	0,7485	2,51	0,28	1,6444	0,7453	1,6374
SLO	92	45	2,0444	0,3659	0,4954	2,53	0,25	1,3539	0,4894	1,3374

I valori delle PGA riportati sono da ritenersi calcolati su suolo rigido.

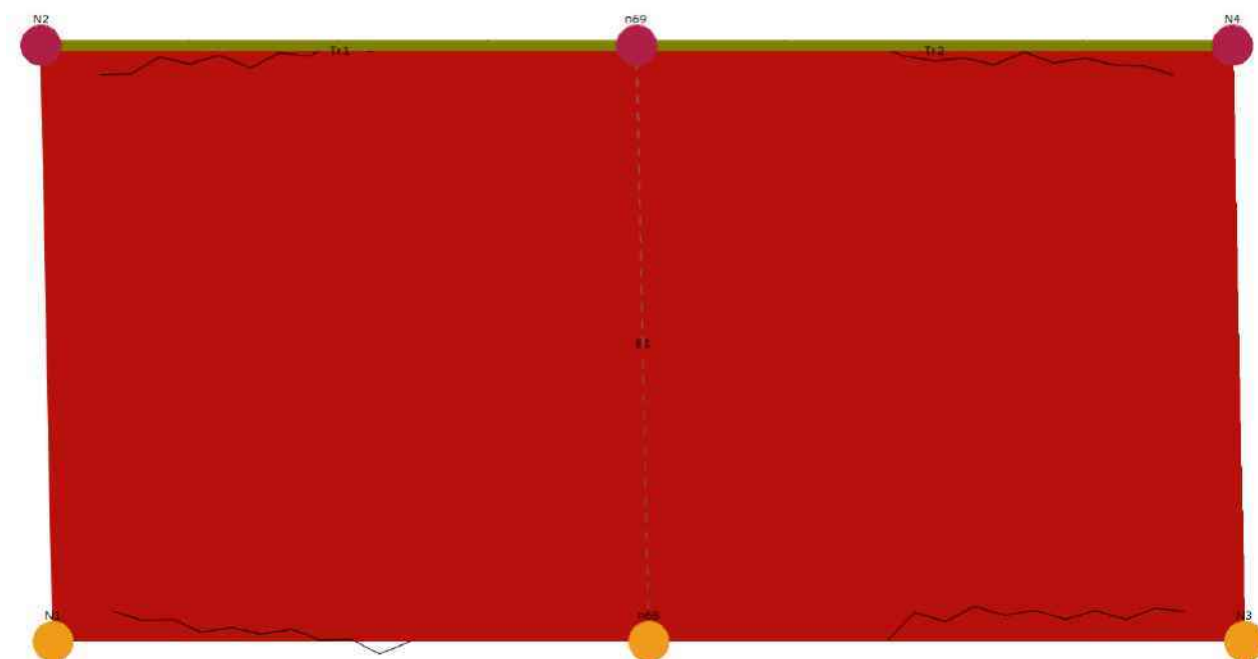
Il medesimo valore su suolo di riferimento è ottenibile moltiplicando gli stessi per $(SS \cdot St)$; i corrispondenti valori

nella tabella seguente.

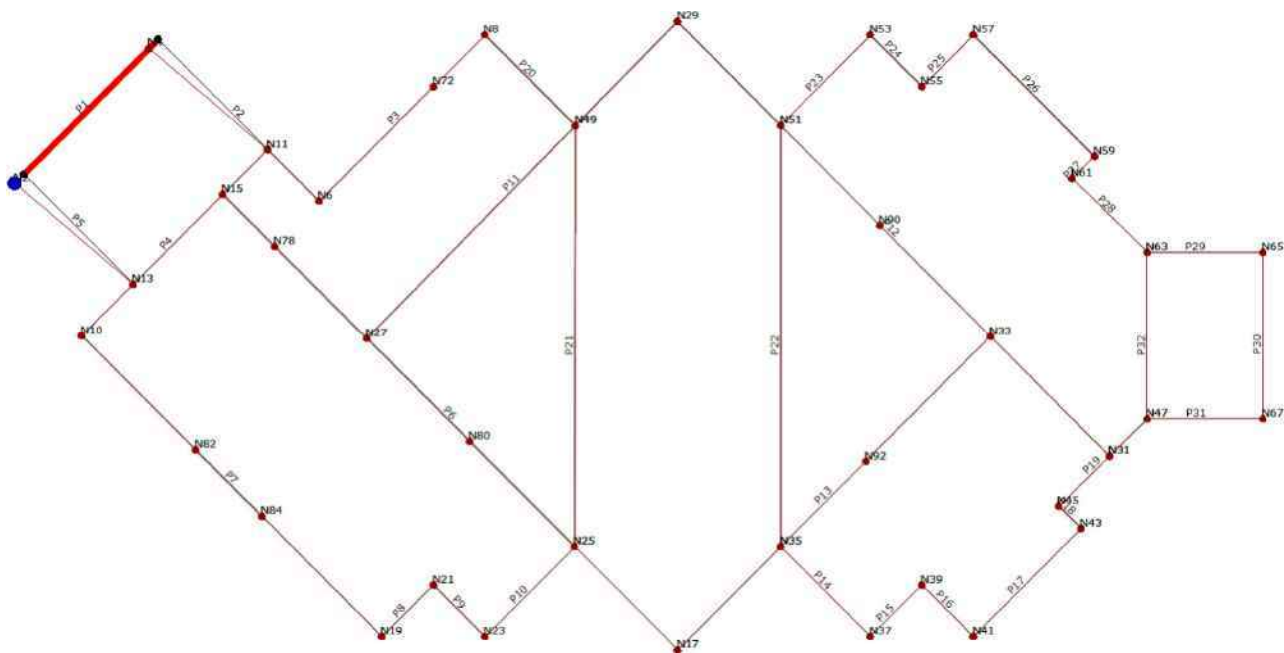
							TRc		TR=cost	
	TR C	TR D	α TR	PGA D [m/s2]	PGA C (TR) [m/s2]	F0 (TR)	T* C (TR)	α PGA (TR)	PGA C [m/s2]	α PGA
SLC	724	1462	0,4952	1,7034	1,3291	2,48	0,29	0,7802	1,3344	0,7834
SLV	484	712	0,6798	1,3208	1,1442	2,49	0,29	0,8663	1,1486	0,8696
SLD	260	75	3,4667	0,5462	0,8982	2,51	0,28	1,6444	0,8944	1,6374
SLO	92	45	2,0444	0,4391	0,5945	2,53	0,25	1,3539	0,5872	1,3374

Analisi sismica n. 22 Direzione Y

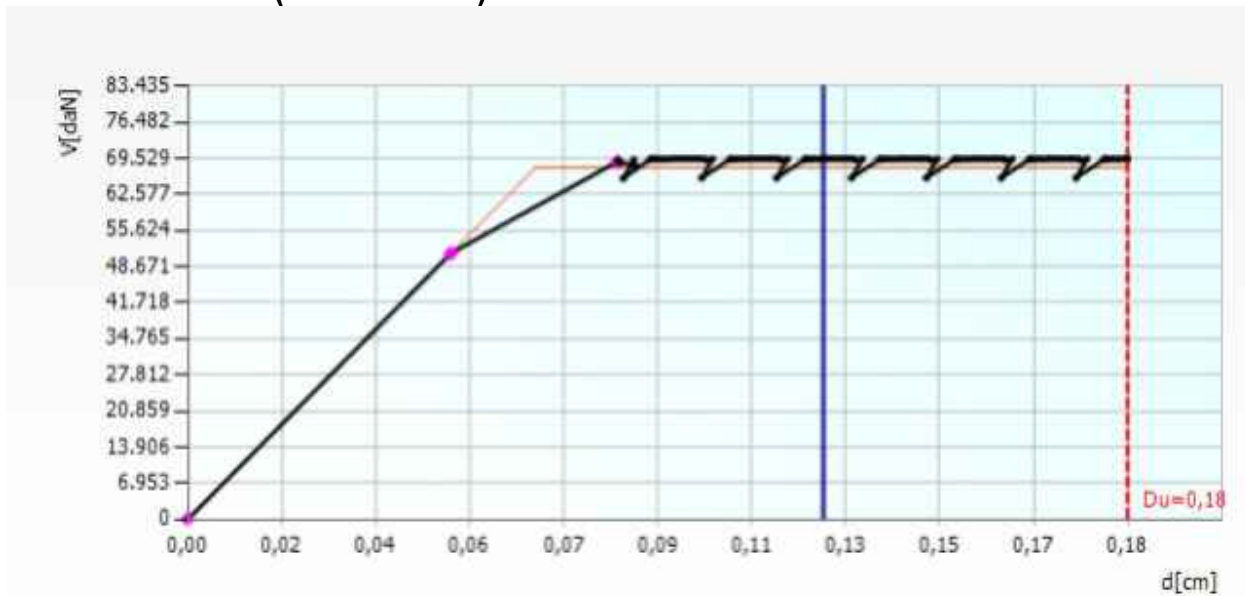
Analisi sismica n. 22 Parete 1 Sottopasso 108



Deformata Pianta



Curva Pushover (analisi n. 22)



Vulnerabilità Sismica

	TR C	TR D	α TR	PGA D [m/s ²]	PGA C (TR) [m/s ²]	F0 (TR)	TRc		TR=cost	
							T* C (TR)	α PGA (TR)	PGA C [m/s ²]	α PGA
SLC	606	1462	0,4145	1,4195	1,0369	2,48	0,29	0,7305	1,0408	0,7332
SLV	395	712	0,5548	1,1007	0,8809	2,50	0,28	0,8004	0,8969	0,8149
SLD	183	75	2,4400	0,4552	0,6514	2,52	0,27	1,4310	0,6364	1,3982
SLO	63	45	1,4000	0,3659	0,4218	2,54	0,24	1,1528	0,4179	1,1420

I valori delle PGA riportati sono da ritenersi calcolati su suolo rigido.

Il medesimo valore su suolo di riferimento è ottenibile moltiplicando gli stessi per (SS*St); i corrispondenti valori nella tabella seguente.

	TRc						TR=cost			
	TR C	TR D	α TR	PGA D [m/s ²]	PGA C (TR) [m/s ²]	F0 (TR)	T* C (TR)	α PGA (TR)	PGA C [m/s ²]	α PGA
SLC	606	1462	0,4145	1,7034	1,2443	2,48	0,29	0,7305	1,2489	0,7332
SLV	395	712	0,5548	1,3208	1,0571	2,50	0,28	0,8004	1,0763	0,8149
SLD	183	75	2,4400	0,5462	0,7817	2,52	0,27	1,4310	0,7637	1,3982
SLO	63	45	1,4000	0,4391	0,5062	2,54	0,24	1,1528	0,5015	1,1420

Conclusioni

Analisi sismica n. 2 Direzione X

Analisi sismica n. 22 Direzione Y

Stato limite	α PGA (TR)	α TR	α PGA (TR)	α TR
SLC	0,7802	0,4952	0,7305	0,4145

(*) Tutti i valori di α_{TR} sono da ritenersi calcolati come $\alpha_{TR}=TR_C/TR_D$ (privi di qualsiasi esponente correttivo).

In base alla tipologia di edificio si assume $\zeta_{E_lim}= 1,000$

La verifica non risulta superata, la condizione più gravosa si ha in corrispondenza della direzione [Y] del sisma.

Allegati

Elementi di struttura

Livello 1

Pannello murario

N.	Parete	Materiale	Rinforzo	Quota [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]
1	1	Muratura	-	300	300	25,0
3	2	Muratura	-	300	300	25,0
119	3	Muratura	-	300	300	25,0
74	4	Muratura	-	300	300	25,0
9	5	Muratura	-	300	300	25,0
68	7	Muratura	-	300	300	25,0
71	7	Muratura	-	300	300	25,0
19	10	Muratura	-	300	300	25,0

27	14	Muratura	-	300	300	25,0
33	17	Muratura	-	300	300	25,0
35	18	Muratura	-	300	300	25,0
39	20	Muratura	-	300	300	25,0
45	23	Muratura	-	300	300	25,0
51	26	Muratura	-	300	300	25,0
53	27	Muratura	-	300	300	25,0
57	29	Muratura	-	300	300	25,0
59	30	Muratura	-	300	300	25,0
61	31	Muratura	-	300	300	25,0

Trave C.A. (1)

N.	Parete	Materiale calcestruzzo	Materiale acciaio	Quota I [cm]	Quota J [cm]	Base sezione [cm]	Altezza sezione [cm]	J [cm4]
118	3	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
65	4	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
75	4	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
76	6	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
80	6	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
84	6	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
86	6	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
87	6	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
70	7	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
15	8	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
17	9	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
114	11	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
115	11	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
109	12	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
112	12	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
116	12	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
117	12	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
93	13	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
105	13	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
106	13	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
29	15	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
31	16	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
101	19	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
102	19	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
41	21	C20/25	B450	300	300	25,0	80,0	1.066.666,63
43	22	C20/25	B450	300	300	25,0	80,0	1.066.666,63
47	24	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
49	25	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
55	28	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
63	32	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33

Trave C.A. (2)

N.	Parete	Af	Af	N. barre	N. barre	Copriferro	Passo	Area staffe
----	--------	----	----	----------	----------	------------	-------	-------------

		intradosso [cm2]	estradosso [cm2]	intradosso	estradosso	[cm]	staffe [cm]	[cm2]
118	3	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
65	4	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
75	4	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
76	6	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
80	6	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
84	6	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
86	6	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
87	6	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
70	7	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
15	8	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
17	9	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
114	11	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
115	11	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
109	12	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
112	12	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
116	12	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
117	12	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
93	13	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
105	13	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
106	13	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
29	15	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
31	16	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
101	19	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
102	19	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
41	21	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
43	22	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
47	24	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
49	25	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
55	28	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
63	32	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01

Pilastro C.A. (1)

N.	Materiale calcestruzzo	Materiale acciaio	Rinforzo	Quota [cm]	Base sezione [cm]	Altezza sezione [cm]	Area [cm2]	Angolo [°]	Altezza [cm]
67	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
72	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
73	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
78	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
79	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
82	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
85	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
88	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
89	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
90	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
91	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300

92	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
95	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
96	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
97	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
98	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
99	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
100	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
103	C20/25	B450	-	300	30,0	40,0	1.200,00	45	300
104	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
107	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
110	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
113	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
120	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
121	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
122	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
123	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
124	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
125	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
126	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
127	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
128	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300

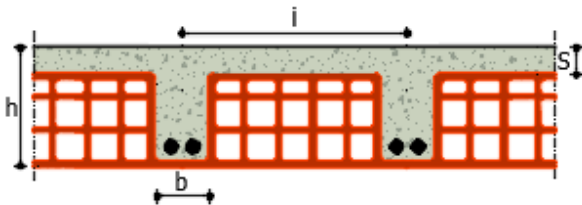
Pilastro C.A. (2)

N.	Af lato b [cm2]	Af lato h [cm2]	N. barre lato b	N. barre lato h	Copri ferro [cm]	Passo staffe [cm]	Area staffe [cm2]
67	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
72	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
73	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
78	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
79	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
82	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
85	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
88	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
89	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
90	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
91	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
92	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
95	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
96	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
97	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
98	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
99	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
100	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
103	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
104	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
107	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
110	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
113	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01

120	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
121	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
122	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
123	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
124	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
125	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
126	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
127	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
128	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01

Archivi solai

Laterocemento



Nome	Materiali	Descrizione
U1	CLS: C20/25	Laterocemento b [cm] = 10,0; i [cm] = 50,0; h solaio [cm] = 22; S [cm] = 4,0

Solaio

N.	Archivio	Quota [cm]	Spessore [cm]	G [N/mm2]	Ex [N/mm2]	Ey [N/mm2]	Scarico masse	Tipo
1	U1	300	4,0	12.484,17	56.927,80	29.962,00	Monodirezionale	Laterocemento
2	U1	300	4,0	12.484,17	56.927,80	29.962,00	Monodirezionale	Laterocemento
3	U1	300	4,0	12.484,17	56.927,80	29.962,00	Monodirezionale	Laterocemento
4	U1	300	4,0	12.484,17	56.927,80	29.962,00	Monodirezionale	Laterocemento
5	U1	300	4,0	12.484,17	56.927,80	29.962,00	Monodirezionale	Laterocemento
6	U1	300	4,0	12.484,17	56.927,80	29.962,00	Monodirezionale	Laterocemento
7	U1	300	4,0	12.484,17	56.927,80	29.962,00	Monodirezionale	Laterocemento
8	U1	300	4,0	12.484,17	56.927,80	29.962,00	Monodirezionale	Laterocemento
9	U1	300	4,0	12.484,17	56.927,80	29.962,00	Monodirezionale	Laterocemento

Telaio equivalente

Parete : 1

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
1	-1.393	397	0	0
3	-969	821	0	0
2	-1.393	397	300	1

4	-969	821	300	1
---	------	-----	-----	---

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
68	300	0	0
69	300	300	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
1	Muratura	-	25,0	600,0	300,0	300	150	68	69

Parete : 2

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
3	-969	821	0	0
4	-969	821	300	1
11	-623	474	300	1
6	-460	312	300	1

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
70	360	0	0
5	720	0	0

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
2	Muratura	-	25,0	720,0	300,0	360	150	70	11

Parete : 3

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
71	-99	672	0	0
7	63	835	0	0
6	-460	312	300	1
72	-99	672	300	1
8	63	835	300	1

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
73	625	0	0
74	625	300	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
3	Muratura	-	25,0	230,0	300,0	625	150	73	74

Parete : 4**Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
9	-1.210	-113	0	0
12	-1.047	50	0	0
14	-764	333	0	0
10	-1.210	-113	300	1
13	-1.047	50	300	1
15	-764	333	300	1
11	-623	474	300	1

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
75	430	0	0
76	430	300	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
4	Muratura	-	25,0	400,0	300,0	430	150	75	76

Parete : 5**Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
1	-1.393	397	0	0
12	-1.047	50	0	0
2	-1.393	397	300	1
13	-1.047	50	300	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
7	Muratura	-	25,0	240,0	227,5	120	156	1	2
8	Muratura	-	25,0	60,0	227,5	460	156	12	13

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
5	Muratura	-	25,0	190,0	90,0	335	45	1	12
6	Muratura	-	25,0	190,0	55,0	335	273	2	13

Parete : 6**Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
14	-764	333	0	0
77	-600	169	0	0

26	-310	-121	0	0
79	16	-447	0	0
24	346	-777	0	0
16	671	-1.102	0	0
15	-764	333	300	1
78	-600	169	300	1
27	-310	-121	300	1
80	16	-447	300	1
25	346	-777	300	1
17	671	-1.102	300	1

Parete : 7

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
9	-1.210	-113	0	0
81	-849	-473	0	0
83	-640	-682	0	0
18	-262	-1.060	0	0
10	-1.210	-113	300	1
82	-849	-473	300	1
84	-640	-682	300	1
19	-262	-1.060	300	1

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
85	255	0	0
87	1.073	0	0
86	255	300	1
88	1.073	300	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
9	Muratura	-	25,0	510,0	300,0	255	150	85	86
10	Muratura	-	25,0	535,0	300,0	1.073	150	87	88

Parete : 8

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
18	-262	-1.060	0	0
20	-99	-897	0	0
19	-262	-1.060	300	1
21	-99	-897	300	1

Parete : 9

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
20	-99	-897	0	0
22	63	-1.060	0	0
21	-99	-897	300	1
23	63	-1.060	300	1

Parete : 10

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
22	63	-1.060	0	0
24	346	-777	0	0
23	63	-1.060	300	1
25	346	-777	300	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
13	Muratura	-	25,0	215,3	195,0	108	147	22	23
14	Muratura	-	25,0	94,7	195,0	353	147	24	25

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
11	Muratura	-	25,0	90,0	90,0	260	45	22	24
12	Muratura	-	25,0	90,0	120,0	260	240	23	25

Parete : 11

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
26	-310	-121	0	0
48	349	549	0	0
28	671	877	0	0
27	-310	-121	300	1
49	349	549	300	1
29	671	877	300	1

Parete : 12

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
28	671	877	0	0
50	997	550	0	0
89	1.309	236	0	0
32	1.659	-115	0	0
30	2.034	-492	0	0
29	671	877	300	1
51	997	550	300	1

90	1.309	236	300	1
33	1.659	-115	300	1
31	2.034	-492	300	1

Parete : 13

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
16	671	-1.102	0	0
34	997	-777	0	0
91	1.265	-509	0	0
32	1.659	-115	0	0
17	671	-1.102	300	1
35	997	-777	300	1
92	1.265	-509	300	1
33	1.659	-115	300	1

Parete : 14

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
34	997	-777	0	0
36	1.280	-1.060	0	0
35	997	-777	300	1
37	1.280	-1.060	300	1

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
93	200	0	0
94	200	300	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
15	Muratura	-	25,0	400,0	300,0	200	150	93	94

Parete : 15

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
36	1.280	-1.060	0	0
38	1.442	-897	0	0
37	1.280	-1.060	300	1
39	1.442	-897	300	1

Parete : 16

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
------	--------	--------	--------	---------

38	1.442	-897	0	0
40	1.605	-1.060	0	0
39	1.442	-897	300	1
41	1.605	-1.060	300	1

Parete : 17

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
40	1.605	-1.060	0	0
42	1.944	-721	0	0
41	1.605	-1.060	300	1
43	1.944	-721	300	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
18	Muratura	-	25,0	20,0	215,0	10	152	40	41
19	Muratura	-	25,0	170,0	215,0	395	152	42	43

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
16	Muratura	-	25,0	290,0	90,0	165	45	40	42
17	Muratura	-	25,0	290,0	80,0	165	260	41	43

Parete : 18

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
44	1.873	-650	0	0
42	1.944	-721	0	0
45	1.873	-650	300	1
43	1.944	-721	300	1

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
95	50	0	0
96	50	300	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
20	Muratura	-	25,0	100,0	300,0	50	150	95	96

Parete : 19

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
44	1.873	-650	0	0

30	2.034	-492	0	0
46	2.153	-375	0	0
45	1.873	-650	300	1
31	2.034	-492	300	1
47	2.153	-375	300	1

Parete : 20

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
7	63	835	0	0
48	349	549	0	0
8	63	835	300	1
49	349	549	300	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
23	Muratura	-	25,0	117,0	227,5	59	156	7	8
24	Muratura	-	25,0	117,0	227,5	346	156	48	49

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
21	Muratura	-	25,0	170,0	90,0	202	45	7	48
22	Muratura	-	25,0	170,0	55,0	202	273	8	49

Parete : 21

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
24	346	-777	0	0
48	349	549	0	0
25	346	-777	300	1
49	349	549	300	1

Parete : 22

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
34	997	-777	0	0
50	997	550	0	0
35	997	-777	300	1
51	997	550	300	1

Parete : 23

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
------	--------	--------	--------	---------

50	997	550	0	0
52	1.280	835	0	0
51	997	550	300	1
53	1.280	835	300	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
27	Muratura	-	25,0	76,2	195,0	38	147	50	51
28	Muratura	-	25,0	235,0	195,0	284	147	52	53

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
25	Muratura	-	25,0	90,0	90,0	121	45	50	52
26	Muratura	-	25,0	90,0	120,0	121	240	51	53

Parete : 24

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
52	1.280	835	0	0
54	1.442	672	0	0
53	1.280	835	300	1
55	1.442	672	300	1

Parete : 25

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
54	1.442	672	0	0
56	1.605	835	0	0
55	1.442	672	300	1
57	1.605	835	300	1

Parete : 26

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
56	1.605	835	0	0
58	1.987	453	0	0
57	1.605	835	300	1
59	1.987	453	300	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
31	Muratura	-	25,0	20,4	227,5	10	156	56	57

32	Muratura	-	25,0	329,6	227,5	375	156	58	59
----	----------	---	------	-------	-------	-----	-----	----	----

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
29	Muratura	-	25,0	190,0	90,0	115	45	56	58
30	Muratura	-	25,0	190,0	55,0	115	273	57	59

Parete : 27

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
58	1.987	453	0	0
61	1.916	382	300	1
59	1.987	453	300	1

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
60	0	0	0
97	50	0	0
98	50	300	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
33	Muratura	-	25,0	100,0	300,0	50	150	97	98

Parete : 28

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
62	2.153	150	0	0
61	1.916	382	300	1
63	2.153	150	300	1

Parete : 29

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
62	2.153	150	0	0
64	2.518	150	0	0
63	2.153	150	300	1
65	2.518	150	300	1

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
99	168	0	0
100	168	300	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
39	Muratura	-	25,0	50,0	90,0	168	135	99	100
38	Muratura	-	25,0	13,3	195,0	7	147	62	63
40	Muratura	-	25,0	42,0	195,0	344	147	64	65

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
34	Muratura	-	25,0	130,0	90,0	78	45	62	99
36	Muratura	-	25,0	130,0	90,0	258	45	99	64
35	Muratura	-	25,0	130,0	120,0	78	240	63	100
37	Muratura	-	25,0	130,0	120,0	258	240	100	65

Parete : 30

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
66	2.518	-375	0	0
64	2.518	150	0	0
67	2.518	-375	300	1
65	2.518	150	300	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
42	Muratura	-	25,0	373,3	262,9	187	131	66	67
43	Muratura	-	25,0	32,3	262,9	510	131	64	65

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
41	Muratura	-	25,0	120,0	90,0	433	255	67	65

Parete : 31

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
46	2.153	-375	0	0
66	2.518	-375	0	0
47	2.153	-375	300	1
67	2.518	-375	300	1

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
101	168	0	0
102	168	300	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore	Base	Altezza	Baricentro X	Baricentro Z	Nodo	Nodo
----	-----------	----------	----------	------	---------	--------------	--------------	------	------

			[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	sopra	sotto
49	Muratura	-	25,0	50,0	90,0	168	135	101	102
48	Muratura	-	25,0	13,3	195,0	7	147	46	47
50	Muratura	-	25,0	42,0	195,0	344	147	66	67

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
44	Muratura	-	25,0	130,0	90,0	78	45	46	101
46	Muratura	-	25,0	130,0	90,0	258	45	101	66
45	Muratura	-	25,0	130,0	120,0	78	240	47	102
47	Muratura	-	25,0	130,0	120,0	258	240	102	67

Parete : 32

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
46	2.153	-375	0	0
62	2.153	150	0	0
47	2.153	-375	300	1
63	2.153	150	300	1

(*) Elementi di copertura

Analisi dei meccanismi locali

Descrizione della struttura

La presente relazione ha per oggetto l'analisi delle strutture, le considerazioni di merito, i calcoli svolti per l'edificio sito in Gragnano Trebbiense (PC), via Carella, 2

Tipo di analisi svolta

Al fine di eseguire le dovute verifiche nei riguardi dell'edificio in questione, si è deciso di procedere con l'analisi di possibili meccanismi locali.

Quest'ultimi risultano importanti nel caso in cui la scatolarità dell'edificio non sia garantita a causa di collegamenti non adeguati o tra le pareti ortogonali o tra solaio e parete.

Metodo di analisi

Negli edifici esistenti in muratura spesso avvengono collassi parziali per cause sismiche, in genere per perdita dell'equilibrio di porzioni murarie; la verifica nei riguardi di questi meccanismi, secondo le modalità descritte nel seguito, assume significato se è garantita una certa monoliticità della parete muraria, tale da impedire collassi puntuali per disgregazione della muratura.

Le verifiche con riferimento ai meccanismi locali possono essere svolte tramite l'analisi limite dell'equilibrio, secondo l'approccio cinematico, che si basa sulla scelta del meccanismo di collasso e la valutazione dell'azione orizzontale che attiva tale cinematismo.

L'applicazione del metodo di verifica presuppone quindi l'analisi dei meccanismi locali ritenuti significativi per la costruzione, che possono essere ipotizzati sulla base della conoscenza del comportamento sismico di strutture analoghe, già danneggiate dal terremoto, o individuati considerando la presenza di eventuali stati fessurativi, anche di natura non sismica; inoltre saranno tenute presente la qualità della connessione tra le pareti murarie, la tessitura muraria, la presenza di catene, le interazioni con altri elementi della costruzione o degli edifici adiacenti. L'approccio cinematico permette inoltre di determinare l'andamento dell'azione orizzontale che la struttura è progressivamente in grado di sopportare all'evolversi del meccanismo.

Per ogni possibile meccanismo locale ritenuto significativo per l'edificio, il metodo si articola nei seguenti passi:

- trasformazione di una parte della costruzione in un sistema labile (catena cinematica), attraverso l'individuazione di corpi rigidi, definiti da piani di frattura ipotizzabili in grado di ruotare o scorrere tra loro.
- valutazione del moltiplicatore orizzontale dei carichi α_0 che comporta l'attivazione del meccanismo mediante l'impiego del principio dei lavori virtuali (Circolare 617-C8.7.1.2.1.1).
- Individuare l'accelerazione sismica spettrale di attivazione a_z a partire dal moltiplicatore orizzontale dei carichi α_0 .

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Di seguito si indicano l'origine e le caratteristiche dei codici di calcolo utilizzati riportando titolo, produttore e distributore, versione, estremi della licenza d'uso:

Sigla:	3MURI
Produzione e distribuzione:	S.T.A. DATA srl Corso Raffaello, 12 - 10126 TORINO (TO) tel. 0116699345 fax 0116699375 internet: http://www.stadata.com e.mail: info@stadata.com
Autori:	Prodotto: S.T.A. DATA srl Motore di calcolo: Responsabile Prof. Ing. Sergio LAGOMARSINO Prof. Ing. Serena CATTARI Prof. Ing. Andrea PENNA Ing. Alessandro GALASCO
Versione:	13.5.0.0
Numero Licenza:	(13353) STUDIO ASSOCIATO PANCINI CLAUDIO-MASSIMO

Presentazione dei risultati

Inquadramento normativo

Sono stati recepiti, per le analisi di cui in seguito, i principi e le regole riportate nelle normative seguenti:

- Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018 - "Norme tecniche per le Costruzioni"
- Circolare applicativa n°7 del 21 gennaio 2019

Parametri di progetto

Per la definizione dell'azione sismica si fa riferimento a:

- Categoria di sottosuolo: B
- Categoria topografica: T1
- Longitudine: 9.57
- Latitudine: 45.0139
- Vita nominale: Opere ordinarie VN $\geq$ 50 anni
- Classe d'uso III - Edifici con grandi affollamenti, infrastrutture importanti

Gli spettri di risposta, sono definiti in funzione del reticolo di riferimento definito nella "Tabella 1" (parametri spettrali) in allegato alle Norme Tecniche.

Tale tabella fornisce, in funzione delle coordinate geografiche (latitudine, longitudine), i parametri necessari a tracciare lo spettro. I parametri forniti dal reticolo di riferimento sono:

a_g : accelerazione orizzontale massima del terreno;

F_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_C^* : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

La trilogia di valori qui descritta, è definita per un periodo di ritorno assegnato (TR), definito in base alla probabilità di superamento di ciascuno degli stati limite.

Tali valori, saranno pertanto definiti per ciascuno degli stati limite esaminati (vedere tabella).

Lo spettro sismico dipende anche dalla “Classe del suolo” e dalla “categoria topografica” (vedere tabella).

	Ag [m/s ²]	F0	Tc* [s]	Tr	Ss	Tb [s]	Tc [s]	Td [s]
SLC	1,42	2,47	0,29	1462,00	1,20	0,14	0,41	2,18
SLV	1,10	2,48	0,29	712,00	1,20	0,14	0,41	2,05
SLD	0,46	2,52	0,25	75,00	1,20	0,12	0,36	1,79
SLO	0,37	2,56	0,22	45,00	1,20	0,11	0,33	1,75

Metodo di verifica

Stato limite di Vita (SLV)

Nel caso in cui la verifica riguardi un elemento isolato o una porzione della costruzione comunque sostanzialmente appoggiata a terra la condizione di superamento della verifica è fornita dalla seguente disequazione:

$$a_{z,SLV} \geq a_z(z=0) = S_{e,SLV}(T=0) = a_{g,SLV} \cdot S$$

$$a_{z,SLV} = \frac{\alpha_0 \cdot g}{e^* \cdot FC} \cdot q$$

Nel caso in cui il meccanismo locale interessa una porzione della costruzione posta ad una certa quota, si deve tener conto del fatto che l'accelerazione assoluta alla quota della porzione di edificio interessata dal cinematisimo è in genere amplificata rispetto a quella al suolo; per questo il superamento della verifica è fornita dalla seguente disequazione:

$$a_{z,SLV} \geq \max(a_z(z=0); a_z(z))$$

$$a_z(z) = \sqrt{\sum a_{z,k}^2(z)}$$

$$a_{z,k}(z) = S_{e,SLV}(T_k, \xi_k) \cdot |\gamma_k \cdot \Psi_k(z)| \cdot \sqrt{1 + 0.0004 \cdot \xi_k^2}$$

In base al capitolo §C7.2.3 è consentito riferirsi al solo primo modo di vibrare significativo per la direzione significativa, si assume quindi k=1.

$$a_z(z) = S_{e,SLV}(T_1, \xi_1) \cdot |\gamma_1 \cdot \Psi_1(z)| \cdot \sqrt{1 + 0.0004 \cdot \xi_1^2}$$

- $S_e(T, \xi)$: spettro di risposta elastico al suolo, valutato per il periodo equivalente T e lo smorzamento

viscoso equivalente ξ (5%) dell'elemento non strutturale, dell'impianto o del meccanismo locale considerato;

- γ_k : k-esimo coefficiente di partecipazione modale della costruzione;
- $\psi_k(z)$: valore della k-esimaforma modale alla quota z nella posizione in pianta dove è collocato il meccanismo locale da verificare;
- $a_{z,k}$: contributo del k-esimo modo alla accelerazione massima di piano.

Stato limite di Danno (SLD)

Nel caso di edifici esistenti in muratura, anche in considerazione delle giustificate esigenze di conservazione, pur essendo auspicabile il soddisfacimento di questo stato limite, la sua verifica non è obbligatoria.

Nel caso in cui la verifica riguardi un elemento isolato o una porzione della costruzione comunque sostanzialmente appoggiata a terra la condizione di superamento della verifica è fornita dalla seguente disequazione:

$$a_{z,SLD} \geq a_z(z=0) = S_{e,SLD}(T=0) = a_{g,SLD} \cdot S$$

$$a_{z,SLD} = \frac{\alpha_0 \cdot g}{\eta \cdot FC}$$

Nel caso in cui il meccanismo locale interessa una porzione della costruzione posta ad una certa quota, si deve tener conto del fatto che l'accelerazione assoluta alla quota della porzione di edificio interessata dal cinematismo è in genere amplificata rispetto a quella al suolo; per questo il superamento della verifica è fornita dalla seguente disequazione:

$$a_{z,SLD} \geq \max(a_z(z=0); a_z(z))$$

$$a_z(z) = S_{e,SLD}(T_1, \xi_1) \cdot |\gamma_1 \cdot \Psi_1(z)| \cdot \sqrt{1 + 0.0004 \cdot \xi_1^2}$$

Descrizione cinematismi

Cinematismo: Facciata

Blocco	Xg [cm]	Yg [cm]	Zg [cm]	Peso[daN]	Parete
1	300	0	150	-6.750	1

Tipo vincolo	Quota [cm]	Parete	Angolo [°]
Cerniera esterna	0	1	0

Moltiplicatore attivazione (a0)	0,083
az,SLV [m/s2]	1,3438
az(0) (SLV) [m/s2]	1,3208

Coefficiente sicurezza PGAc/PGAd (SLV)	1,02
az,SLD [m/s ²]	0,6719
az(0) (SLD) [m/s ²]	0,5462
Coefficiente sicurezza PGAc/PGAd (SLD)	1,23

STATO DI PROGETTO EDIFICIO IN CALCESTRUZZO

Introduzione

Analisi pushover

Descrizione della struttura

La presente relazione ha per oggetto l'analisi delle strutture, le considerazioni di merito, i calcoli svolti per l'edificio sito in Gragnano Trebbiense (PC), via Carella, 2

Tipo di analisi svolta

Al fine di eseguire le dovute verifiche nei riguardi dell'edificio in questione, si è deciso di procedere con l'esecuzione di una analisi statica non lineare.

Le verifiche richieste si concretizzano nel confronto tra la curva di capacità per le diverse condizioni previste e la domanda di spostamento prevista dalla normativa.

La curva di capacità è individuata mediante un diagramma spostamento-taglio massimo alla base.

Metodo di analisi

La modellazione dell'edificio viene realizzata mediante l'inserimento di pareti che vengono discretizzate in macroelementi, rappresentativi di maschi murari e fasce di piano deformabili; i nodi rigidi sono indicati nelle porzioni di muratura che tipicamente sono meno soggette al danneggiamento sismico. Solitamente i maschi e le fasce sono contigui alle aperture, i nodi rigidi rappresentano elementi di collegamento tra maschi e fasce. La concezione matematica che si nasconde nell'impiego di tale elemento, permette di riconoscere il meccanismo di danno, a taglio nella sua parte centrale o a pressoflessione sui bordi dell'elemento in modo da percepire la dinamica del danneggiamento così come si presenta effettivamente nella realtà.

I nodi del modello, sono nodi tridimensionali a 5 gradi di libertà (le tre componenti di spostamento nel sistema di riferimento globale e le rotazioni intorno agli assi X e Y) o nodi bidimensionali a 3 gradi di libertà (due traslazioni e la rotazione nel piano della parete). Quelli tridimensionali vengono usati per permettere il trasferimento delle azioni, da un primo muro a un secondo disposto trasversalmente rispetto al primo. I nodi di tipo bidimensionale hanno gradi di libertà nel solo piano della parete permettendo il trasferimento degli stati di sollecitazione tra i vari punti della parete.

Gli orizzontamenti, sono modellati con elementi solaio a tre nodi connessi ai nodi tridimensionali, sono caricabili perpendicolarmente al loro piano dai carichi accidentali e permanenti; le azioni sismiche caricano il solaio lungo la direzione del piano medio. Per questo l'elemento finito solaio viene definito con una rigidità assiale, ma nessuna rigidità flessionale, in quanto il comportamento meccanico principale che si intende sondare è quello sotto carico orizzontale dovuto al sisma.

Combinazioni di carico adottate

Secondo le prescrizioni da normativa, le condizioni di carico da esaminare devono considerare almeno due distribuzioni di forze d'inerzia, ricadenti l'una nelle distribuzioni principali (Gruppo 1) e l'altra nelle distribuzioni secondarie (Gruppo 2) appresso illustrate.

- distribuzione proporzionale alle Forze statiche (Gruppo 1)
- distribuzione uniforme di forze, da intendersi come derivata da una distribuzione uniforme di accelerazioni lungo l'altezza della costruzione (Gruppo 2);

L'analisi, eseguita in controllo di spostamento, procede al calcolo della distribuzione di forze che genera il valore dello spostamento richiesto. L'analisi viene fatta continuare fino a che non si verifica il decadimento del taglio al 80% dal suo valore di picco. Si calcola così il valore dello spostamento massimo alla base dell'edificio generato da quella distribuzione di forze. Questo valore di spostamento costituisce il valore ultimo dell'edificio.

Lo spostamento preso in esame per il tracciamento della curva di capacità è quello di un punto dell'edificio detto nodo di controllo.

La normativa richiede il tracciamento di una curva di capacità bi-lineare di un sistema equivalente (SDOF). Il tracciamento di tale curva deve avvenire con una retta che, passando per l'origine interseca la curva del sistema reale in corrispondenza del 70% del valore di picco; la seconda retta risulterà parallela all'asse degli spostamenti tale da generare l'equivalenza delle aree tra i diagrammi del sistema reale e quello equivalente.

La determinazione della curva relativa al sistema equivalente, permette di determinare il periodo con cui ricavare lo spostamento massimo richiesto dal sisma, secondo gli spettri riportati sulla normativa.

La normativa definisce una eccentricità accidentale del centro delle masse pari al 5% della massima dimensione dell'edificio in direzione perpendicolare al sisma.

In base alla tipologia dell'edificio e alle scelte progettuali che si ritengono più idonee, si può decidere la condizione di carico sismico da prendere in esame.

- Carico sismico: Individua quale delle due tipologie di distribuzioni (proporzionale alle masse o al primo modo) prendere in esame.
- Direzione: Individua la direzione lungo cui viene caricata la struttura (X o Y del sistema globale) dal carico sismico.

Al fine di individuare la condizione di carico sismico più gravosa, si è deciso di eseguire le analisi distinte per tipologia di carico, direzione del sisma e di eventuali eccentricità accidentali.

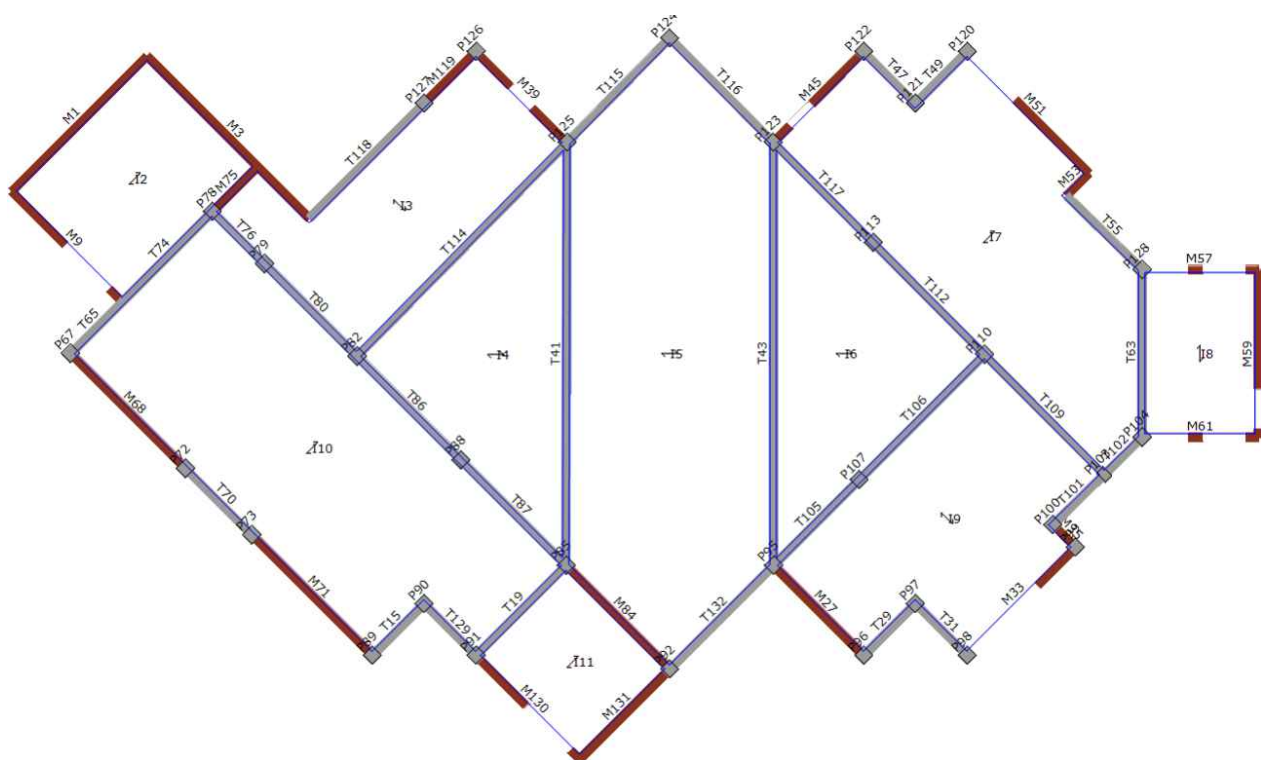
Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Di seguito si indicano l'origine e le caratteristiche dei codici di calcolo utilizzati riportando titolo, produttore e distributore, versione, estremi della licenza d'uso:

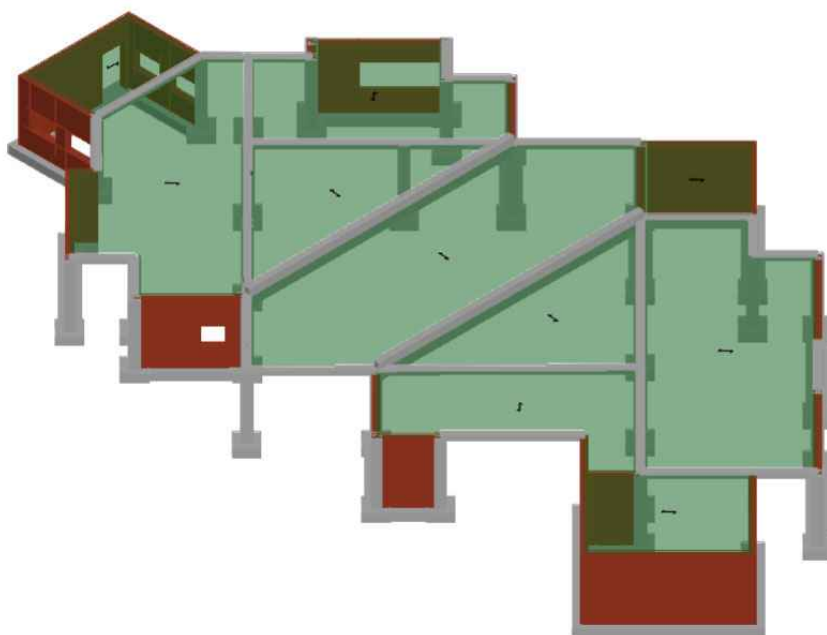
Sigla:	3MURI
Produzione e distribuzione:	S.T.A. DATA srl Corso Raffaello, 12 - 10126 TORINO (TO) tel. 0116699345 fax 0116699375 internet: http://www.stadata.com e.mail: info@stadata.com
Autori:	Prodotto: S.T.A. DATA srl Motore di calcolo: Responsabile Prof. Ing. Sergio LAGOMARSINO Prof. Ing. Serena CATTARI Prof. Ing. Andrea PENNA Ing. Alessandro GALASCO
Versione:	13.5.0.0
Numero Licenza:	(13353) STUDIO ASSOCIATO PANCINI CLAUDIO-MASSIMO

Presentazione dei risultati

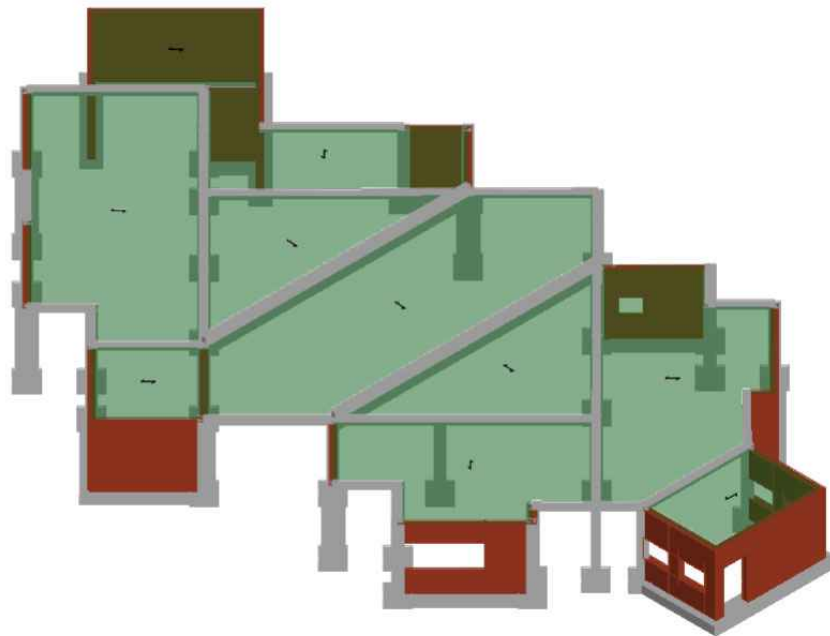
Immagini del modello



Vista pianta livello 1



Vista 3D (1)



Vista 3D (2)

Inquadramento normativo

Sono stati recepiti, per le analisi di cui in seguito, i principi e le regole riportate nelle normative seguenti:

- Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018 - "Norme tecniche per le Costruzioni"
- Circolare applicativa n°7 del 21 gennaio 2019

Parametri di progetto

Per la definizione dell'azione sismica si fa riferimento a:

- Categoria di sottosuolo: B
- Categoria topografica: T1

- Longitudine: 9.57
- Latitudine: 45.0139
- Vita nominale: Opere ordinarie VN $\geq$ 50 anni
- Classe d'uso III - Edifici con grandi affollamenti, infrastrutture importanti

Gli spettri di risposta, sono definiti in funzione del reticolo di riferimento definito nella “Tabella 1” (parametri spettrali) in allegato alle Norme Tecniche.

Tale tabella fornisce, in funzione delle coordinate geografiche (latitudine, longitudine), i parametri necessari a tracciare lo spettro. I parametri forniti dal reticolo di riferimento sono:

a_g : accelerazione orizzontale massima del terreno;

F_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

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

La trilogia di valori qui descritta, è definita per un periodo di ritorno assegnato (TR), definito in base alla probabilità di superamento di ciascuno degli stati limite.

Tali valori, saranno pertanto definiti per ciascuno degli stati limite esaminati (vedere tabella).

Lo spettro sismico dipende anche dalla “Classe del suolo” e dalla “categoria topografica” (vedere tabella).

	Ag [m/s²]	F0	Tc* [s]	Tr	Ss	Tb [s]	Tc [s]	Td [s]
SLC	1,42	2,47	0,29	1462,00	1,20	0,14	0,41	2,18
SLV	1,10	2,48	0,29	712,00	1,20	0,14	0,41	2,05
SLD	0,46	2,52	0,25	75,00	1,20	0,12	0,36	1,79
SLO	0,37	2,56	0,22	45,00	1,20	0,11	0,33	1,75

Descrizione dei materiali e del loro comportamento

Comportamento meccanico della muratura

Le proprietà meccaniche del materiale muratura sono definite in modo da individuarne al meglio il comportamento in campo non lineare.

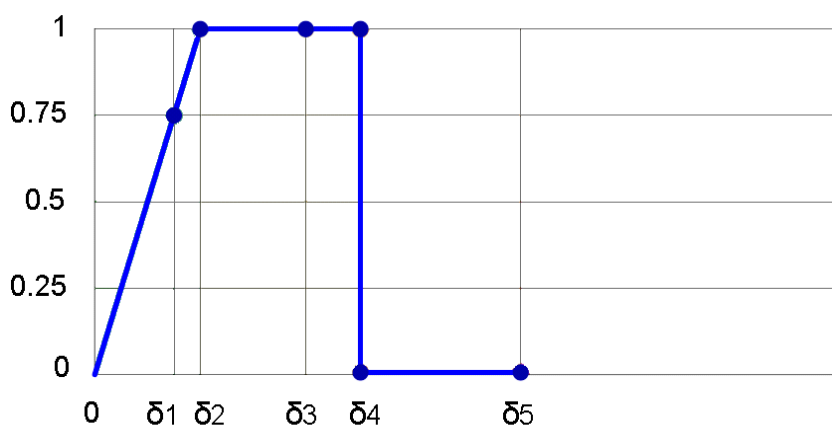
Le caratteristiche principali sono:

- Rigidezza iniziale secondo le caratteristiche elastiche (fessurate) del materiale;
- Redistribuzione delle sollecitazioni interne all'elemento tali da garantire l'equilibrio;
- Settaggio dello stato di danno secondo i parametri globali e locali;
- Degradazione della rigidezza nel ramo plastico;
- Controllo di duttilità mediante la definizione di drift massimo (δ_u) differenziato secondo quanto previsto nelle normative vigenti a seconda del meccanismo di danneggiamento agente sul pannello
- Eliminazione dell'elemento, al raggiungimento delle condizioni limite senza interruzione dell'analisi.

Il comportamento non lineare si attiva quando un valore di forza raggiunge il suo massimo valore definito come il minimo fra i criteri di resistenza pressoflessione e taglio.

Il comportamento dei maschi murari associati ai meccanismi di taglio e pressoflessione può essere descritto attraverso diversi tratti che rappresentano i progressivi livelli di danno.

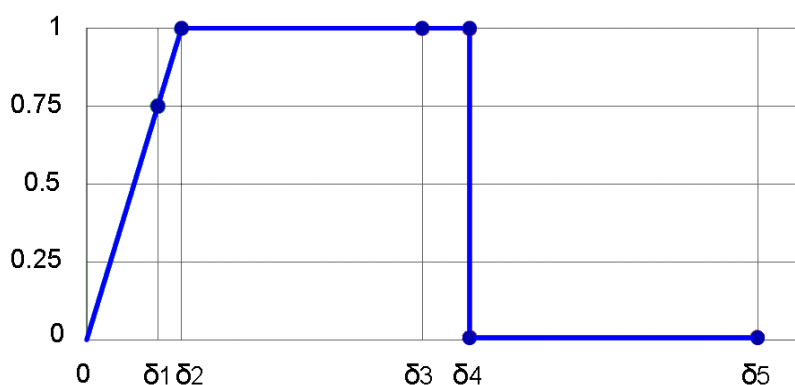
Maschio con meccanismo a taglio



Il comportamento del maschio murario a taglio si può descrivere attraverso i seguenti tratti, rappresentativi dei progressivi livelli di danno relativi al diagramma precedente:

$0 - \delta_1$	elasticità
$\delta_1 - \delta_2$	incipiente di plasticità
$\delta_2 - \delta_3$	plastico per taglio
$\delta_3 - \delta_4$	incipiente rottura per taglio
$\delta_4 - \delta_5$	rottura per taglio
$\delta_5 - \infty$	crisi grave

Maschio con meccanismo a pressoflessione



Il comportamento del maschio murario pressoflessione, invece, si può descrivere attraverso i seguenti tratti:

$0 - \delta_1$	elasticità
$\delta_1 - \delta_2$	incipiente di plasticità
$\delta_2 - \delta_3$	plastico per pressoflessione
$\delta_3 - \delta_4$	incipiente rottura per pressoflessione
$\delta_4 - \delta_5$	rottura per pressoflessione
$\delta_5 - \infty$	crisi grave

Alcuni tra questi livelli di rottura sono necessari per descrivere con maggiore cura il progredire della crisi permettendo una più accurata previsione degli interventi e del livello di degrado della muratura:

- Incipiente plasticità: Quando un elemento si trova ancora in campo elastico ma è prossimo alla plasticità
- Incipiente rottura: Quando un elemento è in campo plastico ma è prossimo alla rottura
- Crisi grave: Quando in seguito alla rottura dell'elemento le deformazioni diventano talmente significative da poter generare un crollo locale.

Il software mette a disposizione tre categorie di legame:

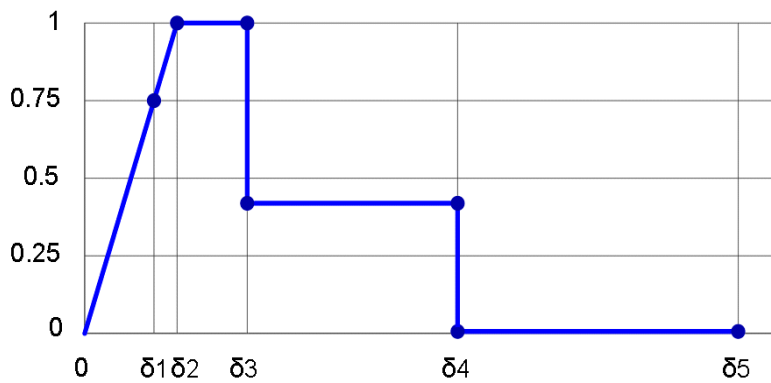
- Con degrado di resistenza a un valore residuo (Legame multilineare)
- Con resistenza pari al valore residuo (Legame bilineare)

- Priva di resistenza residua

Tra queste le categorie di legame utilizzate all'interno del progetto in esame sono:

- Con degrado di resistenza a un valore residuo (Legame multilineare)

Con degrado di resistenza a un valore residuo (Legame multilineare)



Questo tipo di legame è definito nella circolare al §C8.7.1.3.1 assumendo:

δ_1 : $0.75 * \delta_2$

δ_2 : deformazione in corrispondenza del limite elastico definito dalla rigidezza e resistenza limite

δ_3 : 0.005

δ_4 : 0.015

δ_5 : $2 * \delta_4$ Questa deformazione rappresenta lo stato di “crisi grave” non direttamente richiesta nella normativa ma utile come avviso per il progettista.

Nome	Tipo	Colore	Descrizione
Muratura	Muratura		
C16/20	Calcestruzzo		
C20/25	Calcestruzzo		
C25/30	Calcestruzzo		
B450	Acciaio armatura		NTC08

Muratura

Nome	Condizione del materiale	Tipo legame	E [N/mm2]	Eh [N/mm2]	G [N/mm2]	Peso specifico [kN/m3]	fm [N/cm2]
Muratura	Esistente	Muratura irregolare (Turnsek/Cacovic)	4.550,00	4.550,00	1.137,50	15	500,00

Condizione del materiale: Esistente

Tipo legame: Muratura irregolare (Turnsek/Cacovic)

Nome	fk [N/cm2]	τ [N/cm2]	FC	γm
Muratura	259,26	8,00	1,35	3,00

Calcestruzzo

Nome	E [N/mm2]	G [N/mm2]	Peso specifico [kN/m3]	fcm [N/mm2]	fck [N/mm2]	γ c	α cc
C20/25	29.962,00	12.484,00	25	28,0	20,0	1,50	0,85
C25/30	31.476,00	13.115,00	25	33,0	25,0	1,50	0,85

Acciaio armatura

Nome	E [N/mm2]	G [N/mm2]	Peso specifico [kN/m3]	fym [N/mm2]	fyk [N/mm2]	γ s
B450	206.000,00	79.231,00	79	484,0	450,0	1,15

Combinazione delle azioni

Carico Sismico:

Le verifiche allo stato limite ultimo (SLV) e allo stato limite di esercizio (SLD; SLO); devono essere effettuate per la seguente combinazione [Norme Tecniche 2018 §2.5.3].

$$E + G_{k1} + G_{k2} + \sum_i \psi_{2i} Q_{ki}$$

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_{k1} + G_{k2} + \sum_i \psi_{2i} Q_{ki}$$

Carico Statico:

La verifica allo stato limite ultimo per carichi statici viene condotta con la seguente combinazione dei carichi.

$$\gamma_{G1} G_{k1} + \gamma_{G2} G_{k2} + \gamma_Q \Psi_0 Q_k$$

dove:

E	azione sismica per lo stato limite in esame;
G_{k1}	peso proprio di tutti gli elementi strutturali;
G_{k2}	peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
Q_{ki}	valore caratteristico della azione variabile;
Ψ_2	coefficiente di combinazione;
Ψ_0	coefficiente di combinazione per i carichi variabili
$\gamma_{G1}, \gamma_{G2}, \gamma_Q$	coefficienti parziali di sicurezza

I valori dei vari coefficienti sono scelti in base alla destinazione d'uso dei vari solai secondo quanto indicato nella norma. [Norme Tecniche 2018 Tabella 2.5.1].

Note

CDM : Considera solo contributo dinamico della massa

N. Solaio	Gk1 [daN/m2]	Gk2 [daN/m2]	Qk [daN/m2]	Carico dominante	ψ_0	ψ_2
2	300	243	250	Si	1,00	0,00
3	300	243	250	Si	1,00	0,00
4	300	243	250	Si	1,00	0,00
5	300	243	250	Si	1,00	0,00
6	300	243	250	Si	1,00	0,00
7	300	243	250	Si	1,00	0,00
8	300	243	250	Si	1,00	0,00
9	300	243	250	Si	1,00	0,00
10	300	243	250	Si	1,00	0,00
11	300	243	250	Si	1,00	0,00

Verifiche per gli stati limite considerati

Secondo le indicazioni da normativa si devono eseguire le seguenti verifiche:

Stato limite Collasso (SLC):

$$D_{max}^{SLC} \leq D_u^{SLC}$$

D_{max}^{SLC} : Spostamento massimo richiesto dalla normativa individuato dallo spettro elastico.

$$D_u^{SLC}$$

: Spostamento massimo offerto dalla struttura corrispondente al minore tra:

- 1) il valore del taglio di base residuo pari all'80% di quello massimo
- 2) il valore corrispondente al raggiungimento della soglia limite della deformazione angolare a SLC in tutti i maschi murari verticali di qualunque livello in una qualunque parete ritenuta significativa ai fini della sicurezza.

$$q^* < 4,0$$

q^* : rapporto tra la forza di risposta elastica e la forza di snervamento del sistema equivalente

Stato limite Vita (SLV):

$$D_{max}^{SLV} \leq D_u^{SLV}$$

$$D_{max}^{SLV}$$

: Spostamento massimo richiesto dalla normativa individuato dallo spettro elastico.

$$D_u^{SLV}$$

: Spostamento massimo offerto dalla struttura individuato in corrispondenza di $0,75 \cdot D_u^{SLC}$.

$$q^* < 3,0$$

q^* : rapporto tra la forza di risposta elastica e la forza di snervamento del sistema equivalente

Stato limite di Danno (SLD):

$$D_{max}^{SLD} \leq D_u^{SLD}$$

$$D_{max}^{SLD}$$

: Spostamento massimo richiesto dalla normativa, calcolato in base allo spettro sismico definito per lo stato limite di danno.

$$D_u^{SLD}$$

: Spostamento minore tra:

- 1) quello corrispondente al limite elastico della bilineare equivalente definita a partire dallo spostamento ultimo a SLC

- 2) quello corrispondente al raggiungimento della resistenza massima a taglio in tutti i maschi murari verticali in un qualunque livello di una qualunque parte ritenuta significativa ai fini dell'uso della costruzione (e comunque non prima dello spostamento per il quale si raggiunge un taglio di base pari a 0,7500 del taglio di base massimo)

Stato limite di Operatività (SLO):

$$D_{max}^{SLO} \leq D_u^{SLO}$$

D_{max}^{SLO} : Spostamento massimo richiesto dalla normativa, calcolato in base allo spettro sismico definito per lo stato limite di operatività.

D_u^{SLO} : Spostamento pari a 0,6670 di quello allo SLD.

Vulnerabilità sismica

Per ciascuno stato limite eseguito viene calcolato l'indice di rischio α (α_{SLC} , α_{SLV} , α_{SLD} , α_{SLO}). Questi parametri vengono calcolati come indicato nel seguito:

$$\alpha_{SLC} = \frac{PGA_{CLC}}{PGA_{DLC}} ;$$

$$\alpha_{SLV} = \frac{PGA_{CLV}}{PGA_{DLV}} ;$$

$$\alpha_{SLD} = \frac{PGA_{CLD}}{PGA_{DLD}} ;$$

$$\alpha_{SLO} = \frac{PGA_{CLO}}{PGA_{DLO}} ;$$

Accelerazioni di capacità: l'entità massima delle azioni, considerate nelle combinazioni di progetto previste, che la struttura è capace di sostenere.

- PGA_{CLC} : accelerazione di capacità corrispondente a SLC

- PGA_{CLV} : accelerazione di capacità corrispondente a SLV
- PGA_{CLD} : accelerazione di capacità corrispondente a SLD
- PGA_{CLO} : accelerazione di capacità corrispondente a SLO

Accelerazioni di domanda : Valori di riferimento delle accelerazioni dell'azione sismica

Tali valori vengono definiti a partire dal carico sismico definito nella forma dello spettro.

- PGA_{DLC} : accelerazione di picco al suolo corrispondente a SLC
- PGA_{DLV} : accelerazione di picco al suolo corrispondente a SLV
- PGA_{DLD} : accelerazione di picco al suolo corrispondente a SLD
- PGA_{DLO} : accelerazione di picco al suolo corrispondente a SLO

Dettaglio verifiche

N.	Dir. sisma	Carico sismico	Ecc. [cm]	Dmax SLC [cm]	Du SLC [cm]	q* SLC	SLC ver.	Dmax SLV [cm]	Du SLV [cm]	q* SLV	SLV ver.
1	+X	Uniforme	0,0	0,33	1,98	1,56	Si	0,20	1,49	1,21	Si
2	+X	Forze statiche	0,0	0,33	1,98	1,52	Si	0,20	1,49	1,18	Si
3	-X	Uniforme	0,0	0,33	0,84	1,27	Si	0,19	0,63	0,99	Si
4	-X	Forze statiche	0,0	0,30	1,06	1,31	Si	0,17	0,80	1,02	Si
5	+Y	Uniforme	0,0	0,40	1,28	1,33	Si	0,24	0,96	1,04	Si
6	+Y	Forze statiche	0,0	0,61	1,42	1,39	Si	0,41	1,06	1,09	Si
7	-Y	Uniforme	0,0	0,22	2,52	1,14	Si	0,13	1,89	0,89	Si
8	-Y	Forze statiche	0,0	0,43	2,23	1,09	Si	0,31	1,67	0,85	Si
9	+X	Uniforme	113,1	0,61	0,84	1,50	Si	0,41	0,63	1,17	Si
10	+X	Uniforme	-113,1	0,33	1,67	1,49	Si	0,20	1,25	1,16	Si
11	+X	Forze statiche	113,1	0,41	0,92	1,62	Si	0,26	0,69	1,26	Si
12	+X	Forze statiche	-113,1	0,33	1,25	1,45	Si	0,20	0,94	1,13	Si
13	-X	Uniforme	113,1	0,33	1,58	1,43	Si	0,20	1,19	1,11	Si
14	-X	Uniforme	-113,1	0,28	1,90	1,32	Si	0,16	1,43	1,03	Si
15	-X	Forze statiche	113,1	0,34	1,78	1,47	Si	0,20	1,34	1,15	Si
16	-X	Forze statiche	-113,1	0,29	1,51	1,27	Si	0,16	1,13	0,99	Si

17	+Y	Uniforme	195,6	0,38	1,84	1,69	Si	0,25	1,38	1,32	Si
18	+Y	Uniforme	-195,6	0,33	1,03	1,35	Si	0,19	0,77	1,05	Si
19	+Y	Forze statiche	195,6	0,38	1,84	1,69	Si	0,25	1,38	1,31	Si
20	+Y	Forze statiche	-195,6	0,32	1,68	1,44	Si	0,19	1,26	1,12	Si
21	-Y	Uniforme	195,6	0,26	2,84	1,32	Si	0,14	2,13	1,03	Si
22	-Y	Uniforme	-195,6	0,67	7,45	1,09	Si	0,50	5,58	0,85	Si
23	-Y	Forze statiche	195,6	0,27	2,96	1,23	Si	0,16	2,22	0,96	Si
24	-Y	Forze statiche	-195,6	0,68	9,26	1,10	Si	0,50	6,95	0,86	Si

N.	Dir. sisma	Carico sismico	Ecc. [cm]	Dmax SLD [cm]	Dd SLD [cm]	SLD ver.	Dmax SLO [cm]	Do SLO [cm]	SLO ver.
1	+X	Uniforme	0,0	0,06	0,13	Si	0,05	0,08	Si
2	+X	Forze statiche	0,0	0,07	0,13	Si	0,05	0,09	Si
3	-X	Uniforme	0,0	0,08	0,19	Si	0,07	0,13	Si
4	-X	Forze statiche	0,0	0,07	0,16	Si	0,06	0,11	Si
5	+Y	Uniforme	0,0	0,10	0,22	Si	0,08	0,15	Si
6	+Y	Forze statiche	0,0	0,16	0,35	Si	0,13	0,24	Si
7	-Y	Uniforme	0,0	0,06	0,15	Si	0,05	0,10	Si
8	-Y	Forze statiche	0,0	0,13	0,37	Si	0,11	0,24	Si
9	+X	Uniforme	113,1	0,15	0,31	Si	0,12	0,21	Si
10	+X	Uniforme	-113,1	0,07	0,14	Si	0,05	0,09	Si
11	+X	Forze statiche	113,1	0,08	0,16	Si	0,07	0,11	Si
12	+X	Forze statiche	-113,1	0,07	0,14	Si	0,06	0,10	Si
13	-X	Uniforme	113,1	0,07	0,15	Si	0,06	0,10	Si
14	-X	Uniforme	-113,1	0,06	0,14	Si	0,05	0,10	Si
15	-X	Forze statiche	113,1	0,07	0,15	Si	0,06	0,10	Si
16	-X	Forze statiche	-113,1	0,07	0,16	Si	0,06	0,11	Si
17	+Y	Uniforme	195,6	0,07	0,13	Si	0,06	0,09	Si
18	+Y	Uniforme	-195,6	0,07	0,17	Si	0,06	0,11	Si
19	+Y	Forze statiche	195,6	0,07	0,13	Si	0,06	0,09	Si
20	+Y	Forze statiche	-195,6	0,07	0,14	Si	0,05	0,09	Si
21	-Y	Uniforme	195,6	0,06	0,13	Si	0,05	0,09	Si
22	-Y	Uniforme	-195,6	0,21	0,58	Si	0,17	0,39	Si
23	-Y	Forze statiche	195,6	0,07	0,16	Si	0,05	0,11	Si
24	-Y	Forze statiche	-195,6	0,21	0,58	Si	0,17	0,39	Si

N.	Dir. sisma	Carico sismico	Ecc. [cm]	α SLC	α SLV	α SLD	α SLO
1	+X	Uniforme	0,0	2,565	2,471	1,960	1,601
2	+X	Forze statiche	0,0	2,629	2,533	2,009	1,641
3	-X	Uniforme	0,0	1,810	1,900	2,414	1,971
4	-X	Forze statiche	0,0	2,268	2,343	2,341	1,912
5	+Y	Uniforme	0,0	2,250	2,306	2,296	1,876
6	+Y	Forze statiche	0,0	1,899	1,934	2,191	1,790
7	-Y	Uniforme	0,0	3,501	3,373	2,639	2,155
8	-Y	Forze statiche	0,0	3,223	3,256	2,814	2,298
9	+X	Uniforme	113,1	1,267	1,322	2,039	1,665
10	+X	Uniforme	-113,1	2,676	2,578	2,045	1,670

11	+X	Forze statiche	113,1	1,792	1,847	1,890	1,544
12	+X	Forze statiche	-113,1	2,565	2,614	2,107	1,721
13	-X	Uniforme	113,1	2,806	2,703	2,144	1,752
14	-X	Uniforme	-113,1	3,021	2,910	2,308	1,885
15	-X	Forze statiche	113,1	2,716	2,616	2,075	1,695
16	-X	Forze statiche	-113,1	3,074	3,026	2,400	1,960
17	+Y	Uniforme	195,6	2,365	2,279	1,807	1,476
18	+Y	Uniforme	-195,6	2,141	2,212	2,258	1,844
19	+Y	Forze statiche	195,6	2,371	2,284	1,812	1,480
20	+Y	Forze statiche	-195,6	2,770	2,669	2,117	1,729
21	-Y	Uniforme	195,6	3,035	2,924	2,286	1,867
22	-Y	Uniforme	-195,6	3,659	3,525	2,796	2,284
23	-Y	Forze statiche	195,6	3,250	3,131	2,484	2,028
24	-Y	Forze statiche	-195,6	3,637	3,504	2,779	2,270

Dalla tabella riassuntiva dei risultati sopra riportata si desume che le verifiche risultano soddisfatte, le analisi più significative sono la n°. 9 e la n°. 6 , rispettivamente per le direzioni X ed Y .

La scelta di tali analisi come analisi “significative” è fatta in base alla ricerca del minore valore del parametro di vulnerabilità sismica.

Riportiamo qui di seguito i dettagli delle analisi sopra citate.

Sintesi dei risultati

Legenda risultati

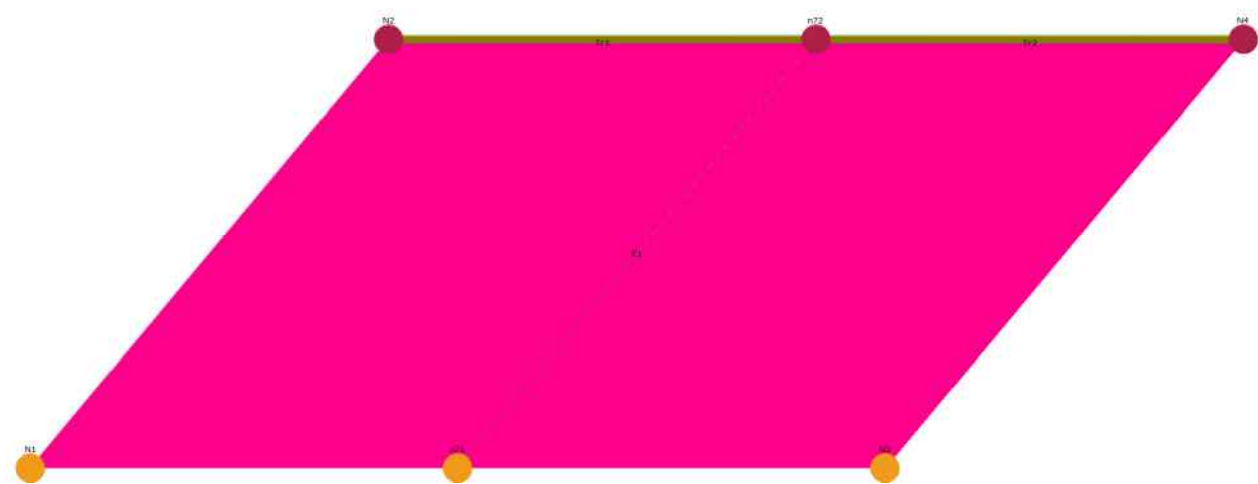
C.A.	
	Integro
	Rottura per taglio
	Plastico presso flessione
	Rottura presso flessione
	Rottura per compressione
	Rottura per trazione
	Rottura per taglio
Legno	
	Integro
	Rottura presso flessione
	Rottura per compressione
	Rottura per trazione
Acciaio	
	Integro
	Plastico presso flessione
	Plastico per compressione

Muratura	
	Integro
	Incipiente plasticità
	Plastico per taglio
	Incipiente rottura per taglio
	Rottura per taglio
	Plastico presso flessione
	Incipiente rottura presso flessione
	Rottura presso flessione
	Crisi grave
	Rottura per compressione
	Rottura per trazione
	Rottura in fase elastica
	Elemento non efficace

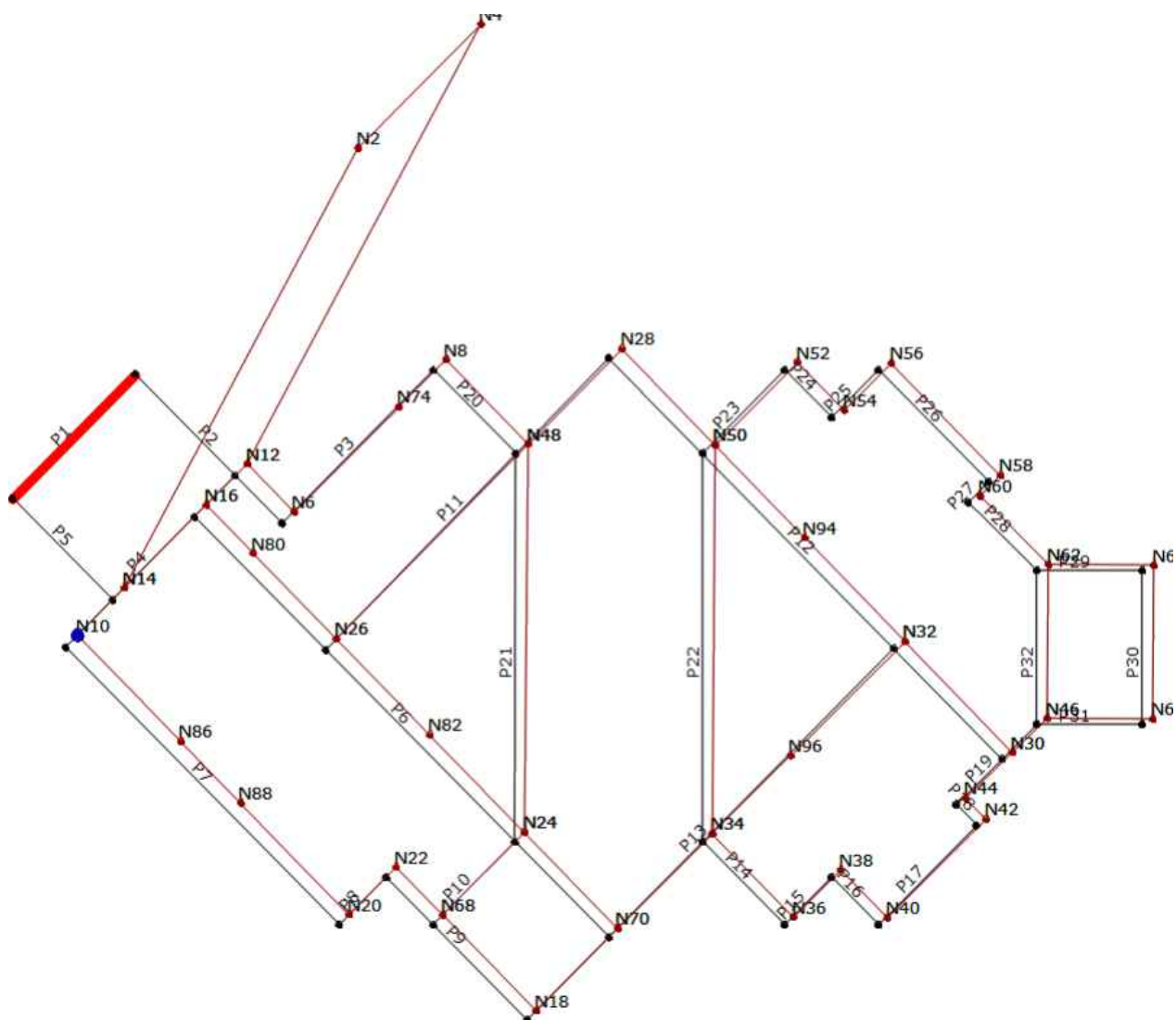
	Plastico per trazione
	Elemento non efficace
	Ritorno in fase elastica

Analisi sismica n. 9 Direzione X

Analisi sismica n. 9 Parete 1 Sottopasso 155



Deformata Pianta



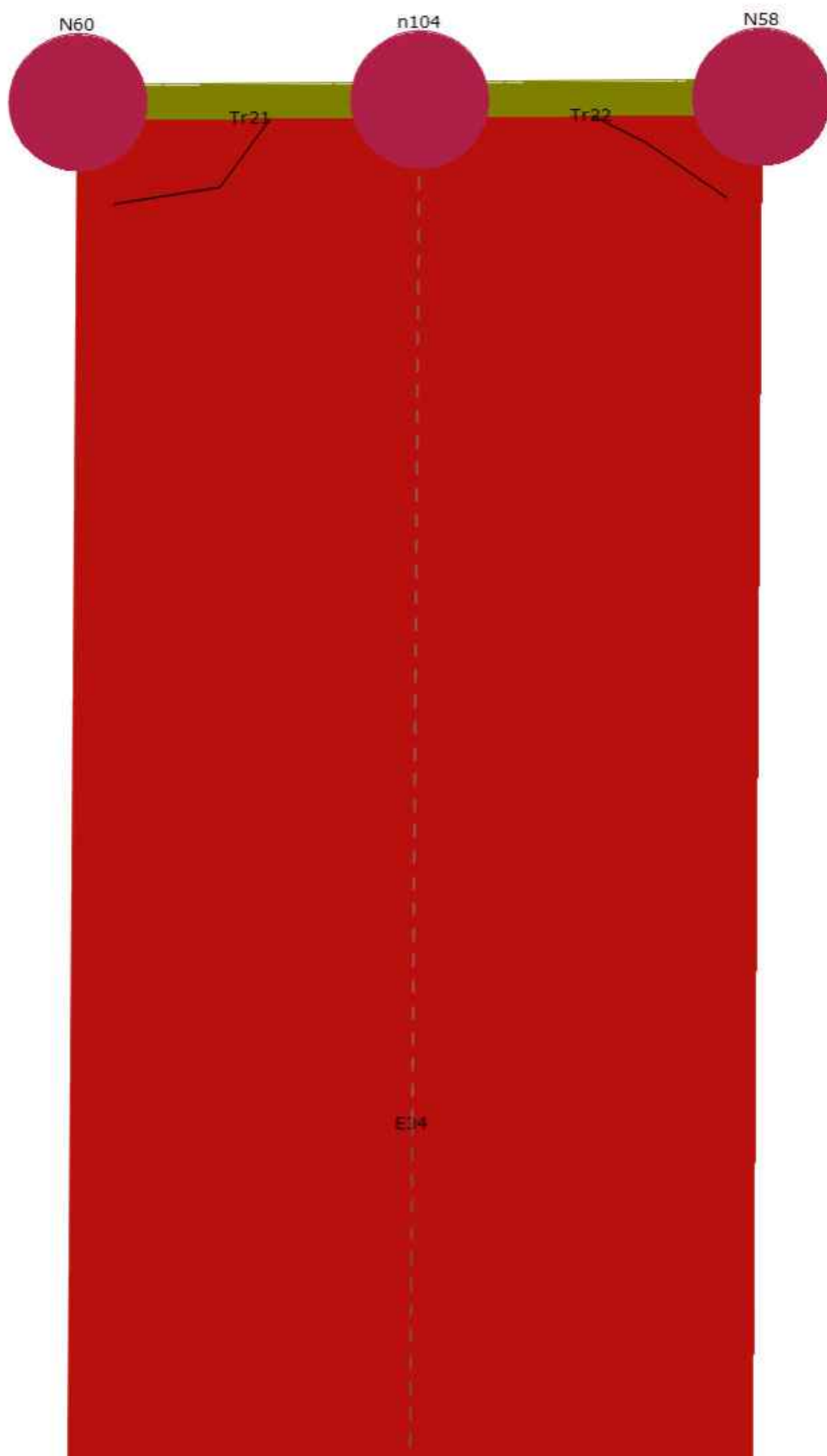


I valori delle PGA riportati sono da ritenersi calcolati su suolo rigido.

	TRc							TR=cost		
	TR C	TR D	α TR	PGA D [m/s2]	PGA C (TR) [m/s2]	F0 (TR)	T* C (TR)	α PGA (TR)	PGA C [m/s2]	α PGA
SLC	> 2475	1462	> 1,6929	1,7034	2,0342	2,48	0,29	1,1942	2,1588	1,2673
SLV	1593	712	2,2374	1,3208	1,7529	2,47	0,29	1,3271	1,7459	1,3218
SLD	464	75	6,1867	0,5462	1,1266	2,49	0,28	2,0625	1,1135	2,0386
SLO	159	45	3,5333	0,4391	0,7358	2,54	0,27	1,6756	0,7311	1,6650

Analisi sismica n. 6 Direzione Y

Analisi sismica n. 6 Parete 27 Sottopasso 37



The graph shows the force V in daN as a function of distance d in cm. The force increases linearly from 0 at $d=0$ to approximately 95.3 daN at $d=0.28$ cm. It then remains relatively constant around 95.3 daN until $d=0.57$ cm, where $D_{max}=0.61$. After this, the force increases sharply to a peak of about 136.2 daN at $d=1.0$ cm, before decreasing to approximately 108.9 daN at $d=1.42$ cm, where $D_u=1.42$.

						TRc	TR=cost		
TR C	TR D	α TR	PGA D [m/s ²]	PGA C (TR) [m/s ²]	F0 (TR)	T* C (TR)	α PGA (TR)	PGA C [m/s ²]	α PGA

SLC	> 2475	1462	> 1,6929	1,4195	1,6952	2,48	0,29	1,1942	2,6959	1,8991
SLV	> 2475	712	> 3,4761	1,1007	1,6952	2,48	0,29	1,5401	2,1289	1,9342
SLD	564	75	7,5200	0,4552	1,0094	2,49	0,29	2,2177	0,9975	2,1915
SLO	193	45	4,2889	0,3659	0,6661	2,52	0,27	1,8204	0,6550	1,7899

I valori delle PGA riportati sono da ritenersi calcolati su suolo rigido.

Il medesimo valore su suolo di riferimento è ottenibile moltiplicando gli stessi per (SS*St); i corrispondenti valori nella tabella seguente.

	TR C	TR D	α TR	PGA D [m/s ²]	PGA C (TR) [m/s ²]	F0 (TR)	TRc		TR=cost	
							T* C (TR)	α PGA (TR)	PGA C [m/s ²]	α PGA
SLC	> 2475	1462	> 1,6929	1,7034	2,0342	2,48	0,29	1,1942	3,2350	1,8991
SLV	> 2475	712	> 3,4761	1,3208	2,0342	2,48	0,29	1,5401	2,5547	1,9342
SLD	564	75	7,5200	0,5462	1,2113	2,49	0,29	2,2177	1,1970	2,1915
SLO	193	45	4,2889	0,4391	0,7993	2,52	0,27	1,8204	0,7859	1,7899

Conclusioni

Analisi sismica n. 9 Direzione X

Analisi sismica n. 6 Direzione Y

Stato limite	α PGA (TR)	α TR	α PGA (TR)	α TR
SLC	1,1942	> 1,6929	1,1942	> 1,6929

(*) Tutti i valori di α_{TR} sono da ritenersi calcolati come $\alpha_{TR}=TR_C/TR_D$ (privi di qualsiasi esponente correttivo).

In base alla tipologia di edificio si assume $\zeta_{E_lim}= 1,000$

La verifica risulta superata, la condizione più gravosa si ha in corrispondenza della direzione [Y] del sisma.

Allegati

Elementi di struttura

Livello 1

Pannello murario

N.	Parete	Materiale	Rinforzo	Quota [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]
1	1	Muratura	-	300	300	25,0
3	2	Muratura	-	300	300	25,0
119	3	Muratura	-	300	300	25,0

75	4	Muratura	-	300	300	25,0
9	5	Muratura	-	300	300	25,0
84	6	Muratura	-	300	300	25,0
68	7	Muratura	-	300	300	25,0
71	7	Muratura	-	300	300	25,0
130	9	Muratura	-	300	300	25,0
131	13	Muratura	-	300	300	25,0
27	14	Muratura	-	300	300	25,0
33	17	Muratura	-	300	300	25,0
35	18	Muratura	-	300	300	25,0
39	20	Muratura	-	300	300	25,0
45	23	Muratura	-	300	300	25,0
51	26	Muratura	-	300	300	25,0
53	27	Muratura	-	300	300	25,0
57	29	Muratura	-	300	300	25,0
59	30	Muratura	-	300	300	25,0
61	31	Muratura	-	300	300	25,0

Trave C.A. (1)

N.	Parete	Materiale calcestruzzo	Materiale acciaio	Quota I [cm]	Quota J [cm]	Base sezione [cm]	Altezza sezione [cm]	J [cm4]
118	3	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
65	4	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
74	4	C25/30	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
76	6	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
80	6	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
86	6	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
87	6	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
70	7	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
15	8	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
129	9	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
19	10	C25/30	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
114	11	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
115	11	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
109	12	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
112	12	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
116	12	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
117	12	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
105	13	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
106	13	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
132	13	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
29	15	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
31	16	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
101	19	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
102	19	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
41	21	C20/25	B450	300	300	25,0	80,0	1.066.666,63

43	22	C20/25	B450	300	300	25,0	80,0	1.066.666,6 3
47	24	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
49	25	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
55	28	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33
63	32	C20/25	B450	300	300	25,0	22,0	22.183,33

Trave C.A. (2)

N.	Parete	Af intradosso [cm2]	Af estradosso [cm2]	N. barre intradosso	N. barre estradosso	Copriferro [cm]	Passo staffe [cm]	Area staffe [cm2]
118	3	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
65	4	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
74	4	4,02	4,02	2	2	2,0	20	1,01
76	6	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
80	6	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
86	6	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
87	6	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
70	7	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
15	8	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
129	9	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
19	10	4,02	4,02	2	2	2,0	20	1,01
114	11	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
115	11	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
109	12	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
112	12	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
116	12	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
117	12	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
105	13	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
106	13	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
132	13	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
29	15	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
31	16	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
101	19	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
102	19	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
41	21	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
43	22	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
47	24	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
49	25	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
55	28	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01
63	32	2,26	2,26	2	2	2,0	20	1,01

Pilastro C.A. (1)

N.	Materiale calcestruzzo	Materiale acciaio	Rinforzo	Quota [cm]	Base sezione [cm]	Altezza sezione [cm]	Area [cm2]	Angolo [°]	Altezza [cm]
67	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
72	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
73	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
78	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300

79	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
82	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
85	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
88	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
89	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
90	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
91	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
92	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
95	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
96	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
97	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
98	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
99	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
100	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
103	C20/25	B450	-	300	30,0	40,0	1.200,00	45	300
104	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
107	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
110	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
113	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
120	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
121	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
122	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
123	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
124	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
125	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
126	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
127	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300
128	C20/25	B450	-	300	40,0	40,0	1.600,00	45	300

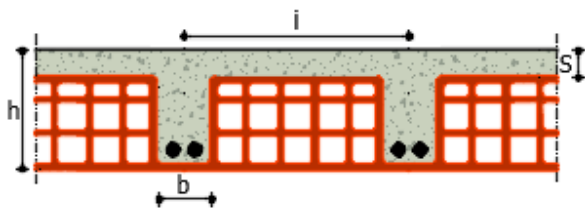
Pilastro C.A. (2)

N.	Af lato b [cm2]	Af lato h [cm2]	N. barre lato b	N. barre lato h	Copriferro [cm]	Passo staffe [cm]	Area staffe [cm2]
67	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
72	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
73	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
78	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
79	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
82	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
85	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
88	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
89	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
90	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
91	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
92	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
95	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
96	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
97	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
98	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01

99	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
100	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
103	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
104	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
107	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
110	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
113	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
120	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
121	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
122	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
123	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
124	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
125	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
126	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
127	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01
128	2,26	2,26	2	2	3,0	20	1,01

Archivi solai

Laterocemento



Nome	Materiali	Descrizione
U1	CLS: C20/25	Laterocemento b [cm] = 10,0; i [cm] = 50,0; h solaio [cm] = 22; S [cm] = 4,0

Solaio

N.	Archivio	Quota [cm]	Spessore [cm]	G [N/mm2]	Ex [N/mm2]	Ey [N/mm2]	Scarico masse	Tipo
2	U1	300	4,0	12.484,17	56.927,80	29.962,00	Monodirezionale	Laterocemento
3	U1	300	4,0	12.484,17	56.927,80	29.962,00	Monodirezionale	Laterocemento
4	U1	300	4,0	12.484,17	56.927,80	29.962,00	Monodirezionale	Laterocemento
5	U1	300	4,0	12.484,17	56.927,80	29.962,00	Monodirezionale	Laterocemento
6	U1	300	4,0	12.484,17	56.927,80	29.962,00	Monodirezionale	Laterocemento
7	U1	300	4,0	12.484,17	56.927,80	29.962,00	Monodirezionale	Laterocemento
8	U1	300	4,0	12.484,17	56.927,80	29.962,00	Monodirezionale	Laterocemento
9	U1	300	4,0	12.484,17	56.927,80	29.962,00	Monodirezionale	Laterocemento
10	U1	300	4,0	12.484,17	56.927,80	29.962,00	Monodirezionale	Laterocemento
11	U1	300	4,0	12.484,17	56.927,80	29.962,00	Monodirezionale	Laterocemento

Telaio equivalente

Parete : 1

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
1	-1.393	397	0	0
3	-969	821	0	0
2	-1.393	397	300	1
4	-969	821	300	1

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
71	300	0	0
72	300	300	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
1	Muratura	-	25,0	600,0	300,0	300	150	71	72

Parete : 2

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
3	-969	821	0	0
11	-623	474	0	0
4	-969	821	300	1
12	-623	474	300	1
6	-460	312	300	1

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
5	720	0	0

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
2	Muratura	-	25,0	720,0	300,0	360	150	11	12

Parete : 3

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
73	-99	672	0	0
7	63	835	0	0
6	-460	312	300	1
74	-99	672	300	1
8	63	835	300	1

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
75	625	0	0
76	625	300	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
3	Muratura	-	25,0	230,0	300,0	625	150	75	76

Parete : 4

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
9	-1.210	-113	0	0
15	-764	333	0	0
11	-623	474	0	0
10	-1.210	-113	300	1
14	-1.047	50	300	1
16	-764	333	300	1
12	-623	474	300	1

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
77	730	0	0
78	730	300	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
4	Muratura	-	25,0	200,0	300,0	730	150	77	78

Parete : 5

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
1	-1.393	397	0	0
2	-1.393	397	300	1
14	-1.047	50	300	1

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
13	490	0	0

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
7	Muratura	-	25,0	240,0	227,5	120	156	1	2
8	Muratura	-	25,0	60,0	227,5	460	156	13	14

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
5	Muratura	-	25,0	190,0	90,0	335	45	1	13
6	Muratura	-	25,0	190,0	55,0	335	273	2	14

Parete : 6

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
15	-764	333	0	0
79	-600	169	0	0
25	-310	-121	0	0
81	16	-447	0	0
23	346	-777	0	0
69	671	-1.102	0	0
16	-764	333	300	1
80	-600	169	300	1
26	-310	-121	300	1
82	16	-447	300	1
24	346	-777	300	1
70	671	-1.102	300	1

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
83	1.800	0	0
84	1.800	300	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
9	Muratura	-	25,0	460,0	300,0	1.800	150	83	84

Parete : 7

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
9	-1.210	-113	0	0
85	-849	-473	0	0
87	-640	-682	0	0
19	-262	-1.060	0	0
10	-1.210	-113	300	1
86	-849	-473	300	1
88	-640	-682	300	1
20	-262	-1.060	300	1

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
89	255	0	0
91	1.073	0	0

90	255	300	1
92	1.073	300	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
10	Muratura	-	25,0	510,0	300,0	255	150	89	90
11	Muratura	-	25,0	535,0	300,0	1.073	150	91	92

Parete : 8

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
19	-262	-1.060	0	0
21	-99	-897	0	0
20	-262	-1.060	300	1
22	-99	-897	300	1

Parete : 9

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
21	-99	-897	0	0
67	63	-1.060	0	0
17	389	-1.385	0	0
22	-99	-897	300	1
68	63	-1.060	300	1
18	389	-1.385	300	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
14	Muratura	-	25,0	225,7	227,5	343	156	67	68
15	Muratura	-	25,0	44,3	227,5	668	156	17	18

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
12	Muratura	-	25,0	190,0	90,0	551	45	67	17
13	Muratura	-	25,0	190,0	55,0	551	273	68	18

Parete : 10

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
67	63	-1.060	0	0
23	346	-777	0	0
68	63	-1.060	300	1
24	346	-777	300	1

Parete : 11**Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
25	-310	-121	0	0
47	349	549	0	0
27	671	877	0	0
26	-310	-121	300	1
48	349	549	300	1
28	671	877	300	1

Parete : 12**Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
27	671	877	0	0
49	997	550	0	0
93	1.309	236	0	0
31	1.659	-115	0	0
29	2.034	-492	0	0
28	671	877	300	1
50	997	550	300	1
94	1.309	236	300	1
32	1.659	-115	300	1
30	2.034	-492	300	1

Parete : 13**Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
17	389	-1.385	0	0
69	671	-1.102	0	0
33	997	-777	0	0
95	1.265	-509	0	0
31	1.659	-115	0	0
18	389	-1.385	300	1
70	671	-1.102	300	1
34	997	-777	300	1
96	1.265	-509	300	1
32	1.659	-115	300	1

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
97	200	0	0
98	200	300	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
----	-----------	----------	---------------	-----------	--------------	-------------------	-------------------	------------	------------

16	Muratura	-	25,0	400,0	300,0	200	150	97	98
----	----------	---	------	-------	-------	-----	-----	----	----

Parete : 14

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
33	997	-777	0	0
35	1.280	-1.060	0	0
34	997	-777	300	1
36	1.280	-1.060	300	1

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
99	200	0	0
100	200	300	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
17	Muratura	-	25,0	400,0	300,0	200	150	99	100

Parete : 15

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
35	1.280	-1.060	0	0
37	1.442	-897	0	0
36	1.280	-1.060	300	1
38	1.442	-897	300	1

Parete : 16

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
37	1.442	-897	0	0
39	1.605	-1.060	0	0
38	1.442	-897	300	1
40	1.605	-1.060	300	1

Parete : 17

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
39	1.605	-1.060	0	0
41	1.944	-721	0	0
40	1.605	-1.060	300	1
42	1.944	-721	300	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
20	Muratura	-	25,0	20,0	215,0	10	152	39	40
21	Muratura	-	25,0	170,0	215,0	395	152	41	42

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
18	Muratura	-	25,0	290,0	90,0	165	45	39	41
19	Muratura	-	25,0	290,0	80,0	165	260	40	42

Parete : 18

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
43	1.873	-650	0	0
41	1.944	-721	0	0
44	1.873	-650	300	1
42	1.944	-721	300	1

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
101	50	0	0
102	50	300	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
22	Muratura	-	25,0	100,0	300,0	50	150	101	102

Parete : 19

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
43	1.873	-650	0	0
29	2.034	-492	0	0
45	2.153	-375	0	0
44	1.873	-650	300	1
30	2.034	-492	300	1
46	2.153	-375	300	1

Parete : 20

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
7	63	835	0	0
47	349	549	0	0
8	63	835	300	1
48	349	549	300	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
24	Muratura	-	25,0	157,0	262,9	79	131	7	8
25	Muratura	-	25,0	157,0	262,9	326	131	47	48

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
23	Muratura	-	25,0	90,0	90,0	202	255	8	48

Parete : 21**Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
23	346	-777	0	0
47	349	549	0	0
24	346	-777	300	1
48	349	549	300	1

Parete : 22**Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
33	997	-777	0	0
49	997	550	0	0
34	997	-777	300	1
50	997	550	300	1

Parete : 23**Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
49	997	550	0	0
51	1.280	835	0	0
50	997	550	300	1
52	1.280	835	300	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
28	Muratura	-	25,0	76,2	195,0	38	147	49	50
29	Muratura	-	25,0	235,0	195,0	284	147	51	52

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
26	Muratura	-	25,0	90,0	90,0	121	45	49	51
27	Muratura	-	25,0	90,0	120,0	121	240	50	52

Parete : 24**Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
51	1.280	835	0	0
53	1.442	672	0	0
52	1.280	835	300	1
54	1.442	672	300	1

Parete : 25**Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
53	1.442	672	0	0
55	1.605	835	0	0
54	1.442	672	300	1
56	1.605	835	300	1

Parete : 26**Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
55	1.605	835	0	0
57	1.987	453	0	0
56	1.605	835	300	1
58	1.987	453	300	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
32	Muratura	-	25,0	20,4	227,5	10	156	55	56
33	Muratura	-	25,0	329,6	227,5	375	156	57	58

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
30	Muratura	-	25,0	190,0	90,0	115	45	55	57
31	Muratura	-	25,0	190,0	55,0	115	273	56	58

Parete : 27**Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
57	1.987	453	0	0
60	1.916	382	300	1
58	1.987	453	300	1

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
------	---------------	--------	---------

59	0	0	0
103	50	0	0
104	50	300	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
34	Muratura	-	25,0	100,0	300,0	50	150	103	104

Parete : 28

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
61	2.153	150	0	0
60	1.916	382	300	1
62	2.153	150	300	1

Parete : 29

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
61	2.153	150	0	0
63	2.518	150	0	0
62	2.153	150	300	1
64	2.518	150	300	1

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
105	168	0	0
106	168	300	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
40	Muratura	-	25,0	50,0	90,0	168	135	105	106
39	Muratura	-	25,0	13,3	195,0	7	147	61	62
41	Muratura	-	25,0	42,0	195,0	344	147	63	64

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
35	Muratura	-	25,0	130,0	90,0	78	45	61	105
37	Muratura	-	25,0	130,0	90,0	258	45	105	63
36	Muratura	-	25,0	130,0	120,0	78	240	62	106
38	Muratura	-	25,0	130,0	120,0	258	240	106	64

Parete : 30

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
------	--------	--------	--------	---------

65	2.518	-375	0	0
63	2.518	150	0	0
66	2.518	-375	300	1
64	2.518	150	300	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
43	Muratura	-	25,0	28,5	262,9	14	131	65	66
44	Muratura	-	25,0	377,2	262,9	337	131	63	64

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
42	Muratura	-	25,0	120,0	90,0	88	255	66	64

Parete : 31

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
45	2.153	-375	0	0
65	2.518	-375	0	0
46	2.153	-375	300	1
66	2.518	-375	300	1

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
107	168	0	0
108	168	300	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
50	Muratura	-	25,0	50,0	90,0	168	135	107	108
49	Muratura	-	25,0	13,3	195,0	7	147	45	46
51	Muratura	-	25,0	42,0	195,0	344	147	65	66

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
45	Muratura	-	25,0	130,0	90,0	78	45	45	107
47	Muratura	-	25,0	130,0	90,0	258	45	107	65
46	Muratura	-	25,0	130,0	120,0	78	240	46	108
48	Muratura	-	25,0	130,0	120,0	258	240	108	66

Parete : 32

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
45	2.153	-375	0	0

61	2.153	150	0	0
46	2.153	-375	300	1
62	2.153	150	300	1

(*) Elementi di copertura

Analisi dei meccanismi locali

Descrizione della struttura

La presente relazione ha per oggetto l'analisi delle strutture, le considerazioni di merito, i calcoli svolti per l'edificio sito in Gagnano Trebbiense (PC), via Carella, 2

Tipo di analisi svolta

Al fine di eseguire le dovute verifiche nei riguardi dell'edificio in questione, si è deciso di procedere con l'analisi di possibili meccanismi locali.

Quest'ultimi risultano importanti nel caso in cui la scatolarità dell'edificio non sia garantita a causa di collegamenti non adeguati o tra le pareti ortogonali o tra solaio e parete.

Metodo di analisi

Negli edifici esistenti in muratura spesso avvengono collassi parziali per cause sismiche, in genere per perdita dell'equilibrio di porzioni murarie; la verifica nei riguardi di questi meccanismi, secondo le modalità descritte nel seguito, assume significato se è garantita una certa monoliticità della parete muraria, tale da impedire collassi puntuali per disgregazione della muratura.

Le verifiche con riferimento ai meccanismi locali possono essere svolte tramite l'analisi limite dell'equilibrio, secondo l'approccio cinematico, che si basa sulla scelta del meccanismo di collasso e la valutazione dell'azione orizzontale che attiva tale cinematisimo.

L'applicazione del metodo di verifica presuppone quindi l'analisi dei meccanismi locali ritenuti significativi per la costruzione, che possono essere ipotizzati sulla base della conoscenza del comportamento sismico di strutture analoghe, già danneggiate dal terremoto, o individuati considerando la presenza di eventuali stati fessurativi, anche di natura non sismica; inoltre saranno tenute presente la qualità della connessione tra le pareti murarie, la tessitura muraria, la presenza di catene, le interazioni con altri elementi della costruzione o degli edifici adiacenti. L'approccio cinematico permette inoltre di determinare l'andamento dell'azione orizzontale che la struttura è progressivamente in grado di sopportare all'evolversi del meccanismo.

Per ogni possibile meccanismo locale ritenuto significativo per l'edificio, il metodo si articola nei seguenti passi:

- trasformazione di una parte della costruzione in un sistema labile (catena cinematica), attraverso l'individuazione di corpi rigidi, definiti da piani di frattura ipotizzabili in grado di ruotare o scorrere tra loro.

- valutazione del moltiplicatore orizzontale dei carichi α_0 che comporta l'attivazione del meccanismo mediante l'impiego del principio dei lavori virtuali (Circolare617-C8.7.1.2.1.1).
- Individuare l'accelerazione sismica spettrale di attivazione a_z a partire dal moltiplicatore orizzontale dei carichi α_0 .

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Di seguito si indicano l'origine e le caratteristiche dei codici di calcolo utilizzati riportando titolo, produttore e distributore, versione, estremi della licenza d'uso:

Sigla:	3MURI
Produzione e distribuzione:	S.T.A. DATA srl Corso Raffaello, 12 - 10126 TORINO (TO) tel. 0116699345 fax 0116699375 internet: http://www.stadata.com e.mail: info@stadata.com
Autori:	Prodotto: S.T.A. DATA srl Motore di calcolo: Responsabile Prof. Ing. Sergio LAGOMARSINO Prof. Ing. Serena CATTARI Prof. Ing. Andrea PENNA Ing. Alessandro GALASCO
Versione:	13.5.0.0
Numero Licenza:	(13353) STUDIO ASSOCIATO PANCINI CLAUDIO-MASSIMO

Presentazione dei risultati

Inquadramento normativo

Sono stati recepiti, per le analisi di cui in seguito, i principi e le regole riportate nelle normative seguenti:

- Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018 - "Norme tecniche per le Costruzioni"
- Circolare applicativa n°7 del 21 gennaio 2019

Parametri di progetto

Per la definizione dell'azione sismica si fa riferimento a:

- Categoria di sottosuolo: B

- Categoria topografica: T1
- Longitudine: 9.57
- Latitudine: 45.0139
- Vita nominale: Opere ordinarie VN $\geq$ 50 anni
- Classe d'uso III - Edifici con grandi affollamenti, infrastrutture importanti

Gli spettri di risposta, sono definiti in funzione del reticolo di riferimento definito nella "Tabella 1" (parametri spettrali) in allegato alle Norme Tecniche.

Tale tabella fornisce, in funzione delle coordinate geografiche (latitudine, longitudine), i parametri necessari a tracciare lo spettro. I parametri forniti dal reticolo di riferimento sono:

a_g : accelerazione orizzontale massima del terreno;

F_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

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

La trilogia di valori qui descritta, è definita per un periodo di ritorno assegnato (TR), definito in base alla probabilità di superamento di ciascuno degli stati limite.

Tali valori, saranno pertanto definiti per ciascuno degli stati limite esaminati (vedere tabella).

Lo spettro sismico dipende anche dalla "Classe del suolo" e dalla "categoria topografica" (vedere tabella).

	A_g [m/s²]	F_0	T_c^* [s]	T_r	S_s	T_b [s]	T_c [s]	T_d [s]
SLC	1,42	2,47	0,29	1462,00	1,20	0,14	0,41	2,18
SLV	1,10	2,48	0,29	712,00	1,20	0,14	0,41	2,05
SLD	0,46	2,52	0,25	75,00	1,20	0,12	0,36	1,79

SLO	0,37	2,56	0,22	45,00	1,20	0,11	0,33	1,75
-----	------	------	------	-------	------	------	------	------

Metodo di verifica

Stato limite di Vita (SLV)

Nel caso in cui la verifica riguardi un elemento isolato o una porzione della costruzione comunque sostanzialmente appoggiata a terra la condizione di superamento della verifica è fornita dalla seguente disequazione:

$$a_{z,SLV} \geq a_z(z=0) = S_{e,SLV}(T=0) = a_{g,SLV} \cdot S$$

$$a_{z,SLV} = \frac{\alpha_0 \cdot g}{e^* \cdot FC} \cdot q$$

Nel caso in cui il meccanismo locale interessa una porzione della costruzione posta ad una certa quota, si deve tener conto del fatto che l'accelerazione assoluta alla quota della porzione di edificio interessata dal cinematismo è in genere amplificata rispetto a quella al suolo; per questo il superamento della verifica è fornita dalla seguente disequazione:

$$a_{z,SLV} \geq \max(a_z(z=0); a_z(z))$$

$$a_z(z) = \sqrt{\sum a_{z,k}^2(z)}$$

$$a_{z,k}(z) = S_{e,SLV}(T_k, \xi_k) \cdot |\gamma_k \cdot \Psi_k(z)| \cdot \sqrt{1 + 0.0004 \cdot \xi_k^2}$$

In base al capitolo §C7.2.3 è consentito riferirsi al solo primo modo di vibrare significativo per la direzione significativa, si assume quindi k=1.

$$a_z(z) = S_{e,SLV}(T_1, \xi_1) \cdot |\gamma_1 \cdot \Psi_1(z)| \cdot \sqrt{1 + 0.0004 \cdot \xi_1^2}$$

- $S_e(T, \xi)$: spettro di risposta elastico al suolo, valutato per il periodo equivalente T e lo smorzamento viscoso equivalente ξ (5%) dell'elemento non strutturale, dell'impianto o del meccanismo locale considerato;
- γ_k : k-esimo coefficiente di partecipazione modale della costruzione;
- $\Psi_k(z)$: valore della k-esimaforma modale alla quota z nella posizione in pianta dove è collocato il meccanismo locale da verificare;
- $a_{z,k}$: contributo del k-esimo modo alla accelerazione massima di piano.

Stato limite di Danno (SLD)

Nel caso di edifici esistenti in muratura, anche in considerazione delle giustificate esigenze di conservazione, pur essendo auspicabile il soddisfacimento di questo stato limite, la sua verifica non è obbligatoria.

Nel caso in cui la verifica riguardi un elemento isolato o una porzione della costruzione comunque sostanzialmente appoggiata a terra la condizione di superamento della verifica è fornita dalla seguente disequazione:

$$a_{z,SLD} \geq a_z(z=0) = S_{e,SLD}(T=0) = a_{g,SLD} \cdot S$$

$$a_{z,SLD} = \frac{\alpha_0 \cdot g}{e^* \cdot FC}$$

Nel caso in cui il meccanismo locale interessa una porzione della costruzione posta ad una certa quota, si deve tener conto del fatto che l'accelerazione assoluta alla quota della porzione di edificio interessata dal cinematismo è in genere amplificata rispetto a quella al suolo; per questo il superamento della verifica è fornita dalla seguente disequazione:

$$a_{z,SLD} \geq \max(a_z(z = 0); a_z(z))$$

$$a_z(z) = S_{e,SLD}(T_1, \xi_1) \cdot | \gamma_1 \cdot \Psi_1(z) | \cdot \sqrt{1 + 0.0004 \cdot \xi_1^2}$$

Descrizione cinematismi

Cinematismo: Facciata

Blocco	Xg [cm]	Yg [cm]	Zg [cm]	Peso[daN]	Parete
1	300	0	150	-6.750	1

Tipo vincolo	Quota [cm]	Parete	Angolo [°]
Cerniera esterna	0	1	0

Moltiplicatore attivazione (a0)	0,083
az,SLV [m/s2]	1,3438
az(0) (SLV) [m/s2]	1,3208
Coefficiente sicurezza PGAc/PGAd (SLV)	1,02
az,SLD [m/s2]	0,6719
az(0) (SLD) [m/s2]	0,5462
Coefficiente sicurezza PGAc/PGAd (SLD)	1,23

STATO DI FATTO EDIFICIO IN MURATURA

Introduzione

Analisi pushover

Descrizione della struttura

La presente relazione ha per oggetto l'analisi delle strutture, le considerazioni di merito, i calcoli svolti per l'edificio sito in Gragnano Trebbiense (PC), via Carella, 2

Tipo di analisi svolta

Al fine di eseguire le dovute verifiche nei riguardi dell'edificio in questione, si è deciso di procedere con l'esecuzione di una analisi statica non lineare.

Le verifiche richieste si concretizzano nel confronto tra la curva di capacità per le diverse condizioni previste e la domanda di spostamento prevista dalla normativa.

La curva di capacità è individuata mediante un diagramma spostamento-taglio massimo alla base.

Metodo di analisi

La modellazione dell'edificio viene realizzata mediante l'inserimento di pareti che vengono discretizzate in macroelementi, rappresentativi di maschi murari e fasce di piano deformabili; i nodi rigidi sono indicati nelle porzioni di muratura che tipicamente sono meno soggette al danneggiamento sismico. Solitamente i maschi e le fasce sono contigui alle aperture, i nodi rigidi rappresentano elementi di collegamento tra maschi e fasce. La concezione matematica che si nasconde nell'impiego di tale elemento, permette di riconoscere il meccanismo di danno, a taglio nella sua parte centrale o a pressoflessione sui bordi dell'elemento in modo da percepire la dinamica del danneggiamento così come si presenta effettivamente nella realtà.

I nodi del modello, sono nodi tridimensionali a 5 gradi di libertà (le tre componenti di spostamento nel sistema di riferimento globale e le rotazioni intorno agli assi X e Y) o nodi bidimensionali a 3 gradi di libertà (due traslazioni e la rotazione nel piano della parete). Quelli tridimensionali vengono usati per permettere il trasferimento delle azioni, da un primo muro a un secondo disposto trasversalmente rispetto al primo. I nodi di tipo bidimensionale hanno gradi di libertà nel solo piano della parete permettendo il trasferimento degli stati di sollecitazione tra i vari punti della parete.

Gli orizzontamenti, sono modellati con elementi solaio a tre nodi connessi ai nodi tridimensionali, sono caricabili perpendicolarmente al loro piano dai carichi accidentali e permanenti; le azioni sismiche caricano il solaio lungo la direzione del piano medio. Per questo l'elemento finito solaio viene definito con una rigidità assiale, ma nessuna rigidità flessionale, in quanto il comportamento meccanico principale che si intende sondare è quello sotto carico orizzontale dovuto al sisma.

Combinazioni di carico adottate

Secondo le prescrizioni da normativa, le condizioni di carico da esaminare devono considerare almeno due distribuzioni di forze d'inerzia, ricadenti l'una nelle distribuzioni principali (Gruppo 1) e l'altra nelle distribuzioni secondarie (Gruppo 2) appresso illustrate.

- distribuzione proporzionale alle Forze statiche (Gruppo 1)
- distribuzione uniforme di forze, da intendersi come derivata da una distribuzione uniforme di accelerazioni lungo l'altezza della costruzione (Gruppo 2);

L'analisi, eseguita in controllo di spostamento, procede al calcolo della distribuzione di forze che genera il valore dello spostamento richiesto. L'analisi viene fatta continuare fino a che non si verifica il decadimento del taglio al 80% dal suo valore di picco. Si calcola così il valore dello spostamento massimo alla base dell'edificio generato da quella distribuzione di forze. Questo valore di spostamento costituisce il valore ultimo dell'edificio.

Lo spostamento preso in esame per il tracciamento della curva di capacità è quello di un punto dell'edificio detto nodo di controllo.

La normativa richiede il tracciamento di una curva di capacità bi-lineare di un sistema equivalente (SDOF). Il tracciamento di tale curva deve avvenire con una retta che, passando per l'origine interseca la curva del sistema reale in corrispondenza del 70% del valore di picco; la seconda retta risulterà parallela all'asse degli spostamenti tale da generare l'equivalenza delle aree tra i diagrammi del sistema reale e quello equivalente.

La determinazione della curva relativa al sistema equivalente, permette di determinare il periodo con cui ricavare lo spostamento massimo richiesto dal sisma, secondo gli spettri riportati sulla normativa.

La normativa definisce una eccentricità accidentale del centro delle masse pari al 5% della massima dimensione dell'edificio in direzione perpendicolare al sisma.

In base alla tipologia dell'edificio e alle scelte progettuali che si ritengono più idonee, si può decidere la condizione di carico sismico da prendere in esame.

- Carico sismico: Individua quale delle due tipologie di distribuzioni (proporzionale alle masse o al primo modo) prendere in esame.
- Direzione: Individua la direzione lungo cui viene caricata la struttura (X o Y del sistema globale) dal carico sismico.

Al fine di individuare la condizione di carico sismico più gravosa, si è deciso di eseguire le analisi distinte per tipologia di carico, direzione del sisma e di eventuali eccentricità accidentali.

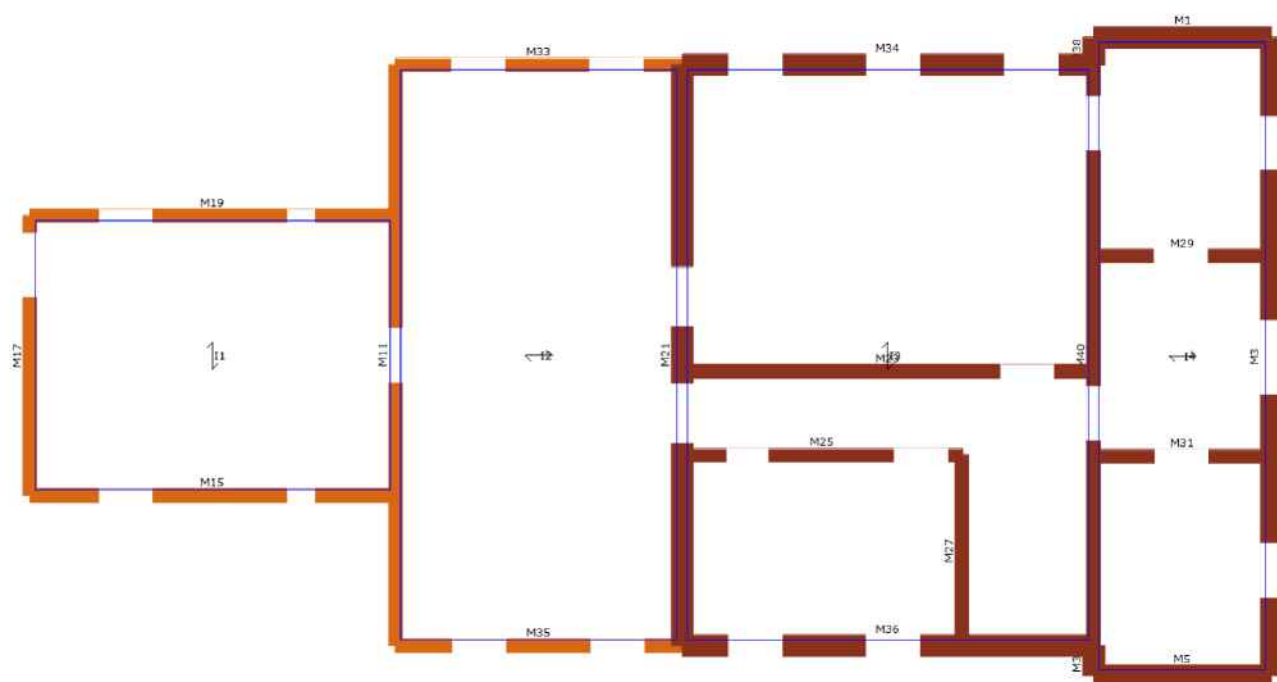
Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Di seguito si indicano l'origine e le caratteristiche dei codici di calcolo utilizzati riportando titolo, produttore e distributore, versione, estremi della licenza d'uso:

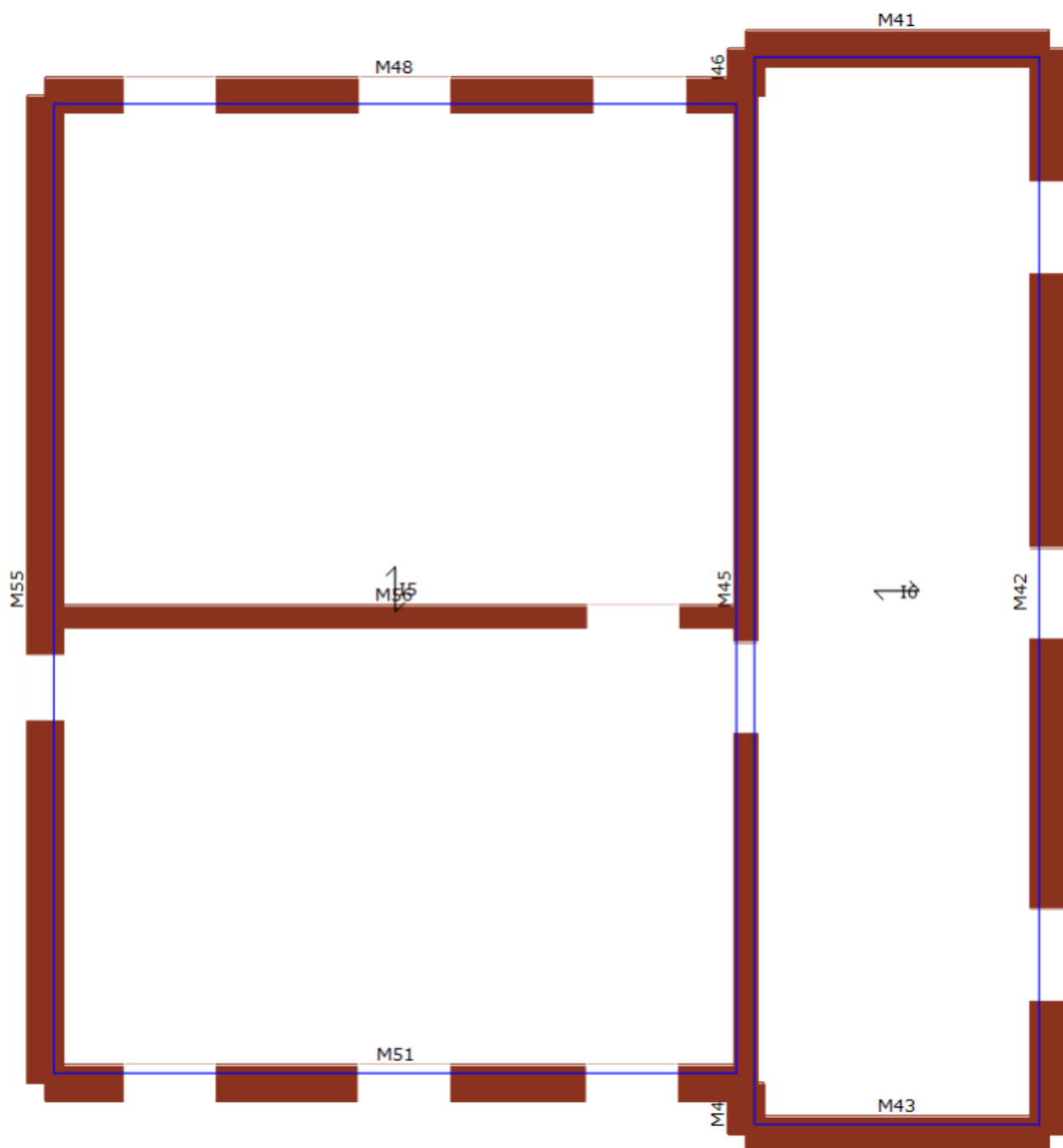
Sigla:	3MURI
Produzione e distribuzione:	S.T.A. DATA srl Corso Raffaello, 12 - 10126 TORINO (TO) tel. 0116699345 fax 0116699375 internet: http://www.stadata.com e.mail: info@stadata.com
Autori:	Prodotto: S.T.A. DATA srl Motore di calcolo: Responsabile Prof. Ing. Sergio LAGOMARSINO Prof. Ing. Serena CATTARI Prof. Ing. Andrea PENNA Ing. Alessandro GALASCO
Versione:	13.5.0.0
Numero Licenza:	(13353) STUDIO ASSOCIATO PANCINI CLAUDIO-MASSIMO

Presentazione dei risultati

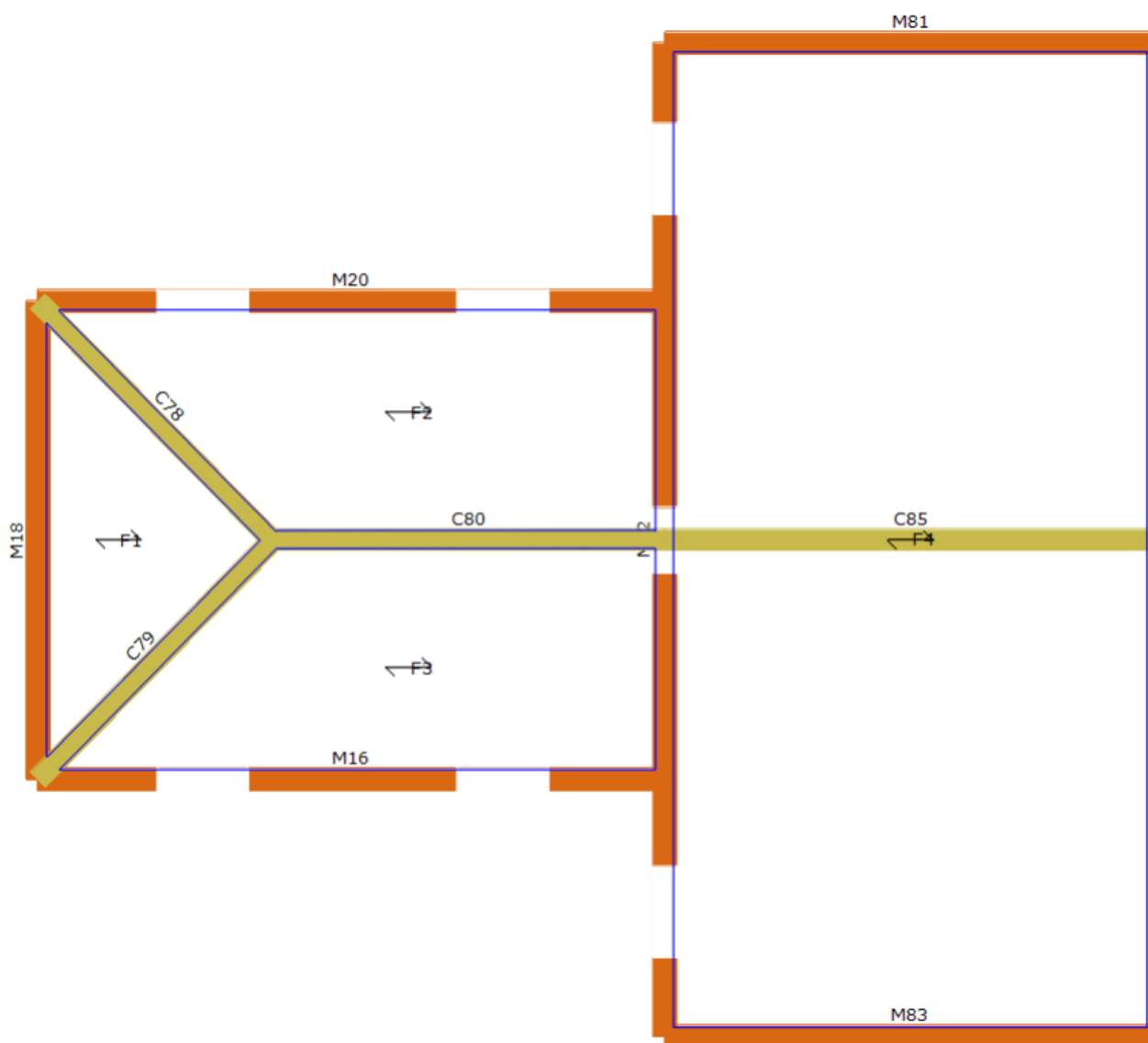
Immagini del modello



Vista pianta livello 1



Vista pianta livello 2

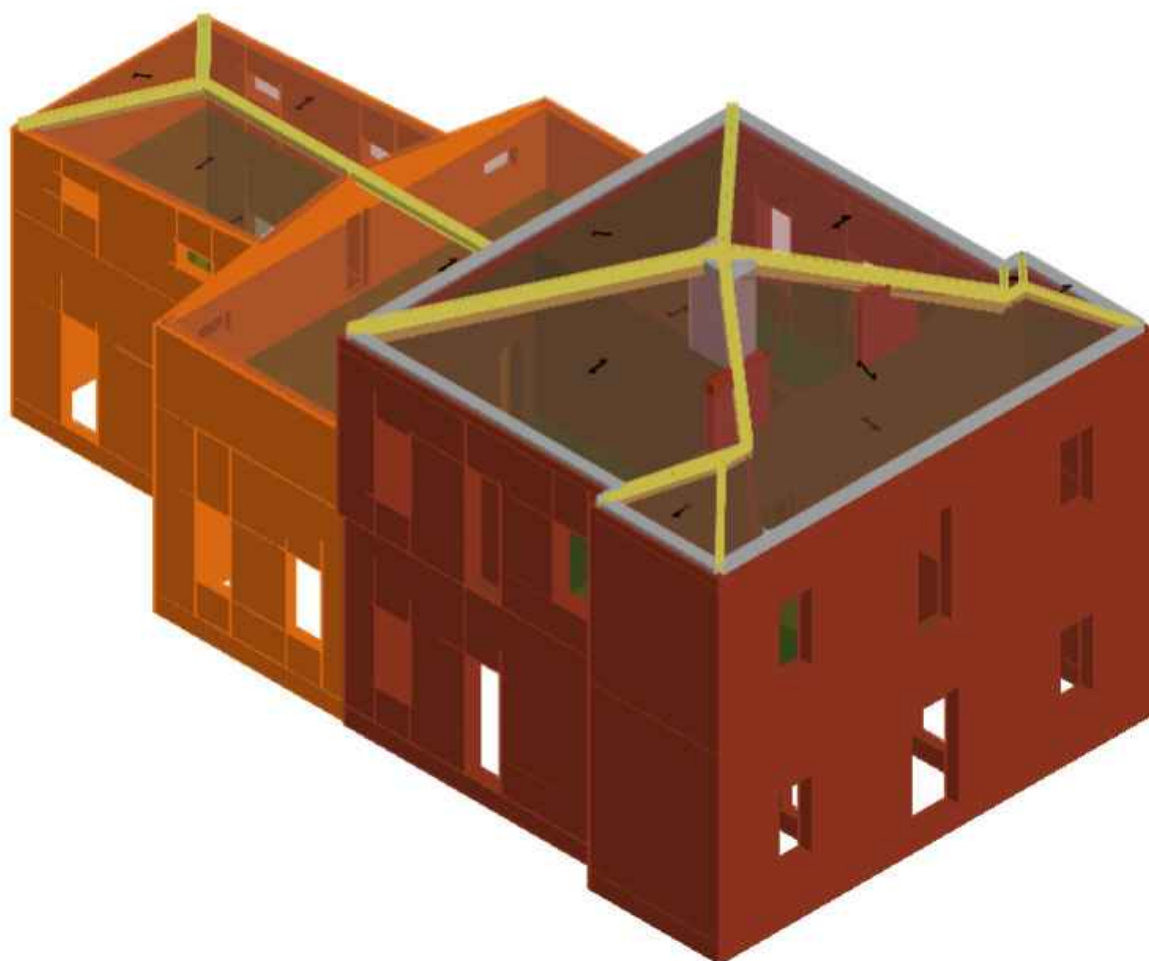


Vista pianta livello 1 tetto





Vista 3D (1)



Vista 3D (2)

Inquadramento normativo

Sono stati recepiti, per le analisi di cui in seguito, i principi e le regole riportate nelle normative seguenti:

- Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018 - "Norme tecniche per le Costruzioni"
- Circolare applicativa n°7 del 21 gennaio 2019

Parametri di progetto

Per la definizione dell'azione sismica si fa riferimento a:

- Categoria di sottosuolo: B
- Categoria topografica: T1
- Longitudine: 9.57
- Latitudine: 45.0139
- Vita nominale: Opere ordinarie VN $\geq$ 50 anni
- Classe d'uso III - Edifici con grandi affollamenti, infrastrutture importanti

Gli spettri di risposta, sono definiti in funzione del reticolo di riferimento definito nella "Tabella 1" (parametri spettrali) in allegato alle Norme Tecniche.

Tale tabella fornisce, in funzione delle coordinate geografiche (latitudine, longitudine), i parametri necessari a tracciare lo spettro. I parametri forniti dal reticolo di riferimento sono:

a_g : accelerazione orizzontale massima del terreno;

F_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

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

La trilogia di valori qui descritta, è definita per un periodo di ritorno assegnato (TR), definito in base alla probabilità di superamento di ciascuno degli stati limite.

Tali valori, saranno pertanto definiti per ciascuno degli stati limite esaminati (vedere tabella).

Lo spettro sismico dipende anche dalla "Classe del suolo" e dalla "categoria topografica" (vedere tabella).

	Ag [m/s ²]	F0	Tc* [s]	Tr	Ss	Tb [s]	Tc [s]	Td [s]
SLC	1,42	2,47	0,29	1462,00	1,20	0,14	0,41	2,18
SLV	1,10	2,48	0,29	712,00	1,20	0,14	0,41	2,05
SLD	0,46	2,52	0,25	75,00	1,20	0,12	0,36	1,79
SLO	0,37	2,56	0,22	45,00	1,20	0,11	0,33	1,75

Descrizione dei materiali e del loro comportamento

Comportamento meccanico della muratura

Le proprietà meccaniche del materiale muratura sono definite in modo da individuarne al meglio il comportamento in campo non lineare.

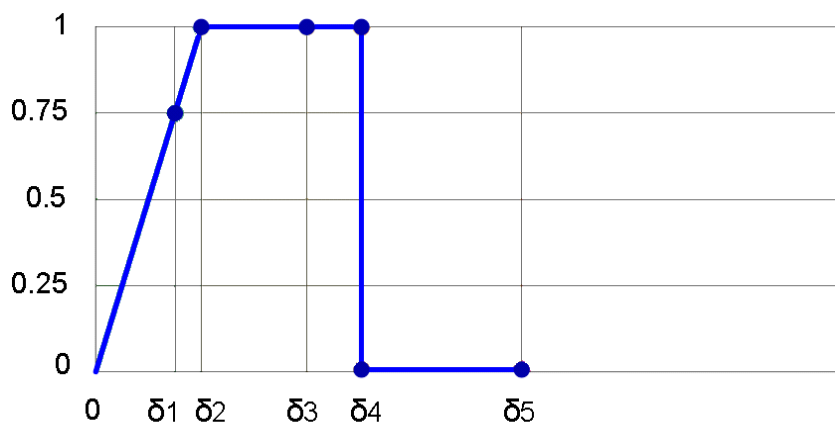
Le caratteristiche principali sono:

- Rigidezza iniziale secondo le caratteristiche elastiche (fessurate) del materiale;
- Redistribuzione delle sollecitazioni interne all'elemento tali da garantire l'equilibrio;
- Settaggio dello stato di danno secondo i parametri globali e locali;
- Degradazione della rigidezza nel ramo plastico;
- Controllo di duttilità mediante la definizione di drift massimo (δ_u) differenziato secondo quanto previsto nelle normative vigenti a seconda del meccanismo di danneggiamento agente sul pannello
- Eliminazione dell'elemento, al raggiungimento delle condizioni limite senza interruzione dell'analisi.

Il comportamento non lineare si attiva quando un valore di forza raggiunge il suo massimo valore definito come il minimo fra i criteri di resistenza pressoflessione e taglio.

Il comportamento dei maschi murari associati ai meccanismi di taglio e pressoflessione può essere descritto attraverso diversi tratti che rappresentano i progressivi livelli di danno.

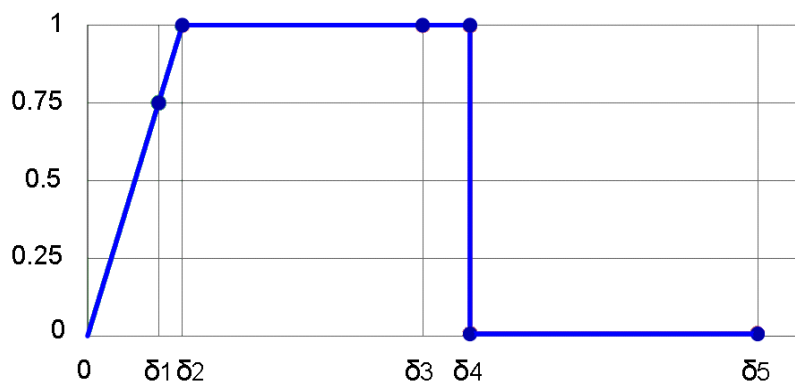
Maschio con meccanismo a taglio



Il comportamento del maschio murario a taglio si può descrivere attraverso i seguenti tratti, rappresentativi dei progressivi livelli di danno relativi al diagramma precedente:

$0 - \delta_1$	elasticità
$\delta_1 - \delta_2$	incipiente di plasticità
$\delta_2 - \delta_3$	plastico per taglio
$\delta_3 - \delta_4$	incipiente rottura per taglio
$\delta_4 - \delta_5$	rottura per taglio
$\delta_5 - \infty$	crisi grave

Maschio con meccanismo a pressoflessione



Il comportamento del maschio murario a pressoflessione, invece, si può descrivere attraverso i seguenti tratti:

$0 - \delta_1$	elasticità
$\delta_1 - \delta_2$	incipiente di plasticità
$\delta_2 - \delta_3$	plastico per pressoflessione
$\delta_3 - \delta_4$	incipiente rottura per pressoflessione
$\delta_4 - \delta_5$	rottura per pressoflessione
$\delta_5 - \infty$	crisi grave

Alcuni tra questi livelli di rottura sono necessari per descrivere con maggiore cura il progredire della crisi permettendo una più accurata previsione degli interventi e del livello di degrado della muratura:

- Incipiente plasticità: Quando un elemento si trova ancora in campo elastico ma è prossimo alla plasticità
- Incipiente rottura: Quando un elemento è in campo plastico ma è prossimo alla rottura
- Crisi grave: Quando in seguito alla rottura dell'elemento le deformazioni diventano talmente significative da poter generare un crollo locale.

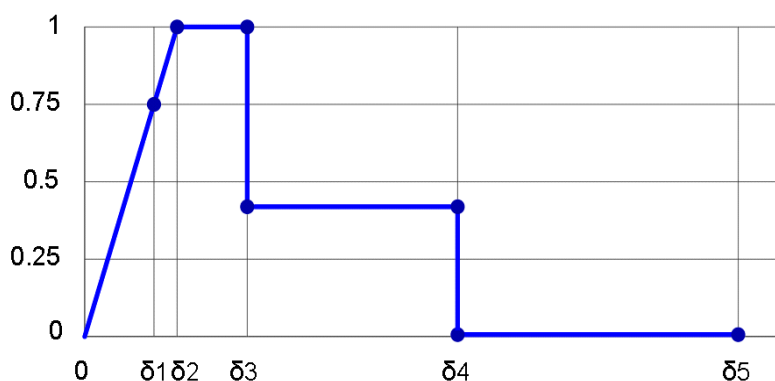
Il software mette a disposizione tre categorie di legame:

- Con degrado di resistenza a un valore residuo (Legame multilineare)
- Con resistenza pari al valore residuo (Legame bilineare)
- Priva di resistenza residua

Tra queste le categorie di legame utilizzate all'interno del progetto in esame sono:

- Con degrado di resistenza a un valore residuo (Legame multilineare)

Con degrado di resistenza a un valore residuo (Legame multilineare)



Questo tipo di legame è definito nella circolare al §C8.7.1.3.1 assumendo:

$$\delta_1: 0.75 * \delta_2$$

δ2: deformazione in corrispondenza del limite elastico definito dalla rigidezza e resistenza limite

δ3: 0.005

δ4: 0.015

δ5: 2* δ4 Questa deformazione rappresenta lo stato di “crisi grave” non direttamente richiesta nella normativa ma utile come avviso per il progettista.

Nome	Tipo	Colore	Descrizione
Muratura esistente	Muratura		
C8/10	Calcestruzzo		
C25/30	Calcestruzzo		
B450	Acciaio armatura		NTC08
ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	Legno		UNI 11035 [13]
Muratura parte vecchia	Muratura		
Muratura nuova	Muratura		

Muratura

Nome	Condizione del materiale	Tipo legame	E [N/mm2]	Eh [N/mm2]	G [N/mm2]	Peso specifico [kN/m3]	fm [N/cm2]
Muratura esistente	Esistente	Muratura irregolare (Turnsek/Cacovic)	4.550,00	4.550,00	1.137,50	15	500,00
Muratura parte vecchia	Esistente	Muratura irregolare (Turnsek/Cacovic)	1.800,00	1.800,00	600,00	18	430,00
Muratura nuova	Nuovo	Muratura regolare nuova (Mohr/Columb)	3.400,00	3.400,00	1.360,00	8	486,00

Condizione del materiale: Nuovo

Tipo legame: Muratura regolare nuova (Mohr/Columb)

Nome	f _{hm} [N/cm2]	f _k [N/cm2]	f _b [N/mm2]	f _{v0} [N/cm2]	γ _m
Muratura nuova	243,00	340,20	5,0	42,86	3,00

Condizione del materiale: Esistente

Tipo legame: Muratura irregolare (Turnsek/Cacovic)

Nome	fk [N/cm2]	τ [N/cm2]	FC	γm
Muratura esistente	259,26	8,00	1,35	3,00
Muratura parte vecchia	233,00	13,00	1,35	3,00

Calcestruzzo

Nome	E [N/mm2]	G [N/mm2]	Peso specifico [kN/m3]	fcm [N/mm2]	fck [N/mm2]	γ c	α cc
C25/30	31.476,00	13.115,00	25	33,0	25,0	1,50	0,85
C8/10	25.331,00	10.555,00	25	16,0	8,0	1,50	0,85

Acciaio armatura

Nome	E [N/mm2]	G [N/mm2]	Peso specifico [kN/m3]	fym [N/mm2]	fyk [N/mm2]	γ s
B450	206.000,00	79.231,00	79	484,0	450,0	1,15

Legno

Nome	E [N/mm2]	G [N/mm2]	Peso specifico [kN/m3]	fwm [N/mm2]	fwk [N/mm2]	γ w
ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	12.000,00	750,00	4	41,0	29,0	1,50

Combinazione delle azioni

Carico Sismico:

Le verifiche allo stato limite ultimo (SLV) e allo stato limite di esercizio (SLD; SLO); devono essere effettuate per la seguente combinazione [Norme Tecniche 2018 §2.5.3].

$$E + G_{k1} + G_{k2} + \sum_i \psi_{2i} Q_{ki}$$

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_{k1} + G_{k2} + \sum_i \psi_{2i} Q_{ki}$$

Carico Statico:

La verifica allo stato limite ultimo per carichi statici viene condotta con la seguente combinazione dei carichi.

$$\gamma_{G1} G_{k1} + \gamma_{G2} G_{k2} + \gamma_Q \psi_0 Q_k$$

dove:

- E azione sismica per lo stato limite in esame;
- G_{k1} peso proprio di tutti gli elementi strutturali;
- G_{k2} peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
- Q_{ki} valore caratteristico della azione variabile;

- Ψ_2 coefficiente di combinazione;
- Ψ_0 coefficiente di combinazione per i carichi variabili
- $\gamma_{G1}; \gamma_{G2}; \gamma_Q$: coefficienti parziali di sicurezza

I valori dei vari coefficienti sono scelti in base alla destinazione d'uso dei vari solai secondo quanto indicato nella norma. [Norme Tecniche 2018 Tabella 2.5.1].

N. Carico	Livello	Tipo	Gk1 [daN/m ²]	Gk2 [daN/m ²]	Qk [daN/m ²]	ψ_0	ψ_2	Note
7	2	Lineare [daN/m]	72	81	135	0,00	0,00	-
8	2	Lineare [daN/m]	72	81	135	0,00	0,00	-
9	2	Lineare [daN/m]	72	81	135	0,00	0,00	-
10	2	Lineare [daN/m]	72	81	135	0,00	0,00	-
11	2	Lineare [daN/m]	72	81	135	0,00	0,00	-
12	2	Lineare [daN/m]	72	81	135	0,00	0,00	-
13	2	Lineare [daN/m]	72	81	135	0,00	0,00	-
14	2	Lineare [daN/m]	72	81	135	0,00	0,00	-

Note

CDM : Considera solo contributo dinamico della massa

N. Solaio	Gk1 [daN/m ²]	Gk2 [daN/m ²]	Qk [daN/m ²]	Carico dominante	ψ_0	ψ_2
1	185	90	100	No	0,00	0,00
2	185	90	100	No	0,00	0,00
3	62	50	200	No	0,70	0,60
4	62	50	200	No	0,70	0,60
5	116	60	100	Sì	1,00	0,00
6	116	60	100	Sì	1,00	0,00

N. Falda	Gk1 [daN/m ²]	Gk2 [daN/m ²]	Qk [daN/m ²]	Carico dominante	ψ_0	ψ_2
1	50	20	150	No	0,00	0,00
2	50	20	150	No	0,00	0,00
3	50	20	150	No	0,00	0,00
4	50	20	150	No	0,00	0,00
5	80	216	150	No	0,00	0,00
6	80	216	150	No	0,00	0,00
7	80	216	150	No	0,00	0,00
8	80	216	150	No	0,00	0,00
9	80	216	150	No	0,00	0,00
10	80	216	150	No	0,00	0,00
11	80	216	150	No	0,00	0,00

12	80	216	150	No	0,00	0,00
----	----	-----	-----	----	------	------

Verifiche per gli stati limite considerati

Secondo le indicazioni da normativa si devono eseguire le seguenti verifiche:

Stato limite Collasso (SLC):

$$D_{max}^{SLC} \leq D_u^{SLC}$$

D_{max}^{SLC} : Spostamento massimo richiesto dalla normativa individuato dallo spettro elastico.

D_u^{SLC} : Spostamento massimo offerto dalla struttura corrispondente al minore tra:

- 1) il valore del taglio di base residuo pari all'80% di quello massimo
- 2) il valore corrispondente al raggiungimento della soglia limite della deformazione angolare a SLC in tutti i maschi murari verticali di qualunque livello in una qualunque parete ritenuta significativa ai fini della sicurezza.

$$q^* < 4,0$$

q^* : rapporto tra la forza di risposta elastica e la forza di snervamento del sistema equivalente

Stato limite Vita (SLV):

$$D_{max}^{SLV} \leq D_u^{SLV}$$

D_{max}^{SLV} : Spostamento massimo richiesto dalla normativa individuato dallo spettro elastico.

D_u^{SLV} : Spostamento massimo offerto dalla struttura individuato in corrispondenza di $0,75 \cdot D_u^{SLC}$.

$$q^* < 3,0$$

q^* : rapporto tra la forza di risposta elastica e la forza di snervamento del sistema equivalente

Stato limite di Danno (SLD):

$$D_{max}^{SLD} \leq D_u^{SLD}$$

D_{max}^{SLD} : Spostamento massimo richiesto dalla normativa, calcolato in base allo spettro sismico definito per lo stato limite di danno.

D_u^{SLD} : Spostamento minore tra:

- 1) quello corrispondente al limite elastico della bilineare equivalente definita a partire dallo spostamento ultimo a SLC
- 2) quello corrispondente al raggiungimento della resistenza massima a taglio in tutti i maschi murari verticali in un qualunque livello di una qualunque parte ritenuta significativa ai fini dell'uso della costruzione (e comunque non prima dello spostamento per il quale si raggiunge un taglio di base pari a 0,7500 del taglio di base massimo)

Stato limite di Operatività (SLO):

$$D_{max}^{SLO} \leq D_u^{SLO}$$

D_{max}^{SLO} : Spostamento massimo richiesto dalla normativa, calcolato in base allo spettro sismico definito per lo stato limite di operatività.

D_u^{SLO} : Spostamento pari a 0,6670 di quello allo SLD.

Vulnerabilità sismica

Per ciascuno stato limite eseguito viene calcolato l'indice di rischio α (α_{SLC} , α_{SLV} , α_{SLD} , α_{SLO}). Questi parametri vengono calcolati come indicato nel seguito:

$$\alpha_{SLC} = \frac{PGA_{CLC}}{PGA_{DLC}};$$

$$\alpha_{SLV} = \frac{PGA_{CLV}}{PGA_{DLV}};$$

$$\alpha_{SLD} = \frac{PGA_{CLD}}{PGA_{DLD}} ;$$

$$\alpha_{SLO} = \frac{PGA_{CLO}}{PGA_{DLO}} ;$$

Accelerazioni di capacità: l'entità massima delle azioni, considerate nelle combinazioni di progetto previste, che la struttura è capace di sostenere.

- PGA_{CLC} : accelerazione di capacità corrispondente a SLC
- PGA_{CLV} : accelerazione di capacità corrispondente a SLV
- PGA_{CLD} : accelerazione di capacità corrispondente a SLD
- PGA_{CLO} : accelerazione di capacità corrispondente a SLO

Accelerazioni di domanda : Valori di riferimento delle accelerazioni dell'azione sismica

Tali valori vengono definiti a partire dal carico sismico definito nella forma dello spettro.

- PGA_{DLC} : accelerazione di picco al suolo corrispondente a SLC
- PGA_{DLV} : accelerazione di picco al suolo corrispondente a SLV
- PGA_{DLD} : accelerazione di picco al suolo corrispondente a SLD
- PGA_{DLO} : accelerazione di picco al suolo corrispondente a SLO

Dettaglio verifiche

N.	Dir. sisma	Carico sismico	Ecc. [cm]	Dmax SLC [cm]	Du SLC [cm]	q* SLC	SLC ver.	Dmax SLV [cm]	Du SLV [cm]	q* SLV	SLV ver.
1	+X	Uniforme	0,0	0,62	2,08	1,42	Sì	0,45	1,56	1,10	Sì
2	+X	Forze statiche	0,0	0,67	2,10	1,45	Sì	0,49	1,58	1,13	Sì
3	-X	Uniforme	0,0	0,54	2,45	1,49	Sì	0,38	1,84	1,16	Sì
4	-X	Forze statiche	0,0	0,56	2,42	1,56	Sì	0,40	1,81	1,21	Sì
5	+Y	Uniforme	0,0	0,42	3,54	1,28	Sì	0,28	2,66	1,00	Sì

6	+Y	Forze statiche	0,0	0,45	3,56	1,37	Si	0,30	2,67	1,07	Si
7	-Y	Uniforme	0,0	0,41	1,34	1,31	Si	0,27	1,01	1,02	Si
8	-Y	Forze statiche	0,0	0,43	2,24	1,37	Si	0,28	1,68	1,07	Si
9	+X	Uniforme	60,3	0,64	2,16	1,43	Si	0,47	1,62	1,12	Si
10	+X	Uniforme	-60,3	0,62	2,07	1,41	Si	0,45	1,55	1,10	Si
11	+X	Forze statiche	60,3	0,66	1,13	1,48	Si	0,48	0,85	1,15	Si
12	+X	Forze statiche	-60,3	0,66	1,67	1,47	Si	0,48	1,25	1,14	Si
13	-X	Uniforme	60,3	0,54	2,64	1,46	Si	0,38	1,98	1,14	Si
14	-X	Uniforme	-60,3	0,54	2,53	1,46	Si	0,38	1,90	1,14	Si
15	-X	Forze statiche	60,3	0,57	2,59	1,58	Si	0,41	1,94	1,23	Si
16	-X	Forze statiche	-60,3	0,56	2,46	1,60	Si	0,40	1,85	1,25	Si
17	+Y	Uniforme	117,5	0,43	2,90	1,32	Si	0,28	2,18	1,02	Si
18	+Y	Uniforme	-117,5	0,42	2,02	1,22	Si	0,29	1,51	0,95	Si
19	+Y	Forze statiche	117,5	0,46	2,57	1,42	Si	0,31	1,93	1,11	Si
20	+Y	Forze statiche	-117,5	0,43	3,81	1,32	Si	0,28	2,86	1,03	Si
21	-Y	Uniforme	117,5	0,42	2,04	1,35	Si	0,28	1,53	1,05	Si
22	-Y	Uniforme	-117,5	0,41	2,89	1,34	Si	0,27	2,17	1,05	Si
23	-Y	Forze statiche	117,5	0,46	2,18	1,49	Si	0,31	1,63	1,16	Si
24	-Y	Forze statiche	-117,5	0,42	1,60	1,38	Si	0,28	1,20	1,08	Si

N.	Dir. sisma	Carico sismico	Ecc. [cm]	Dmax SLD [cm]	Dd SLD [cm]	SLD ver.	Dmax SLO [cm]	Do SLO [cm]	SLO ver.
1	+X	Uniforme	0,0	0,18	0,39	Si	0,15	0,26	Si
2	+X	Forze statiche	0,0	0,20	0,35	Si	0,16	0,23	Si
3	-X	Uniforme	0,0	0,15	0,31	Si	0,12	0,21	Si
4	-X	Forze statiche	0,0	0,15	0,30	Si	0,13	0,20	Si
5	+Y	Uniforme	0,0	0,12	0,28	Si	0,10	0,19	Si
6	+Y	Forze statiche	0,0	0,12	0,27	Si	0,10	0,18	Si
7	-Y	Uniforme	0,0	0,11	0,26	Si	0,09	0,17	Si
8	-Y	Forze statiche	0,0	0,11	0,20	Si	0,09	0,13	Si
9	+X	Uniforme	60,3	0,19	0,40	Si	0,15	0,27	Si
10	+X	Uniforme	-60,3	0,18	0,39	Si	0,15	0,26	Si
11	+X	Forze statiche	60,3	0,19	0,40	Si	0,16	0,27	Si
12	+X	Forze statiche	-60,3	0,19	0,40	Si	0,16	0,27	Si
13	-X	Uniforme	60,3	0,15	0,32	Si	0,12	0,21	Si
14	-X	Uniforme	-60,3	0,15	0,31	Si	0,12	0,21	Si
15	-X	Forze statiche	60,3	0,16	0,30	Si	0,13	0,20	Si
16	-X	Forze statiche	-60,3	0,15	0,29	Si	0,13	0,20	Si
17	+Y	Uniforme	117,5	0,12	0,27	Si	0,09	0,18	Si
18	+Y	Uniforme	-117,5	0,12	0,30	Si	0,10	0,20	Si
19	+Y	Forze statiche	117,5	0,12	0,26	Si	0,10	0,17	Si
20	+Y	Forze statiche	-117,5	0,12	0,27	Si	0,09	0,18	Si
21	-Y	Uniforme	117,5	0,11	0,25	Si	0,09	0,17	Si
22	-Y	Uniforme	-117,5	0,11	0,24	Si	0,09	0,16	Si
23	-Y	Forze statiche	117,5	0,12	0,24	Si	0,10	0,16	Si
24	-Y	Forze statiche	-117,5	0,11	0,24	Si	0,09	0,16	Si

N.	Dir. sisma	Carico sismico	Ecc. [cm]	α SLC	α SLV	α SLD	α SLO
1	+X	Uniforme	0,0	2,819	2,715	2,154	1,759
2	+X	Forze statiche	0,0	2,754	2,653	1,766	1,442
3	-X	Uniforme	0,0	2,682	2,583	2,049	1,674
4	-X	Forze statiche	0,0	2,564	2,470	1,959	1,600
5	+Y	Uniforme	0,0	3,114	3,000	2,380	1,944
6	+Y	Forze statiche	0,0	2,910	2,803	2,224	1,816
7	-Y	Uniforme	0,0	2,452	2,480	2,339	1,911
8	-Y	Forze statiche	0,0	2,923	2,816	1,734	1,416
9	+X	Uniforme	60,3	2,793	2,690	2,134	1,743
10	+X	Uniforme	-60,3	2,829	2,725	2,162	1,766
11	+X	Forze statiche	60,3	1,596	1,593	2,071	1,691
12	+X	Forze statiche	-60,3	2,278	2,250	2,081	1,700
13	-X	Uniforme	60,3	2,733	2,633	2,089	1,706
14	-X	Uniforme	-60,3	2,732	2,632	2,087	1,705
15	-X	Forze statiche	60,3	2,537	2,444	1,939	1,584
16	-X	Forze statiche	-60,3	2,500	2,408	1,910	1,560
17	+Y	Uniforme	117,5	3,041	2,930	2,324	1,898
18	+Y	Uniforme	-117,5	3,284	3,164	2,510	2,050
19	+Y	Forze statiche	117,5	2,808	2,705	2,146	1,753
20	+Y	Forze statiche	-117,5	3,022	2,912	2,310	1,886
21	-Y	Uniforme	117,5	2,953	2,845	2,257	1,843
22	-Y	Uniforme	-117,5	2,978	2,869	2,276	1,859
23	-Y	Forze statiche	117,5	2,685	2,587	2,052	1,676
24	-Y	Forze statiche	-117,5	2,839	2,786	2,210	1,805

Dalla tabella riassuntiva dei risultati sopra riportata si desume che le verifiche risultano soddisfatte, le analisi più significative sono la n°. 11 e la n°. 7, rispettivamente per le direzioni X ed Y.

La scelta di tali analisi come analisi "significative" è fatta in base alla ricerca del minore valore del parametro di vulnerabilità sismica.

Riportiamo qui di seguito i dettagli delle analisi sopra citate.

Sintesi dei risultati

Legenda risultati

C.A.	
	Integro
	Rottura per taglio
	Plastico presso flessione
	Rottura presso flessione

Muratura	
	Integro
	Incipiente plasticità
	Plastico per taglio
	Incipiente rottura per taglio

	Rottura per compressione
	Rottura per trazione
	Rottura per taglio

Legno

	Integro
	Rottura presso flessione
	Rottura per compressione
	Rottura per trazione

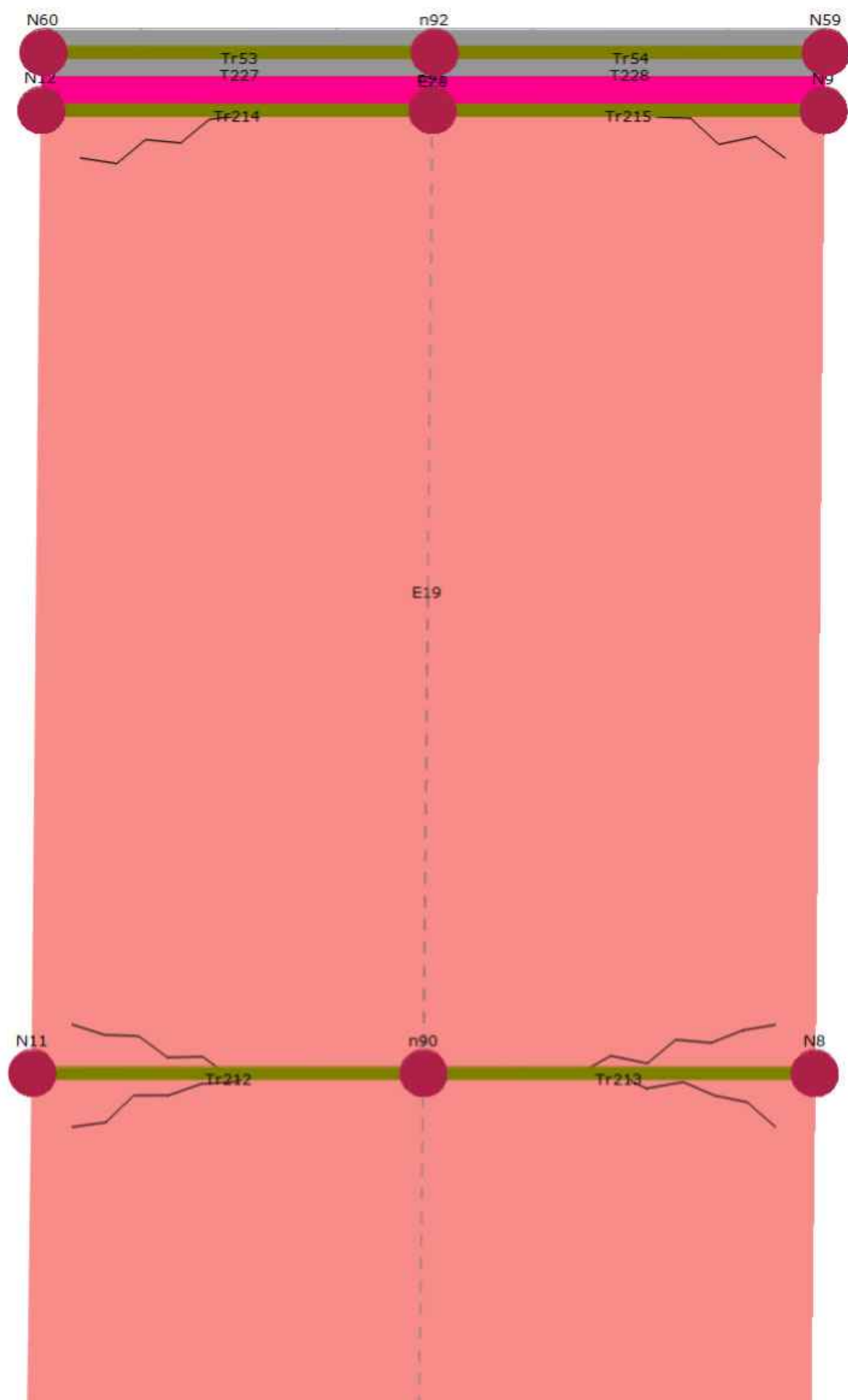
Acciaio

	Integro
	Plastico presso flessione
	Plastico per compressione
	Plastico per trazione
	Elemento non efficace
	Ritorno in fase elastica

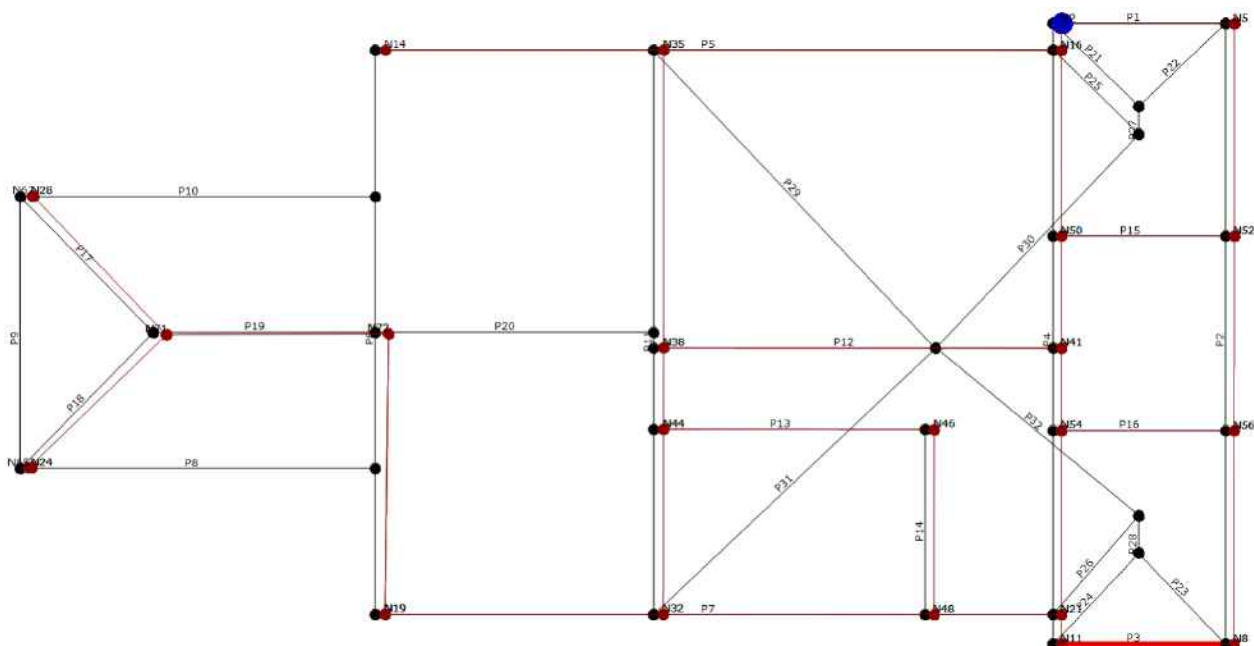
	Rottura per taglio
	Plastico presso flessione
	Incipiente rottura presso flessione
	Rottura presso flessione
	Crisi grave
	Rottura per compressione
	Rottura per trazione
	Rottura in fase elastica
	Elemento non efficace

Analisi sismica n. 11 Direzione X

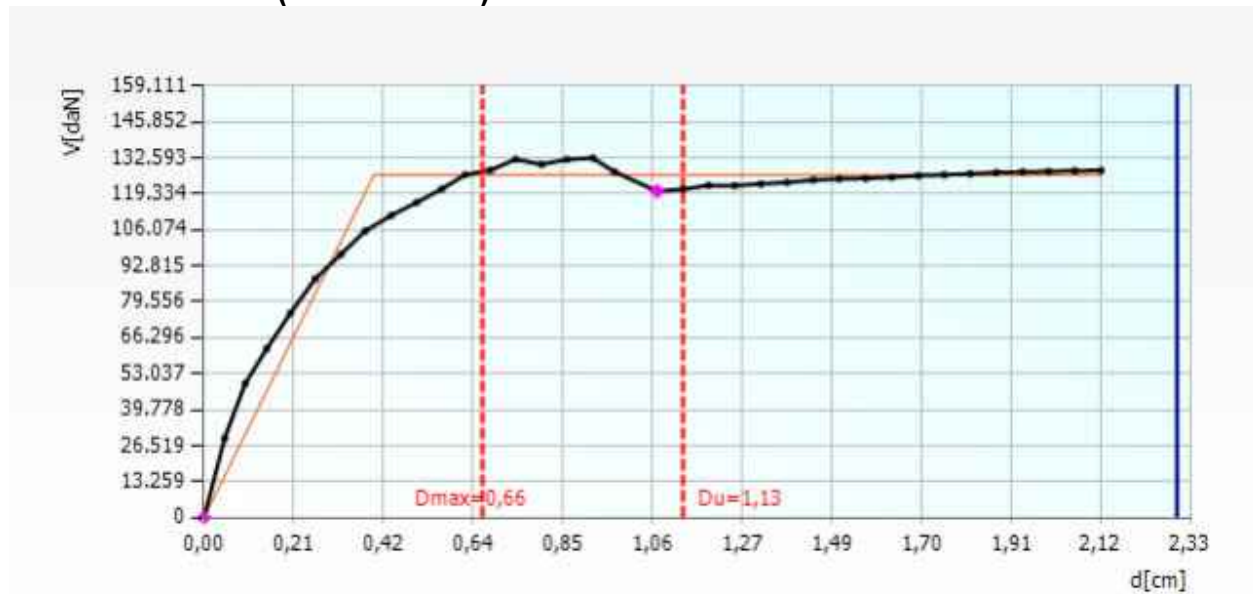
Analisi sismica n. 11 Parete 3 Sottopasso 36



Deformata Pianta



Curva Pushover (analisi n. 11)



Vulnerabilità Sismica

	TRc						TR=cost			
	TR C	TR D	α TR	PGA D [m/s ²]	PGA C (TR) [m/s ²]	F0 (TR)	T* C (TR)	α PGA (TR)	PGA C [m/s ²]	α PGA
SLC	> 2475	1462	> 1,6929	1,4195	1,6952	2,48	0,29	1,1942	2,2656	1,5961
SLV	> 2475	712	> 3,4761	1,1007	1,6952	2,48	0,29	1,5401	1,7531	1,5927
SLD	485	75	6,4667	0,4552	0,9545	2,49	0,29	2,0970	0,9425	2,0707

SLO	167	45	3,7111	0,3659	0,6259	2,53	0,27	1,7105	0,6188	1,6912
-----	-----	----	--------	--------	--------	------	------	--------	--------	--------

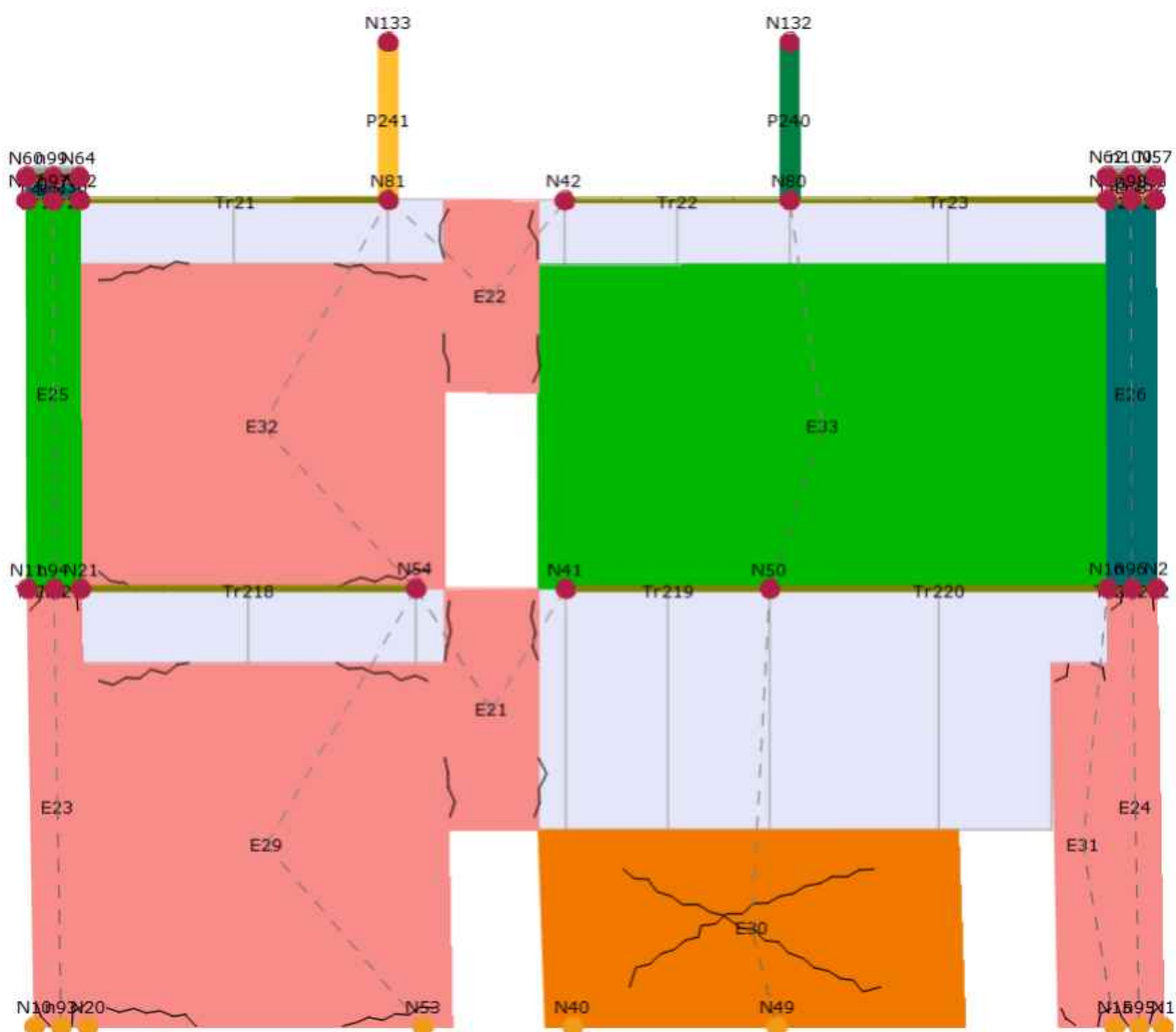
I valori delle PGA riportati sono da ritenersi calcolati su suolo rigido.

Il medesimo valore su suolo di riferimento è ottenibile moltiplicando gli stessi per (SS*St); i corrispondenti valori nella tabella seguente.

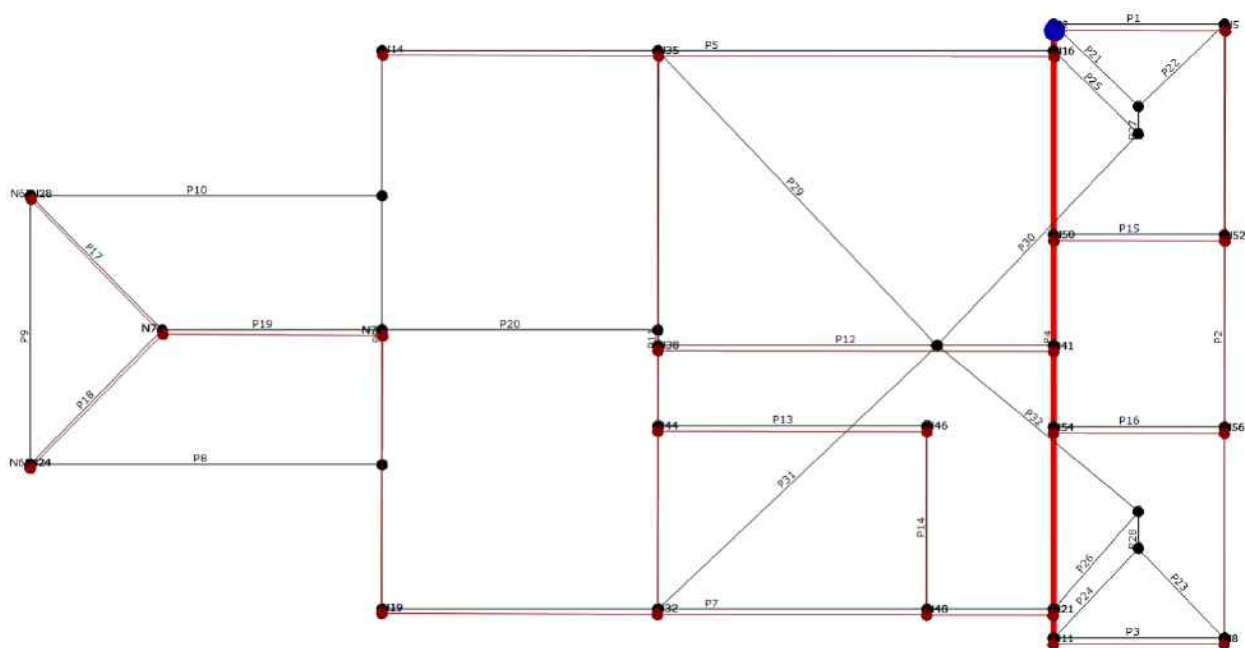
	TRc						TR=cost			
	TR C	TR D	α TR	PGA D [m/s ²]	PGA C (TR) [m/s ²]	F0 (TR)	T* C (TR)	α PGA (TR)	PGA C [m/s ²]	α PGA
SLC	> 2475	1462	> 1,6929	1,7034	2,0342	2,48	0,29	1,1942	2,7187	1,5961
SLV	> 2475	712	> 3,4761	1,3208	2,0342	2,48	0,29	1,5401	2,1037	1,5927
SLD	485	75	6,4667	0,5462	1,1454	2,49	0,29	2,0970	1,1310	2,0707
SLO	167	45	3,7111	0,4391	0,7511	2,53	0,27	1,7105	0,7426	1,6912

Analisi sismica n. 7 Direzione Y

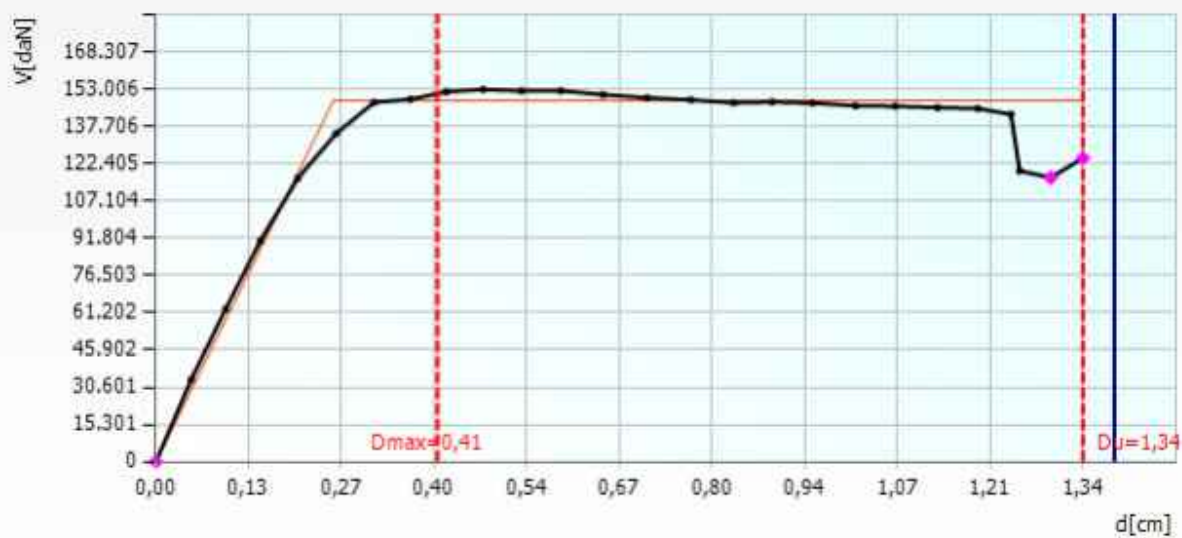
Analisi sismica n. 7 Parete 4 Sottopasso 26



Deformata Pianta



Curva Pushover (analisi n. 7)



Vulnerabilità Sismica

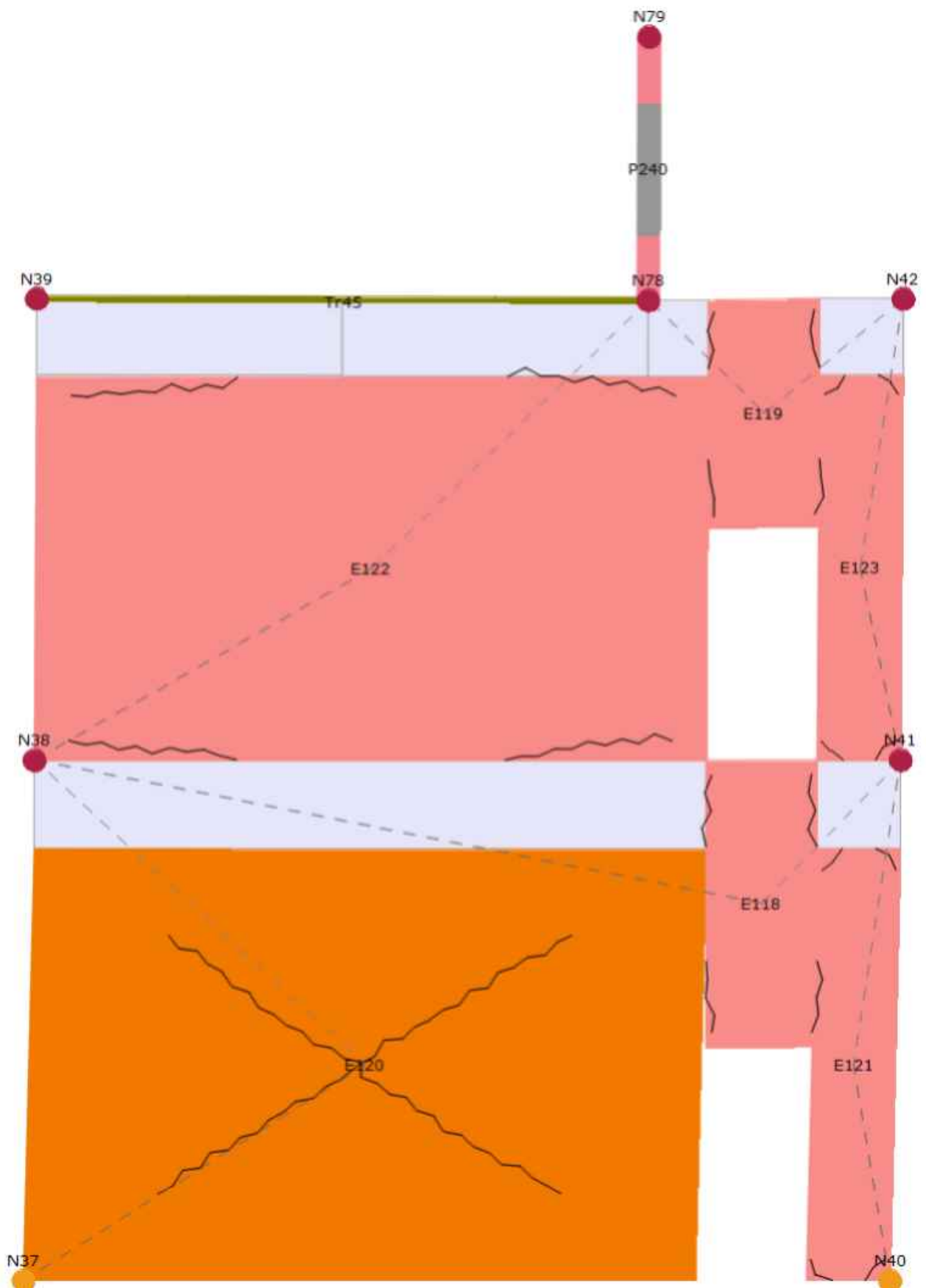
	TRc							TR=cost		
	TR C	TR D	α TR	PGA D [m/s ²]	PGA C (TR) [m/s ²]	F0 (TR)	T* C (TR)	α PGA (TR)	PGA C [m/s ²]	α PGA
SLC	> 2475	1462	> 1,6929	1,4195	1,6952	2,48	0,29	1,1942	3,4808	2,4521
SLV	> 2475	712	> 3,4761	1,1007	1,6952	2,48	0,29	1,5401	2,7294	2,4797
SLD	680	75	9,0667	0,4552	1,0820	2,48	0,29	2,3772	1,0649	2,3394
SLO	229	45	5,0889	0,3659	0,7122	2,51	0,28	1,9464	0,6992	1,9108

I valori delle PGA riportati sono da ritenersi calcolati su suolo rigido.

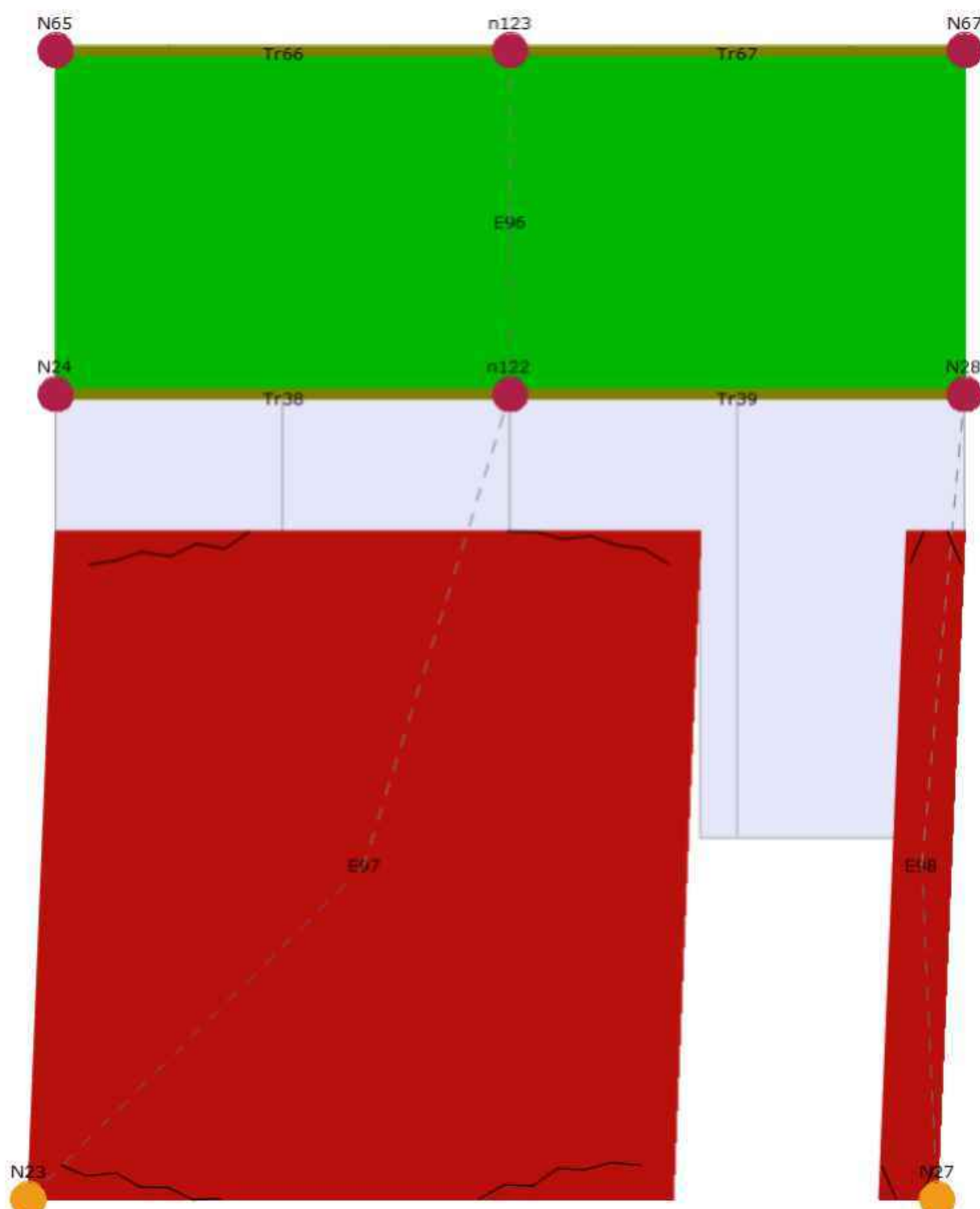
Il medesimo valore su suolo di riferimento è ottenibile moltiplicando gli stessi per (SS*St); i corrispondenti valori nella tabella seguente.

	TRc						TR=cost			
	TR C	TR D	α TR	PGA D [m/s ²]	PGA C (TR) [m/s ²]	F0 (TR)	T* C (TR)	α PGA (TR)	PGA C [m/s ²]	α PGA
SLC	> 2475	1462	> 1,6929	1,7034	2,0342	2,48	0,29	1,1942	4,1769	2,4521
SLV	> 2475	712	> 3,4761	1,3208	2,0342	2,48	0,29	1,5401	3,2753	2,4797
SLD	680	75	9,0667	0,5462	1,2985	2,48	0,29	2,3772	1,2779	2,3394
SLO	229	45	5,0889	0,4391	0,8546	2,51	0,28	1,9464	0,8390	1,9108

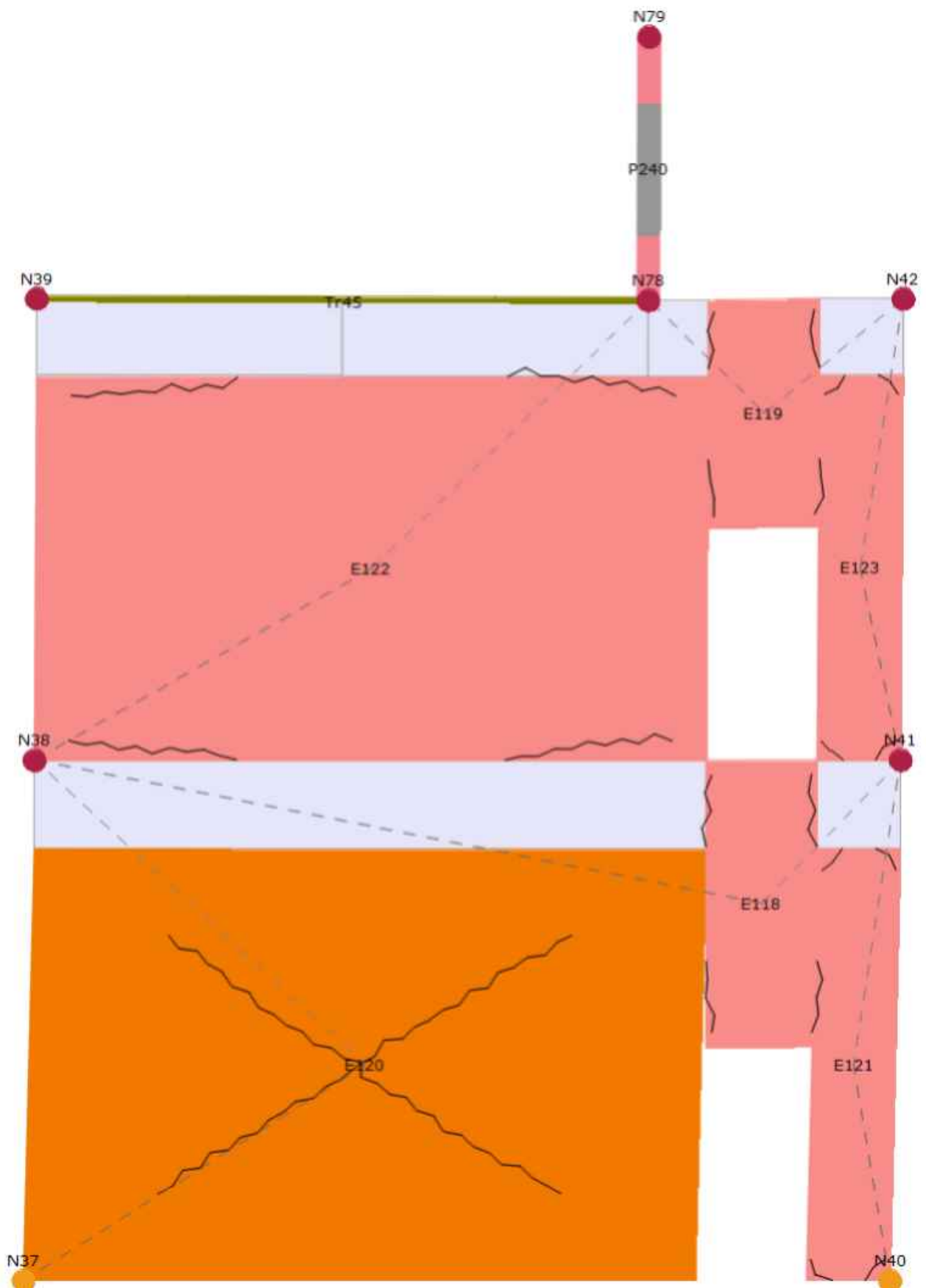
Analisi sismica n. 10 Parete 12 Sottopasso 48



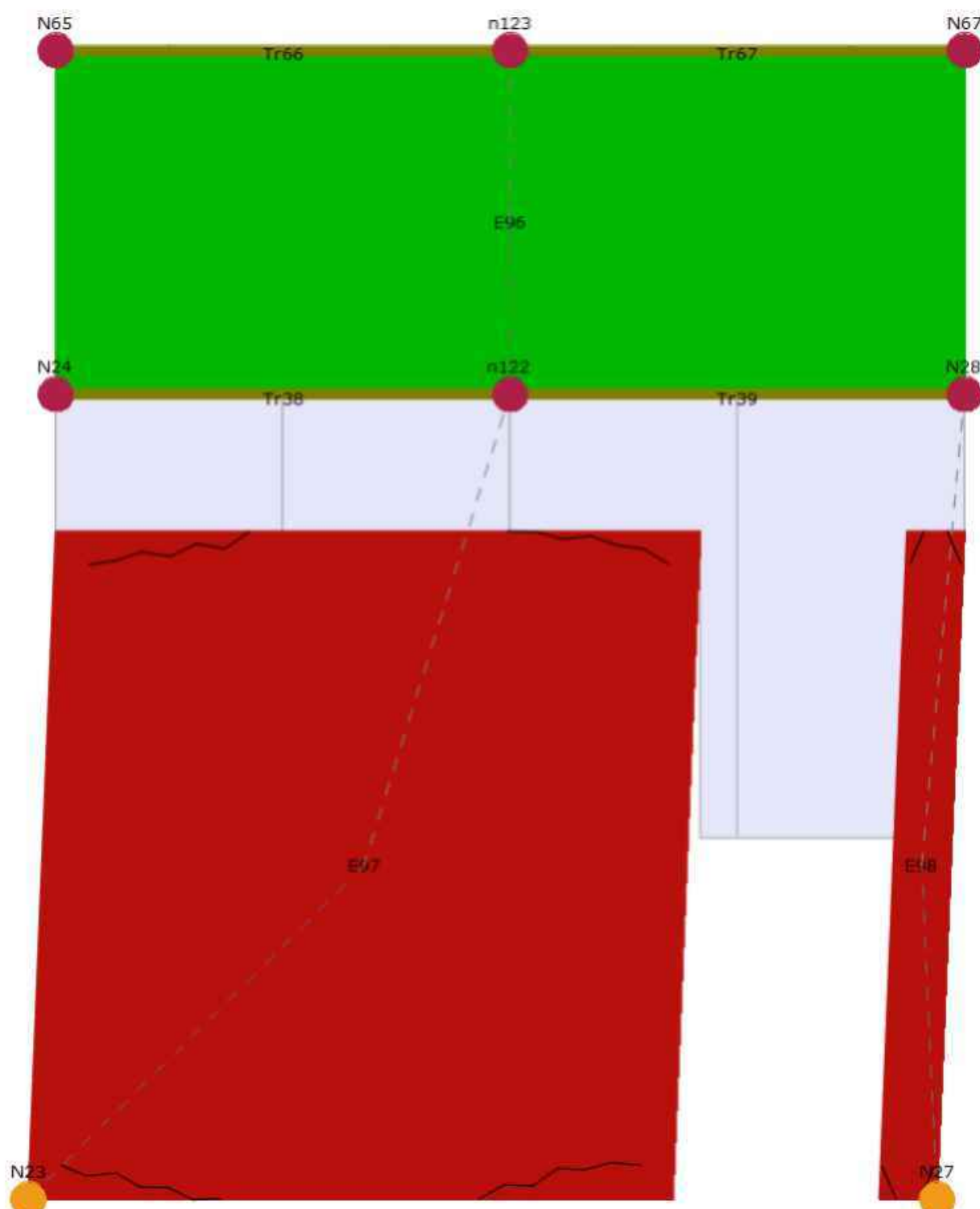
Analisi sismica n. 18 Parete 9 Sottopasso 26



Analisi sismica n. 10 Parete 12 Sottopasso 48



Analisi sismica n. 18 Parete 9 Sottopasso 26



Conclusioni

Analisi sismica n. 11 Direzione X

Analisi sismica n. 7 Direzione Y

Stato limite	α PGA (TR)	α TR	α PGA (TR)	α TR
SLC	1,1942	> 1,6929	1,1942	> 1,6929

(*) Tutti i valori di α_{TR} sono da ritenersi calcolati come $\alpha_{TR}=TR_C/TR_D$ (privi di qualsiasi esponente correttivo).

In base alla tipologia di edificio si assume $\zeta_{E_lim}= 1,000$

La verifica risulta superata, la condizione più gravosa si ha in corrispondenza della direzione [Y] del sisma.

Allegati

Elementi di struttura

Livello 1

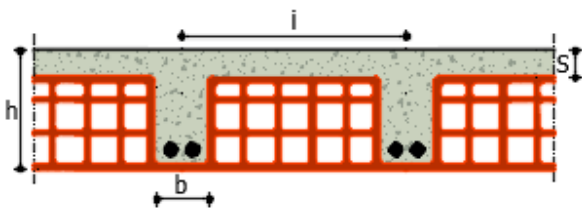
Pannello murario

N.	Parete	Materiale	Rinforzo	Quota [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]
1	1	Muratura parte vecchia	-	468	468	40,0
3	2	Muratura parte vecchia	-	468	468	40,0
5	3	Muratura parte vecchia	-	468	468	40,0
38	4	Muratura parte vecchia	-	468	468	40,0
39	4	Muratura parte vecchia	-	468	468	40,0
40	4	Muratura parte vecchia	-	468	468	25,0
33	5	Muratura esistente	-	468	468	25,0
34	5	Muratura parte vecchia	-	468	468	40,0
11	6	Muratura esistente	-	468	468	25,0
35	7	Muratura esistente	-	468	468	25,0
36	7	Muratura parte vecchia	-	468	468	40,0
15	8	Muratura esistente	-	468	468	25,0
17	9	Muratura esistente	-	468	468	25,0
19	10	Muratura esistente	-	468	468	25,0
21	11	Muratura parte vecchia	-	468	468	40,0
23	12	Muratura parte vecchia	-	468	468	25,0

25	13	Muratura parte vecchia	-	468	468	25,0
27	14	Muratura parte vecchia	-	468	468	25,0
29	15	Muratura parte vecchia	-	468	468	25,0
31	16	Muratura parte vecchia	-	468	468	25,0

Archivi solai

Laterocemento



Putrelle e tavelloni



Nome	Materiali	Descrizione
U1	CLS: C16/20	Laterocemento b [cm] = 10,0; i [cm] = 50,0; h solaio [cm] = 16; S [cm] = 0,0
U1	Acciaio: S 235 (t <= 40mm) CLS: C16/20	Putrelle e tavelloni Profilo: IPE 100 i [cm] = 70,0; S [cm] = 2,0

Solaio

N.	Archivio	Quota [cm]	Spessore [cm]	G [N/mm2]	Ex [N/mm2]	Ey [N/mm2]	Scarico masse	Tipo
1	U1	468	4,0	1.000,00	22.886,40	0,00	Monodirezionale	Laterocemento
2	U1	468	4,0	1.000,00	22.886,40	0,00	Monodirezionale	Laterocemento
3	U1	468	4,0	11.920,00	0,00	0,00	Monodirezionale	Putrelle e tavelloni
4	U1	468	4,0	11.920,00	0,00	0,00	Monodirezionale	Putrelle e tavelloni

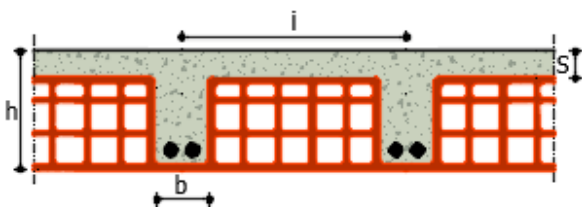
Livello 2

Pannello murario

N.	Parete	Materiale	Rinforzo	Quota [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]
41	1	Muratura parte vecchia	-	883	415	40,0
42	2	Muratura parte vecchia	-	883	415	40,0
43	3	Muratura parte vecchia	-	883	415	40,0
44	4	Muratura parte vecchia	-	883	415	40,0
45	4	Muratura parte vecchia	-	883	415	25,0
46	4	Muratura parte vecchia	-	883	415	40,0
48	5	Muratura parte vecchia	-	883	415	40,0
51	7	Muratura parte vecchia	-	883	415	40,0
55	11	Muratura parte vecchia	-	883	415	40,0
56	12	Muratura parte vecchia	-	883	415	25,0

Archivi solai

Laterocemento



Putrelle e tavelloni



Nome	Materiali	Descrizione
U1	CLS: C16/20	Laterocemento b [cm] = 10,0; i [cm] = 50,0; h solaio [cm] = 16; S [cm] = 0,0
U1	Acciaio: S 235 (t <= 40mm) CLS: C16/20	Putrelle e tavelloni Profilo: IPE 100

	i [cm] = 70,0; S [cm] = 2,0
--	-----------------------------

Solaio

N.	Archivio	Quota [cm]	Spessore [cm]	G [N/mm2]	Ex [N/mm2]	Ey [N/mm2]	Scarico masse	Tipo
5	U1	883	4,0	11.920,00	36.348,00	28.608,00	Monodirezionale	Putrelle e tavelloni
6	U1	883	4,0	11.920,00	36.348,00	28.608,00	Monodirezionale	Putrelle e tavelloni

Elementi di copertura

Livello 1

Pannello murario

N.	Parete	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]
1	1	Muratura parte vecchia	-	40,0
3	2	Muratura parte vecchia	-	40,0
5	3	Muratura parte vecchia	-	40,0
38	4	Muratura parte vecchia	-	40,0
39	4	Muratura parte vecchia	-	40,0
40	4	Muratura parte vecchia	-	25,0
33	5	Muratura esistente	-	25,0
34	5	Muratura parte vecchia	-	40,0
81	5	Muratura esistente	-	25,0
11	6	Muratura esistente	-	25,0
12	6	Muratura esistente	-	25,0
35	7	Muratura esistente	-	25,0
36	7	Muratura parte vecchia	-	40,0
83	7	Muratura esistente	-	25,0
15	8	Muratura esistente	-	25,0
16	8	Muratura esistente	-	25,0
17	9	Muratura esistente	-	25,0
18	9	Muratura esistente	-	25,0
19	10	Muratura esistente	-	25,0
20	10	Muratura esistente	-	25,0
21	11	Muratura parte vecchia	-	40,0
23	12	Muratura parte vecchia	-	25,0
25	13	Muratura parte vecchia	-	25,0
27	14	Muratura parte vecchia	-	25,0

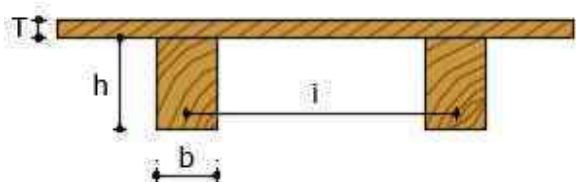
29	15	Muratura parte vecchia	-	25,0
31	16	Muratura parte vecchia	-	25,0

Trave Acciaio / Legno

N.	Parete	Materiale	Area [cm ²]	J [cm ⁴]	W [cm ³]
78	18	ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	529,00	23.320,08	2.027,83
79	19	ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	529,00	23.320,08	2.027,83
80	20	ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	529,00	23.320,08	2.027,83
85	21	ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	529,00	23.320,08	2.027,83

Archivi falde

Legno con travetti affiancati e tavolato semplice



Nome	Materiali	Descrizione
U1	Legno travetti: ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	Legno con travetti affiancati e tavolato semplice b [cm] = 10,0; h [cm] = 12,0; i [cm] = 50,0; T [cm] = 2,0
U1	Legno travetti: ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	Legno con travetti affiancati e tavolato semplice b [cm] = 12,0; h [cm] = 20,0; i [cm] = 66,0; T [cm] = 2,0

Falda

N.	Archivio	Quota min [cm]	Quota max [cm]	Spessore [cm]	G [N/mm ²]	Ex [N/mm ²]	Ey [N/mm ²]	Scarico masse	Tipo
1	U1	668	768	4,0	10,00	7.200,00	0,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e tavolato semplice
2	U1	668	768	4,0	10,00	7.200,00	0,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e tavolato semplice
3	U1	668	768	4,0	10,00	7.200,00	0,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e tavolato semplice
4	U1	668	668	4,0	10,00	7.200,00	0,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e tavolato semplice

Livello 2

Pannello + Cordolo C.A. (1)

N.	Parete	Materiale pannello	Rinforzo	Spessore [cm]	Materiale calcestruzzo	Materiale acciaio	Base sezione [cm]	Altezza sezione [cm]
61	1	Muratura parte	-	40,0	C25/30	B450	25,0	25,0

		vecchia						
62	2	Muratura parte vecchia	-	40,0	C25/30	B450	25,0	25,0
63	3	Muratura parte vecchia	-	40,0	C25/30	B450	25,0	25,0
104	4	Muratura parte vecchia	-	40,0	C25/30	B450	25,0	25,0
105	4	Muratura parte vecchia	-	40,0	C25/30	B450	25,0	25,0
87	5	Muratura parte vecchia	-	40,0	C25/30	B450	25,0	25,0
89	7	Muratura parte vecchia	-	40,0	C25/30	B450	25,0	25,0
71	11	Muratura parte vecchia	-	40,0	C25/30	B450	25,0	25,0

Pannello + Cordolo C.A. (2)

N.	Parete	Area [cm2]	J [cm4]	Af intrad. [cm2]	Af estrad. [cm2]	N. barre intrad.	N. barre Estrad.	Copriferro [cm]	Passo staffe [cm]	Area staffe [cm2]	Porzione deformabile
61	1	625,00	32.552,08	4,02	4,02	2	2	2,0	20	1,01	0,50
62	2	625,00	32.552,08	4,02	4,02	2	2	2,0	20	1,01	0,50
63	3	625,00	32.552,08	4,02	4,02	2	2	2,0	20	1,01	0,50
104	4	625,00	32.552,08	4,02	4,02	2	2	2,0	20	1,01	0,50
105	4	625,00	32.552,08	4,02	4,02	2	2	2,0	20	1,01	0,50
87	5	625,00	32.552,08	4,02	4,02	2	2	2,0	20	1,01	0,50
89	7	625,00	32.552,08	4,02	4,02	2	2	2,0	20	1,01	0,50
71	11	625,00	32.552,08	4,02	4,02	2	2	2,0	20	1,01	0,50

Trave Acciaio / Legno

N.	Parete	Materiale	Area [cm2]	J [cm4]	W [cm3]
90	22	ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	288,00	13.824,00	1.152,00
91	23	ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	288,00	13.824,00	1.152,00
93	25	ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	288,00	13.824,00	1.152,00
94	26	ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	288,00	13.824,00	1.152,00
95	27	ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	288,00	13.824,00	1.152,00
96	28	ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	288,00	13.824,00	1.152,00
97	29	ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	336,00	21.952,00	1.568,00
98	30	ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	336,00	21.952,00	1.568,00
99	31	ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	960,00	184.320,00	7.680,00
128	32	ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	960,00	184.320,00	7.680,00
129	32	ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	960,00	184.320,00	7.680,00
101	33	ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	960,00	184.320,00	7.680,00
133	34	ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	960,00	184.320,00	7.680,00
134	34	ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	960,00	184.320,00	7.680,00

Pilastro C.A. (1)

N.	Materiale calcestruzzo	Materiale acciaio	Rinforzo	Base sezione [cm]	Altezza sezione [cm]	Area [cm2]	Angolo [°]
----	------------------------	-------------------	----------	-------------------	----------------------	------------	------------

127	C8/10	B450	-	115,0	69,0	7.935,00	0
-----	-------	------	---	-------	------	----------	---

Pilastro C.A. (2)

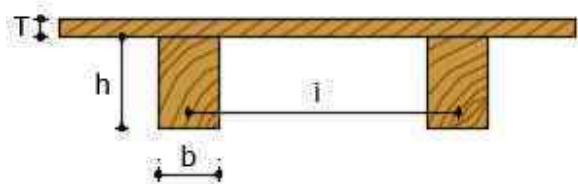
N.	Af lato b [cm2]	Af lato h [cm2]	N. barre lato b	N. barre lato h	Copriferro [cm]	Passo staffe [cm]	Area staffe [cm2]
127	3,52	2,51	7	5	2,0	20	1,01

Pilastro Muratura

N.	Materiale	Rinforzo	Base sezione [cm]	Altezza sezione [cm]	Area [cm2]	Angolo [°]
132	Muratura nuova	-	25,0	150,0	3.750,00	0
137	Muratura nuova	-	25,0	150,0	3.750,00	0

Archivi falde

Legno con travetti affiancati e tavolato semplice



Nome	Materiali	Descrizione
U1	Legno travetti: ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	Legno con travetti affiancati e tavolato semplice b [cm] = 10,0; h [cm] = 12,0; i [cm] = 50,0; T [cm] = 2,0
U1	Legno travetti: ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	Legno con travetti affiancati e tavolato semplice b [cm] = 12,0; h [cm] = 20,0; i [cm] = 66,0; T [cm] = 2,0

Falda

N.	Archivio	Quota min [cm]	Quota max [cm]	Spessore [cm]	G [N/mm2]	Ex [N/mm2]	Ey [N/mm2]	Scarico masse	Tipo
5	U1	908	1.120	4,0	10,00	10.909,09	0,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e tavolato semplice
6	U1	908	1.120	4,0	10,00	10.909,09	0,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e tavolato semplice
7	U1	908	1.002	4,0	10,00	10.909,09	0,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e tavolato semplice
8	U1	908	1.002	4,0	10,00	10.909,09	0,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e tavolato semplice
9	U1	908	1.120	4,0	10,00	10.909,09	0,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e tavolato semplice
10	U1	908	1.002	4,0	10,00	10.909,09	0,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e tavolato semplice
11	U1	908	1.002	4,0	10,00	10.909,09	0,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e tavolato semplice
12	U1	908	1.120	4,0	10,00	10.909,09	0,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e

									tavolato semplice
--	--	--	--	--	--	--	--	--	-------------------

Telaio equivalente

Parete : 1

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
1	1.082	636	0	0
4	1.418	636	0	0
2	1.082	636	468	1
5	1.418	636	468	1
3	1.082	636	883	2
6	1.418	636	883	2
57	1.082	636	908	2(*)
58	1.418	636	908	2(*)

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
82	168	0	0
83	168	468	1
84	168	883	2
85	168	908	2(*)

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
1	Muratura parte vecchia	-	40,0	336,5	468,0	168	234	82	83
2	Muratura parte vecchia	-	40,0	336,5	415,0	168	676	83	84
3(*)	Muratura parte vecchia	-	40,0	336,5	25,0	168	896	84	85

Parete : 2

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
7	1.418	-570	0	0
55	1.418	-155	0	0
51	1.418	223	0	0
4	1.418	636	0	0
8	1.418	-570	468	1
56	1.418	-155	468	1
52	1.418	223	468	1
5	1.418	636	468	1
9	1.418	-570	883	2
6	1.418	636	883	2
59	1.418	-570	908	2(*)

58	1.418	636	908	2(*)
----	-------	-----	-----	------

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
86	400	883	2
87	804	883	2
88	603	908	2(*)

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
11	Muratura parte vecchia	-	40,0	282,0	250,0	390	170	55	56
12	Muratura parte vecchia	-	40,0	286,0	250,0	814	170	51	52
10	Muratura parte vecchia	-	40,0	149,0	334,0	75	221	7	8
13	Muratura parte vecchia	-	40,0	149,0	334,0	1.132	221	4	5
15	Muratura parte vecchia	-	40,0	302,0	247,5	400	637	56	86
16	Muratura parte vecchia	-	40,0	306,0	247,5	804	637	52	87
14	Muratura parte vecchia	-	40,0	149,0	307,5	75	670	8	9
17	Muratura parte vecchia	-	40,0	149,0	307,5	1.132	670	5	6
9(*)	Muratura parte vecchia	-	40,0	1.206,0	25,0	603	896	87	88

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
4	Muratura parte vecchia	-	40,0	100,0	90,0	199	45	7	55
7	Muratura parte vecchia	-	40,0	100,0	90,0	1.007	45	51	4
6	Muratura parte vecchia	-	40,0	120,0	168,0	601	384	56	52
5	Muratura parte vecchia	-	40,0	100,0	268,0	199	424	8	56
8	Muratura parte vecchia	-	40,0	100,0	268,0	1.007	424	52	5

Parete : 3

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
10	1.082	-570	0	0
7	1.418	-570	0	0
11	1.082	-570	468	1

8	1.418	-570	468	1
12	1.082	-570	883	2
9	1.418	-570	883	2
60	1.082	-570	908	2(*)
59	1.418	-570	908	2(*)

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
89	168	0	0
90	168	468	1
91	168	883	2
92	168	908	2(*)

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
18	Muratura parte vecchia	-	40,0	336,5	468,0	168	234	89	90
19	Muratura parte vecchia	-	40,0	336,5	415,0	168	676	90	91
20(*)	Muratura parte vecchia	-	40,0	336,5	25,0	168	896	91	92

Parete : 4

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
10	1.082	-570	0	0
20	1.082	-513	0	0
53	1.082	-155	0	0
40	1.082	5	0	0
49	1.082	223	0	0
15	1.082	584	0	0
1	1.082	636	0	0
11	1.082	-570	468	1
21	1.082	-513	468	1
54	1.082	-155	468	1
41	1.082	5	468	1
50	1.082	223	468	1
16	1.082	584	468	1
2	1.082	636	468	1
12	1.082	-570	883	2
22	1.082	-513	883	2
81	1.082	-183	883	2
42	1.082	5	883	2
80	1.082	246	883	2
17	1.082	584	883	2
3	1.082	636	883	2
60	1.082	-570	908	2(*)

64	1.082	-513	908	2(*)
133	1.082	-183	1.052	2(*)
132	1.082	246	1.052	2(*)
62	1.082	584	908	2(*)
57	1.082	636	908	2(*)

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
93	29	0	0
95	1.180	0	0
94	29	468	1
96	1.180	468	1
97	29	883	2
98	1.180	883	2
99	29	908	2(*)
100	1.180	908	2(*)

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
30	Muratura parte vecchia	-	25,0	448,0	210,0	770	105	49	50
29	Muratura parte vecchia	-	25,0	389,0	388,1	252	194	53	54
31	Muratura parte vecchia	-	25,0	60,0	388,1	1.124	194	15	16
23	Muratura parte vecchia	-	40,0	57,0	468,0	29	234	93	94
24	Muratura parte vecchia	-	40,0	52,0	468,0	1.180	234	95	96
32	Muratura parte vecchia	-	25,0	389,0	346,1	252	641	54	81
33	Muratura parte vecchia	-	25,0	608,0	346,1	850	641	50	80
25	Muratura parte vecchia	-	40,0	57,0	415,0	29	676	94	97
26	Muratura parte vecchia	-	40,0	52,0	415,0	1.180	676	96	98
27(*)	Muratura parte vecchia	-	40,0	57,0	25,0	29	896	97	99
28(*)	Muratura parte vecchia	-	40,0	52,0	25,0	1.180	896	98	100

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
21	Muratura parte vecchia	-	25,0	100,0	258,0	496	339	54	41
22	Muratura parte vecchia	-	25,0	100,0	205,0	496	781	81	42

Parete : 5

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
13	-239	584	0	0
34	303	584	0	0
15	1.082	584	0	0
14	-239	584	468	1
35	303	584	468	1
16	1.082	584	468	1
61	-239	584	668	1(*)
36	303	584	883	2
17	1.082	584	883	2
70	303	584	908	2(*)
62	1.082	584	908	2(*)

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
101	287	0	0
103	812	0	0
105	1.073	0	0
102	287	468	1
104	812	468	1
106	1.073	468	1
109	271	668	1(*)
107	812	883	2
108	1.073	883	2
110	932	908	2(*)

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
45	Muratura esistente	-	25,0	162,0	200,0	287	190	101	102
48	Muratura parte vecchia	-	40,0	161,0	200,0	812	190	103	104
49	Muratura parte vecchia	-	40,0	161,0	200,0	1.073	190	105	106
44	Muratura esistente	-	25,0	106,0	334,0	53	221	13	14
46	Muratura esistente	-	25,0	74,5	334,0	505	221	34	35
47	Muratura parte vecchia	-	40,0	88,5	334,0	587	221	34	35
50	Muratura parte vecchia	-	40,0	68,0	334,0	1.287	221	15	16
42(*)	Muratura esistente	-	25,0	542,5	200,0	271	568	102	109
52	Muratura parte vecchia	-	40,0	161,0	200,0	812	658	104	107
53	Muratura parte vecchia	-	40,0	161,0	200,0	1.073	658	106	108
51	Muratura parte vecchia	-	40,0	88,5	307,5	587	670	35	36

54	Muratura parte vecchia	-	40,0	68,0	307,5	1.287	670	16	17
43(*)	Muratura parte vecchia	-	40,0	778,5	25,0	932	896	107	110

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
34	Muratura esistente	-	25,0	100,0	90,0	156	45	13	101
35	Muratura esistente	-	25,0	100,0	90,0	418	45	101	34
36	Muratura parte vecchia	-	40,0	100,0	90,0	681	45	34	103
38	Muratura parte vecchia	-	40,0	100,0	90,0	942	45	103	105
40	Muratura parte vecchia	-	40,0	100,0	90,0	1.203	45	105	15
37	Muratura parte vecchia	-	40,0	100,0	268,0	681	424	35	104
39	Muratura parte vecchia	-	40,0	100,0	268,0	942	424	104	106
41	Muratura parte vecchia	-	40,0	100,0	268,0	1.203	424	106	16

Parete : 6

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
18	-239	-513	0	0
25	-239	-229	0	0
29	-239	299	0	0
13	-239	584	0	0
19	-239	-513	468	1
26	-239	-229	468	1
30	-239	299	468	1
14	-239	584	468	1
63	-239	-513	668	1(*)
66	-239	-229	720	1(*)
72	-239	36	768	1(*)
68	-239	299	720	1(*)
61	-239	584	668	1(*)

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
60	Muratura esistente	-	25,0	498,5	388,1	249	194	25	26
61	Muratura esistente	-	25,0	498,5	388,1	848	194	29	30
63(*)	Muratura esistente	-	25,0	324,9	135,0	350	581	26	66
64(*)	Muratura esistente	-	25,0	323,8	135,0	746	581	30	68
62(*)	Muratura esistente	-	25,0	87,6	130,3	44	611	19	63
65(*)	Muratura esistente	-	25,0	88,7	130,4	1.053	611	14	61

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
55	Muratura esistente	-	25,0	86,0	258,0	549	339	26	30
56(*)	Muratura esistente	-	25,0	100,0	75,1	138	656	63	66
59(*)	Muratura esistente	-	25,0	100,0	75,3	958	656	68	61
57(*)	Muratura esistente	-	25,0	36,0	86,7	531	721	66	72
58(*)	Muratura esistente	-	25,0	36,0	86,7	567	721	72	68

Parete : 7

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
18	-239	-513	0	0
31	303	-513	0	0
47	833	-513	0	0
20	1.082	-513	0	0
19	-239	-513	468	1
32	303	-513	468	1
48	833	-513	468	1
21	1.082	-513	468	1
63	-239	-513	668	1(*)
33	303	-513	883	2
22	1.082	-513	883	2
69	303	-513	908	2(*)
64	1.082	-513	908	2(*)

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
111	289	0	0
113	811	0	0
112	289	468	1
114	811	468	1
117	271	668	1(*)
115	811	883	2
116	1.068	883	2
118	932	908	2(*)

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
77	Muratura parte vecchia	-	40,0	160,0	250,0	811	170	113	114
74	Muratura esistente	-	25,0	162,0	200,0	289	190	111	112
78	Muratura parte vecchia	-	40,0	330,0	402,4	1.156	201	47	48
73	Muratura esistente	-	25,0	108,0	334,0	54	221	18	19
75	Muratura esistente	-	25,0	72,5	334,0	506	221	31	32

76	Muratura parte vecchia	-	40,0	88,5	334,0	587	221	31	32
71(*)	Muratura esistente	-	25,0	542,5	200,0	271	568	112	117
80	Muratura parte vecchia	-	40,0	160,0	250,0	811	638	114	115
81	Muratura parte vecchia	-	40,0	153,7	250,0	1.068	638	48	116
79	Muratura parte vecchia	-	40,0	88,5	307,5	587	670	32	33
82	Muratura parte vecchia	-	40,0	76,3	307,5	1.283	670	21	22
72(*)	Muratura parte vecchia	-	40,0	778,5	25,0	932	896	115	118

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
66	Muratura esistente	-	25,0	100,0	90,0	158	45	18	111
67	Muratura esistente	-	25,0	100,0	90,0	420	45	111	31
68	Muratura parte vecchia	-	40,0	100,0	90,0	681	45	31	113
70	Muratura parte vecchia	-	40,0	100,0	168,0	941	384	114	48
69	Muratura parte vecchia	-	40,0	100,0	268,0	681	424	32	114

Parete : 8

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
23	-931	-229	0	0
25	-239	-229	0	0
24	-931	-229	468	1
26	-239	-229	468	1
65	-931	-229	668	1(*)
66	-239	-229	720	1(*)

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
119	360	0	0
120	354	468	1
121	348	694	1(*)

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
89	Muratura esistente	-	25,0	256,0	227,5	360	159	119	120
88	Muratura esistente	-	25,0	132,0	396,6	66	198	23	24
90	Muratura esistente	-	25,0	154,0	324,0	615	219	25	26
92(*)	Muratura esistente	-	25,0	231,0	60,0	348	588	120	121

91(*)	Muratura esistente	-	25,0	132,0	127,2	66	609	24	65
93(*)	Muratura esistente	-	25,0	129,0	169,3	628	630	26	66

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
84	Muratura esistente	-	25,0	50,0	90,0	513	45	119	25
85	Muratura esistente	-	25,0	75,0	288,0	513	414	120	26
83	Muratura esistente	-	25,0	100,0	283,0	182	417	24	120
86(*)	Muratura esistente	-	25,0	100,0	63,6	182	650	65	121
87(*)	Muratura esistente	-	25,0	100,0	88,4	513	662	121	66

Parete : 9

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
23	-931	-229	0	0
27	-931	299	0	0
24	-931	-229	468	1
28	-931	299	468	1
65	-931	-229	668	1(*)
67	-931	299	668	1(*)

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
122	264	468	1
123	264	668	1(*)

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
95	Muratura esistente	-	25,0	374,5	388,1	187	194	23	122
96	Muratura esistente	-	25,0	33,5	388,1	511	194	27	28
94(*)	Muratura esistente	-	25,0	528,0	200,0	264	568	122	123

Parete : 10

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
27	-931	299	0	0
29	-239	299	0	0
28	-931	299	468	1
30	-239	299	468	1
67	-931	299	668	1(*)
68	-239	299	720	1(*)

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
124	360	0	0

125	354	468	1
126	348	694	1(*)

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
104	Muratura esistente	-	25,0	256,0	177,5	360	179	124	125
105	Muratura esistente	-	25,0	154,0	321,5	615	219	29	30
103	Muratura esistente	-	25,0	132,0	324,0	66	219	27	28
107(*)	Muratura esistente	-	25,0	231,0	60,0	348	588	125	126
106(*)	Muratura esistente	-	25,0	132,0	127,3	66	609	28	67
108(*)	Muratura esistente	-	25,0	129,0	169,4	628	630	30	68

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
97	Muratura esistente	-	25,0	100,0	90,0	182	45	27	124
99	Muratura esistente	-	25,0	50,0	90,0	513	45	124	29
100	Muratura esistente	-	25,0	75,0	293,0	513	412	125	30
98	Muratura esistente	-	25,0	100,0	288,0	182	414	28	125
101(*)	Muratura esistente	-	25,0	100,0	63,7	182	650	67	126
102(*)	Muratura esistente	-	25,0	100,0	88,5	513	662	126	68

Parete : 11

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
31	303	-513	0	0
43	303	-153	0	0
37	303	5	0	0
34	303	584	0	0
32	303	-513	468	1
44	303	-153	468	1
38	303	5	468	1
35	303	584	468	1
33	303	-513	883	2
39	303	5	883	2
73	303	36	883	2
36	303	584	883	2
69	303	-513	908	2(*)
70	303	584	908	2(*)

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
127	549	908	2(*)

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
----	-----------	----------	---------------	-----------	--------------	-------------------	-------------------	------------	------------

112	Muratura parte vecchia	-	40,0	110,5	210,0	549	105	37	38
111	Muratura parte vecchia	-	40,0	384,0	388,1	192	194	43	44
113	Muratura parte vecchia	-	40,0	382,5	388,1	906	194	34	35
114	Muratura parte vecchia	-	40,0	404,0	346,1	202	641	44	33
115	Muratura parte vecchia	-	40,0	623,0	346,1	786	641	38	73
110(*)	Muratura parte vecchia	-	40,0	1.097,0	25,0	549	896	73	127

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
109	Muratura parte vecchia	-	40,0	90,0	258,0	439	339	44	38

Parete : 12

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
37	303	5	0	0
40	1.082	5	0	0
38	303	5	468	1
41	1.082	5	468	1
39	303	5	883	2
78	853	5	883	2
42	1.082	5	883	2
79	853	5	1.120	2(*)

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
118	Muratura parte vecchia	-	25,0	603,5	388,1	302	194	37	38
119	Muratura parte vecchia	-	25,0	75,0	388,1	741	194	40	41
120	Muratura parte vecchia	-	25,0	603,5	346,1	302	641	38	78
121	Muratura parte vecchia	-	25,0	75,0	346,1	741	641	41	42

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
116	Muratura parte vecchia	-	25,0	100,0	258,0	654	339	38	41
117	Muratura parte vecchia	-	25,0	100,0	205,0	654	781	78	42

Parete : 13

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
43	303	-153	0	0
45	833	-153	0	0
44	303	-153	468	1
46	833	-153	468	1

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
128	282	0	0
129	282	468	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
125	Muratura parte vecchia	-	25,0	239,0	210,0	282	105	128	129
124	Muratura parte vecchia	-	25,0	85,5	388,1	43	194	43	44
126	Muratura parte vecchia	-	25,0	28,0	388,1	516	194	45	46

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
122	Muratura parte vecchia	-	25,0	77,0	258,0	124	339	44	129
123	Muratura parte vecchia	-	25,0	100,0	258,0	452	339	129	46

Parete : 14

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
47	833	-513	0	0
45	833	-153	0	0
48	833	-513	468	1
46	833	-153	468	1

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
130	180	0	0
131	180	468	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
----	-----------	----------	---------------	-----------	--------------	-------------------	-------------------	------------	------------

127	Muratura parte vecchia	-	25,0	360,0	468,0	180	234	130	131
-----	------------------------	---	------	-------	-------	-----	-----	-----	-----

Parete : 15

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
49	1.082	223	0	0
51	1.418	223	0	0
50	1.082	223	468	1
52	1.418	223	468	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
129	Muratura parte vecchia	-	25,0	115,0	388,1	58	194	49	50
130	Muratura parte vecchia	-	25,0	121,5	388,1	276	194	51	52

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
128	Muratura parte vecchia	-	25,0	100,0	258,0	165	339	50	52

Parete : 16

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
53	1.082	-155	0	0
55	1.418	-155	0	0
54	1.082	-155	468	1
56	1.418	-155	468	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
132	Muratura parte vecchia	-	25,0	116,0	388,1	58	194	53	54
133	Muratura parte vecchia	-	25,0	120,5	388,1	276	194	55	56

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
131	Muratura parte vecchia	-	25,0	100,0	258,0	166	339	54	56

Parete : 17

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
67	-931	299	668	1(*)
71	-672	36	768	1(*)

Parete : 18**Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
65	-931	-229	668	1(*)
71	-672	36	768	1(*)

Parete : 19**Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
71	-672	36	768	1(*)
72	-239	36	768	1(*)

Parete : 20**Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
72	-239	36	768	1(*)
73	303	36	883	2

Parete : 21**Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
57	1.082	636	908	2(*)
74	1.249	475	1.002	2(*)

Parete : 22**Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
74	1.249	475	1.002	2(*)
58	1.418	636	908	2(*)

Parete : 23**Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
75	1.249	-393	1.002	2(*)
59	1.418	-570	908	2(*)

Parete : 24**Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
60	1.082	-570	908	2(*)
75	1.249	-393	1.002	2(*)

Parete : 25

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
62	1.082	584	908	2(*)
76	1.249	421	1.002	2(*)

Parete : 26

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
64	1.082	-513	908	2(*)
77	1.249	-321	1.002	2(*)

Parete : 27

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
76	1.249	421	1.002	2(*)
74	1.249	475	1.002	2(*)

Parete : 28

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
75	1.249	-393	1.002	2(*)
77	1.249	-321	1.002	2(*)

Parete : 29

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
78	853	5	883	2
70	303	584	908	2(*)
79	853	5	1.120	2(*)

Parete : 30

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
78	853	5	883	2
80	1.082	246	883	2
79	853	5	1.120	2(*)
132	1.082	246	1.052	2(*)
76	1.249	421	1.002	2(*)

Parete : 31

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
78	853	5	883	2
69	303	-513	908	2(*)
79	853	5	1.120	2(*)

Parete : 32

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
78	853	5	883	2
81	1.082	-183	883	2
79	853	5	1.120	2(*)
133	1.082	-183	1.052	2(*)
77	1.249	-321	1.002	2(*)

(*) Elementi di copertura

Analisi dei meccanismi locali

Descrizione della struttura

La presente relazione ha per oggetto l'analisi delle strutture, le considerazioni di merito, i calcoli svolti per l'edificio sito in Gagnano Trebbiense (PC), via Carella, 2

Tipo di analisi svolta

Al fine di eseguire le dovute verifiche nei riguardi dell'edificio in questione, si è deciso di procedere con l'analisi di possibili meccanismi locali.

Quest'ultimi risultano importanti nel caso in cui la scatolarità dell'edificio non sia garantita a causa di collegamenti non adeguati o tra le pareti ortogonali o tra solaio e parete.

Metodo di analisi

Negli edifici esistenti in muratura spesso avvengono collassi parziali per cause sismiche, in genere per perdita dell'equilibrio di porzioni murarie; la verifica nei riguardi di questi meccanismi, secondo le modalità descritte nel seguito, assume significato se è garantita una certa monoliticità della parete muraria, tale da impedire collassi puntuali per disgregazione della muratura.

Le verifiche con riferimento ai meccanismi locali possono essere svolte tramite l'analisi limite dell'equilibrio, secondo l'approccio cinematico, che si basa sulla scelta del meccanismo di collasso e la valutazione dell'azione orizzontale che attiva tale cinematismo.

L'applicazione del metodo di verifica presuppone quindi l'analisi dei meccanismi locali ritenuti significativi per la costruzione, che possono essere ipotizzati sulla base della conoscenza del comportamento sismico di strutture analoghe, già danneggiate dal terremoto, o individuati considerando la presenza di eventuali stati fessurativi, anche di natura non sismica; inoltre saranno tenute presente la qualità della connessione tra le pareti murarie, la tessitura muraria, la presenza di catene, le interazioni con altri elementi della costruzione o degli edifici adiacenti. L'approccio cinematico permette inoltre di determinare l'andamento dell'azione orizzontale che la struttura è progressivamente in grado di sopportare all'evolversi del meccanismo.

Per ogni possibile meccanismo locale ritenuto significativo per l'edificio, il metodo si articola nei seguenti passi:

- trasformazione di una parte della costruzione in un sistema labile (catena cinematica), attraverso l'individuazione di corpi rigidi, definiti da piani di frattura ipotizzabili in grado di ruotare o scorrere tra loro.
- valutazione del moltiplicatore orizzontale dei carichi α_0 che comporta l'attivazione del meccanismo mediante l'impiego del principio dei lavori virtuali (Circolare 617-C8.7.1.2.1.1).
- Individuare l'accelerazione sismica spettrale di attivazione a_z a partire dal moltiplicatore orizzontale dei carichi α_0 .

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Di seguito si indicano l'origine e le caratteristiche dei codici di calcolo utilizzati riportando titolo, produttore e distributore, versione, estremi della licenza d'uso:

Sigla:	3MURI
Produzione e distribuzione:	S.T.A. DATA srl Corso Raffaello, 12 - 10126 TORINO (TO) tel. 0116699345 fax 0116699375 internet: http://www.stadata.com e.mail: info@stadata.com
Autori:	Prodotto: S.T.A. DATA srl Motore di calcolo: Responsabile Prof. Ing. Sergio LAGOMARSINO Prof. Ing. Serena CATTARI Prof. Ing. Andrea PENNA Ing. Alessandro GALASCO
Versione:	13.5.0.0
Numero Licenza:	(13353) STUDIO ASSOCIATO PANCINI CLAUDIO-MASSIMO

Presentazione dei risultati

Inquadramento normativo

Sono stati recepiti, per le analisi di cui in seguito, i principi e le regole riportate nelle normative seguenti:

- Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018 - "Norme tecniche per le Costruzioni"
- Circolare applicativa n°7 del 21 gennaio 2019

Parametri di progetto

Per la definizione dell'azione sismica si fa riferimento a:

- Categoria di sottosuolo: B
- Categoria topografica: T1
- Longitudine: 9.57
- Latitudine: 45.0139
- Vita nominale: Opere ordinarie VN $\geq$ 50 anni
- Classe d'uso III - Edifici con grandi affollamenti, infrastrutture importanti

Gli spettri di risposta, sono definiti in funzione del reticolo di riferimento definito nella "Tabella 1" (parametri spettrali) in allegato alle Norme Tecniche.

Tale tabella fornisce, in funzione delle coordinate geografiche (latitudine, longitudine), i parametri necessari a tracciare lo spettro. I parametri forniti dal reticolo di riferimento sono:

a_g : accelerazione orizzontale massima del terreno;

F_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

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

La trilogia di valori qui descritta, è definita per un periodo di ritorno assegnato (TR), definito in base alla probabilità di superamento di ciascuno degli stati limite.

Tali valori, saranno pertanto definiti per ciascuno degli stati limite esaminati (vedere tabella).

Lo spettro sismico dipende anche dalla "Classe del suolo" e dalla "categoria topografica" (vedere tabella).

	Ag [m/s2]	F0	Tc* [s]	Tr	Ss	Tb [s]	Tc [s]	Td [s]
SLC	1,42	2,47	0,29	1462,00	1,20	0,14	0,41	2,18
SLV	1,10	2,48	0,29	712,00	1,20	0,14	0,41	2,05
SLD	0,46	2,52	0,25	75,00	1,20	0,12	0,36	1,79
SLO	0,37	2,56	0,22	45,00	1,20	0,11	0,33	1,75

Metodo di verifica

Stato limite di Vita (SLV)

Nel caso in cui la verifica riguardi un elemento isolato o una porzione della costruzione comunque sostanzialmente appoggiata a terra la condizione di superamento della verifica è fornita dalla seguente disequazione:

$$a_{z,SLV} \geq a_z(z=0) = S_{e,SLV}(T=0) = a_{g,SLV} \cdot S$$

$$a_{z,SLV} = \frac{\alpha_0 \cdot g}{e^* \cdot FC} \cdot q$$

Nel caso in cui il meccanismo locale interessa una porzione della costruzione posta ad una certa quota, si deve tener conto del fatto che l'accelerazione assoluta alla quota della porzione di edificio interessata dal cinematisimo è in genere amplificata rispetto a quella al suolo; per questo il superamento della verifica è fornita dalla seguente disequazione:

$$a_{z,SLV} \geq \max(a_z(z=0); a_z(z))$$

$$a_z(z) = \sqrt{\sum a_{z,k}^2(z)}$$

$$a_{z,k}(z) = S_{e,SLV}(T_k, \xi_k) \cdot |\gamma_k \cdot \Psi_k(z)| \cdot \sqrt{1 + 0.0004 \cdot \xi_k^2}$$

In base al capitolo §C7.2.3 è consentito riferirsi al solo primo modo di vibrare significativo per la direzione significativa, si assume quindi $k=1$.

$$a_z(z) = S_{e,SLV}(T_1, \xi_1) \cdot |\gamma_1 \cdot \Psi_1(z)| \cdot \sqrt{1 + 0.0004 \cdot \xi_1^2}$$

- $S_e(T, \xi)$: spettro di risposta elastico al suolo, valutato per il periodo equivalente T e lo smorzamento viscoso equivalente ξ (5%) dell'elemento non strutturale, dell'impianto o del meccanismo locale considerato;
- γ_k : k-esimo coefficiente di partecipazione modale della costruzione;

- $\psi_k(z)$: valore della k-esimaforma modale alla quota z nella posizione in pianta dove è collocato il meccanismo locale da verificare;
- $a_{z,k}$: contributo del k-esimo modo alla accelerazione massima di piano.

Stato limite di Danno (SLD)

Nel caso di edifici esistenti in muratura, anche in considerazione delle giustificate esigenze di conservazione, pur essendo auspicabile il soddisfacimento di questo stato limite, la sua verifica non è obbligatoria.

Nel caso in cui la verifica riguardi un elemento isolato o una porzione della costruzione comunque sostanzialmente appoggiata a terra la condizione di superamento della verifica è fornita dalla seguente disequazione:

$$a_{z,SLD} \geq a_z(z=0) = S_{s,SLD}(T=0) = a_{g,SLD} \cdot S$$

$$a_{z,SLD} = \frac{\alpha_0 \cdot g}{\beta^* \cdot FC}$$

Nel caso in cui il meccanismo locale interessa una porzione della costruzione posta ad una certa quota, si deve tener conto del fatto che l'accelerazione assoluta alla quota della porzione di edificio interessata dal cinematismo è in genere amplificata rispetto a quella al suolo; per questo il superamento della verifica è fornita dalla seguente disequazione:

$$a_{z,SLD} \geq \max(a_z(z=0); a_z(z))$$

$$a_z(z) = S_{s,SLD}(T_1, \xi_1) \cdot |\gamma_1 \cdot \Psi_1(z)| \cdot \sqrt{1 + 0.0004 \cdot \xi_1^2}$$

Descrizione cinematismi

Cinematismo: Ribaltamento parete Corpo C

Blocco	Xg [cm]	Yg [cm]	Zg [cm]	Peso[daN]	Parete
1	603	0	650	-26.256	2

Tipo vincolo	Quota [cm]	Parete	Angolo [°]
Cerniera esterna	468	2	0

Moltiplicatore attivazione (a0)	0,110
az,SLV [m/s2]	2,0530
az(0) (SLV) [m/s2]	1,3208
Coefficiente sicurezza PGAc/PGAd (SLV)	1,55
az,SLD [m/s2]	1,0265
az(0) (SLD) [m/s2]	0,5462
Coefficiente sicurezza PGAc/PGAd (SLD)	1,88

STATO DI PROGETTO EDIFICIO IN MURATURA

Introduzione

Analisi pushover

Descrizione della struttura

La presente relazione ha per oggetto l'analisi delle strutture, le considerazioni di merito, i calcoli svolti per l'edificio sito in Gragnano Trebbiense (PC), via Carella, 2

Tipo di analisi svolta

Al fine di eseguire le dovute verifiche nei riguardi dell'edificio in questione, si è deciso di procedere con l'esecuzione di una analisi statica non lineare.

Le verifiche richieste si concretizzano nel confronto tra la curva di capacità per le diverse condizioni previste e la domanda di spostamento prevista dalla normativa.

La curva di capacità è individuata mediante un diagramma spostamento-taglio massimo alla base.

Metodo di analisi

La modellazione dell'edificio viene realizzata mediante l'inserimento di pareti che vengono discretizzate in macroelementi, rappresentativi di maschi murari e fasce di piano deformabili; i nodi rigidi sono indicati nelle porzioni di muratura che tipicamente sono meno soggette al danneggiamento sismico. Solitamente i maschi e le fasce sono contigui alle aperture, i nodi rigidi rappresentano elementi di collegamento tra maschi e fasce. La concezione matematica che si nasconde nell'impiego di tale elemento, permette di riconoscere il meccanismo di danno, a taglio nella sua parte centrale o a pressoflessione sui bordi dell'elemento in modo da percepire la dinamica del danneggiamento così come si presenta effettivamente nella realtà.

I nodi del modello, sono nodi tridimensionali a 5 gradi di libertà (le tre componenti di spostamento nel sistema di riferimento globale e le rotazioni intorno agli assi X e Y) o nodi bidimensionali a 3 gradi di libertà (due traslazioni e la rotazione nel piano della parete). Quelli tridimensionali vengono usati per permettere il trasferimento delle azioni, da un primo muro a un secondo disposto trasversalmente rispetto al primo. I nodi di tipo bidimensionale hanno gradi di libertà nel solo piano della parete permettendo il trasferimento degli stati di sollecitazione tra i vari punti della parete.

Gli orizzontamenti, sono modellati con elementi solaio a tre nodi connessi ai nodi tridimensionali, sono caricabili perpendicolarmente al loro piano dai carichi accidentali e permanenti; le azioni sismiche caricano il solaio lungo la direzione del piano medio. Per questo l'elemento finito solaio viene definito con una rigidità assiale, ma nessuna rigidità flessionale, in quanto il comportamento meccanico principale che si intende sondare è quello sotto carico orizzontale dovuto al sisma.

Combinazioni di carico adottate

Secondo le prescrizioni da normativa, le condizioni di carico da esaminare devono considerare almeno due distribuzioni di forze d'inerzia, ricadenti l'una nelle distribuzioni principali (Gruppo 1) e l'altra nelle distribuzioni secondarie (Gruppo 2) appresso illustrate.

- distribuzione proporzionale alle Forze statiche (Gruppo 1)
- distribuzione uniforme di forze, da intendersi come derivata da una distribuzione uniforme di accelerazioni lungo l'altezza della costruzione (Gruppo 2);

L'analisi, eseguita in controllo di spostamento, procede al calcolo della distribuzione di forze che genera il valore dello spostamento richiesto. L'analisi viene fatta continuare fino a che non si verifica il decadimento del taglio al 80% dal suo valore di picco. Si calcola così il valore dello spostamento massimo alla base dell'edificio generato da quella distribuzione di forze. Questo valore di spostamento costituisce il valore ultimo dell'edificio.

Lo spostamento preso in esame per il tracciamento della curva di capacità è quello di un punto dell'edificio detto nodo di controllo.

La normativa richiede il tracciamento di una curva di capacità bi-lineare di un sistema equivalente (SDOF). Il tracciamento di tale curva deve avvenire con una retta che, passando per l'origine interseca la curva del sistema reale in corrispondenza del 70% del valore di picco; la seconda retta risulterà parallela all'asse degli spostamenti tale da generare l'equivalenza delle aree tra i diagrammi del sistema reale e quello equivalente.

La determinazione della curva relativa al sistema equivalente, permette di determinare il periodo con cui ricavare lo spostamento massimo richiesto dal sisma, secondo gli spettri riportati sulla normativa.

La normativa definisce una eccentricità accidentale del centro delle masse pari al 5% della massima dimensione dell'edificio in direzione perpendicolare al sisma.

In base alla tipologia dell'edificio e alle scelte progettuali che si ritengono più idonee, si può decidere la condizione di carico sismico da prendere in esame.

- Carico sismico: Individua quale delle due tipologie di distribuzioni (proporzionale alle masse o al primo modo) prendere in esame.
- Direzione: Individua la direzione lungo cui viene caricata la struttura (X o Y del sistema globale) dal carico sismico.

Al fine di individuare la condizione di carico sismico più gravosa, si è deciso di eseguire le analisi distinte per tipologia di carico, direzione del sisma e di eventuali eccentricità accidentali.

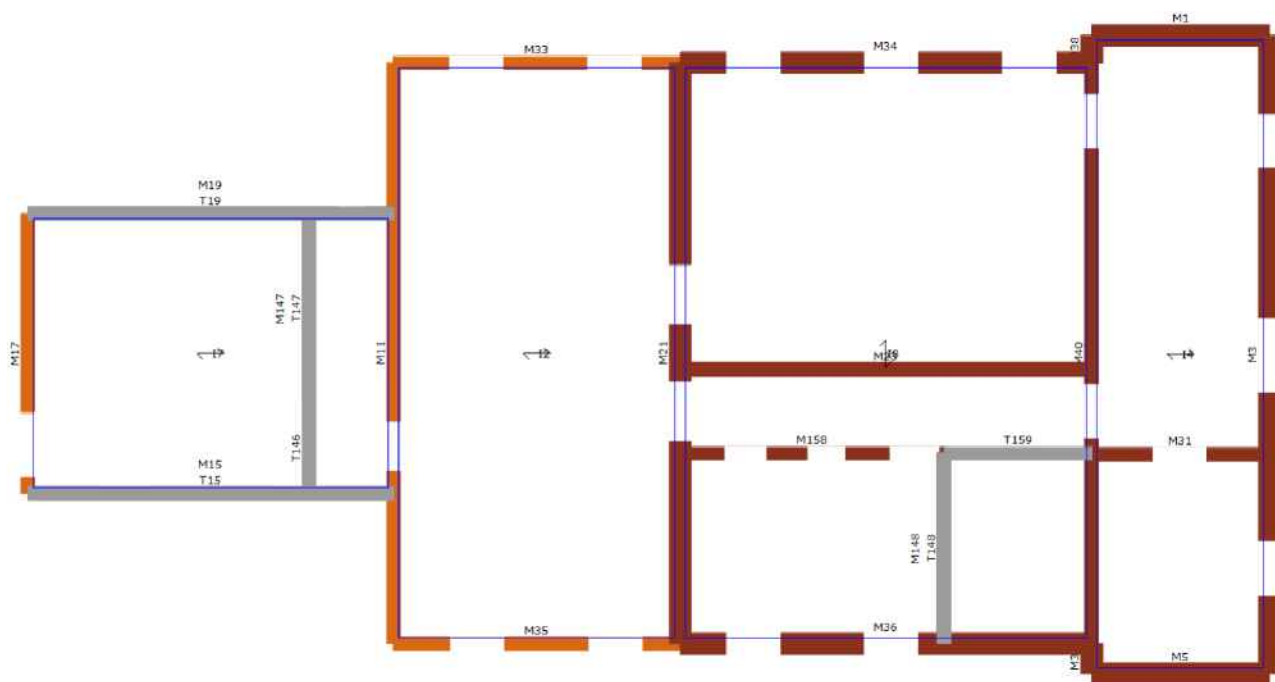
Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Di seguito si indicano l'origine e le caratteristiche dei codici di calcolo utilizzati riportando titolo, produttore e distributore, versione, estremi della licenza d'uso:

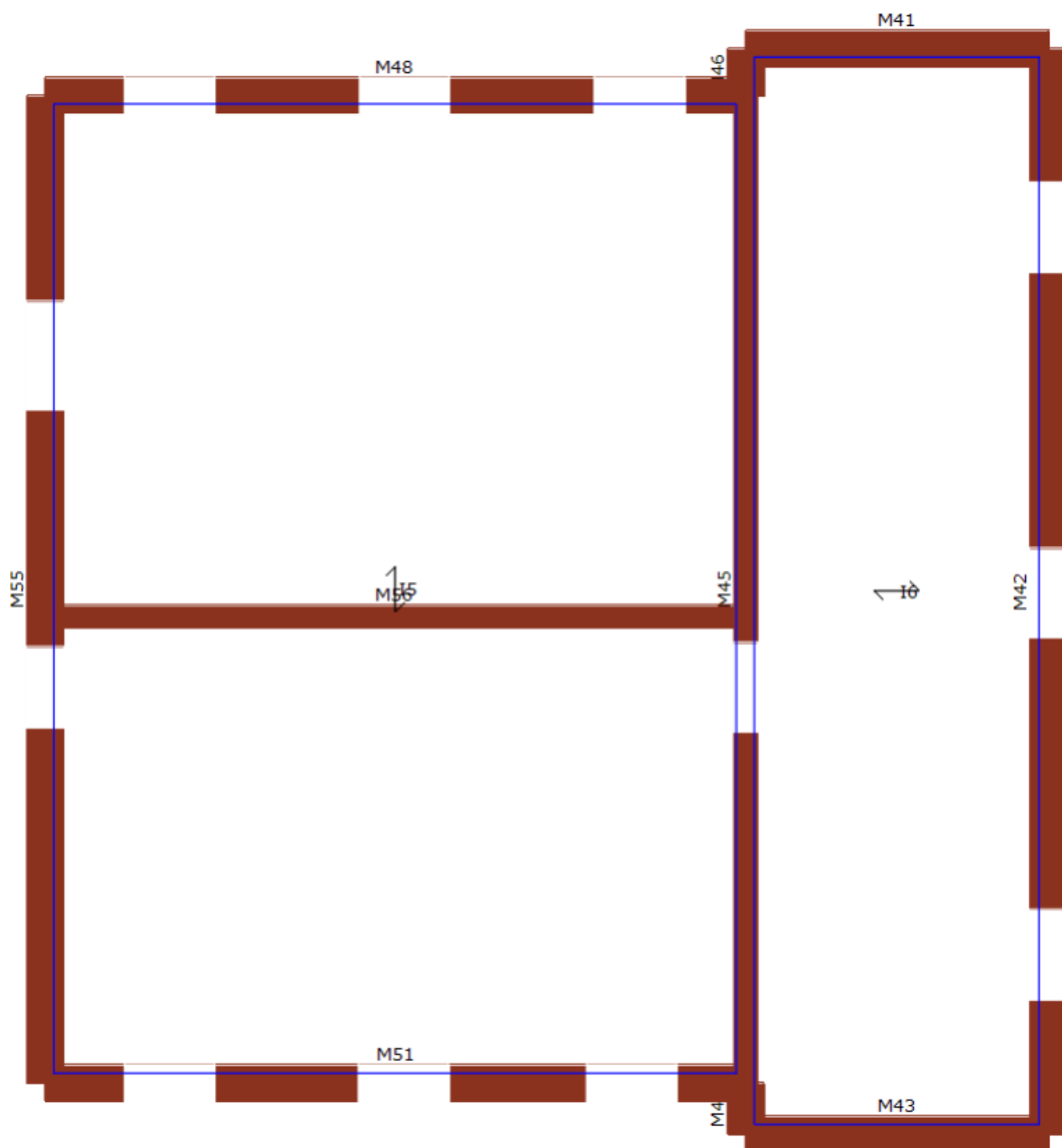
Sigla:	3MURI
Produzione e distribuzione:	S.T.A. DATA srl Corso Raffaello, 12 - 10126 TORINO (TO) tel. 0116699345 fax 0116699375 internet: http://www.stadata.com e.mail: info@stadata.com
Autori:	Prodotto: S.T.A. DATA srl Motore di calcolo: Responsabile Prof. Ing. Sergio LAGOMARSINO Prof. Ing. Serena CATTARI Prof. Ing. Andrea PENNA Ing. Alessandro GALASCO
Versione:	13.5.0.0
Numero Licenza:	(13353) STUDIO ASSOCIATO PANCINI CLAUDIO-MASSIMO

Presentazione dei risultati

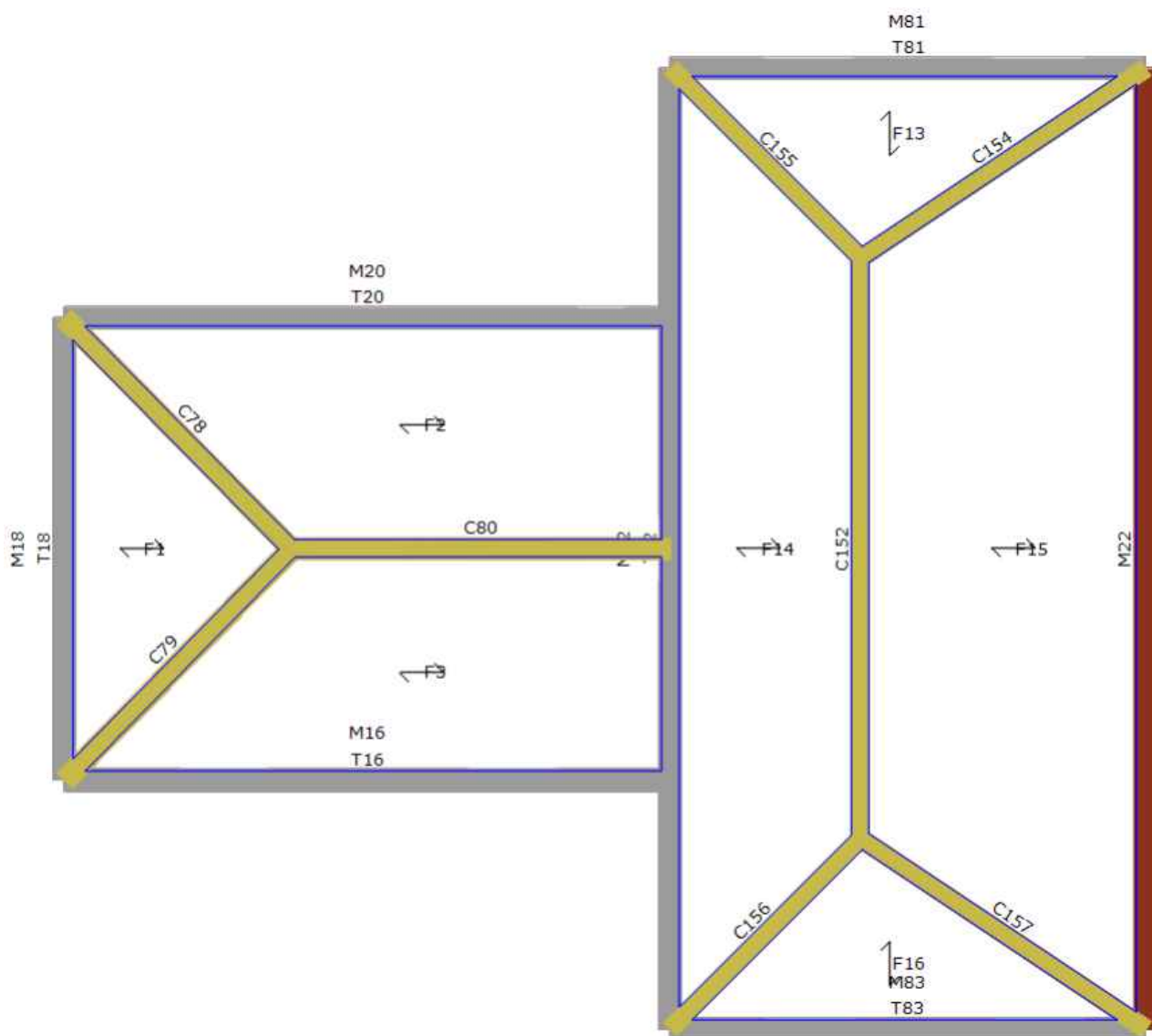
Immagini del modello



Vista pianta livello 1



Vista pianta livello 2



Vista pianta livello 1 tetto





Vista 3D (1)



Vista 3D (2)

Inquadramento normativo

Sono stati recepiti, per le analisi di cui in seguito, i principi e le regole riportate nelle normative seguenti:

- Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018 - "Norme tecniche per le Costruzioni"
- Circolare applicativa n°7 del 21 gennaio 2019

Parametri di progetto

Per la definizione dell'azione sismica si fa riferimento a:

- Categoria di sottosuolo: B
- Categoria topografica: T1
- Longitudine: 9.57
- Latitudine: 45.0139
- Vita nominale: Opere ordinarie VN $\geq$ 50 anni
- Classe d'uso III - Edifici con grandi affollamenti, infrastrutture importanti

Gli spettri di risposta, sono definiti in funzione del reticolo di riferimento definito nella "Tabella 1" (parametri spettrali) in allegato alle Norme Tecniche.

Tale tabella fornisce, in funzione delle coordinate geografiche (latitudine, longitudine), i parametri necessari a tracciare lo spettro. I parametri forniti dal reticolo di riferimento sono:

a_g : accelerazione orizzontale massima del terreno;

F_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

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

La trilogia di valori qui descritta, è definita per un periodo di ritorno assegnato (TR), definito in base alla probabilità di superamento di ciascuno degli stati limite.

Tali valori, saranno pertanto definiti per ciascuno degli stati limite esaminati (vedere tabella).

Lo spettro sismico dipende anche dalla "Classe del suolo" e dalla "categoria topografica" (vedere tabella).

	Ag [m/s ²]	F0	Tc* [s]	Tr	Ss	Tb [s]	Tc [s]	Td [s]
SLC	1,42	2,47	0,29	1462,00	1,20	0,14	0,41	2,18
SLV	1,10	2,48	0,29	712,00	1,20	0,14	0,41	2,05
SLD	0,46	2,52	0,25	75,00	1,20	0,12	0,36	1,79
SLO	0,37	2,56	0,22	45,00	1,20	0,11	0,33	1,75

Descrizione dei materiali e del loro comportamento

Comportamento meccanico della muratura

Le proprietà meccaniche del materiale muratura sono definite in modo da individuarne al meglio il comportamento in campo non lineare.

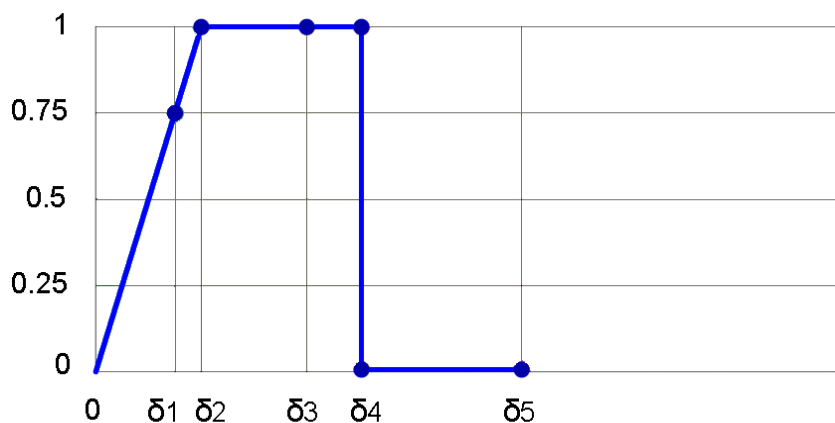
Le caratteristiche principali sono:

- Rigidezza iniziale secondo le caratteristiche elastiche (fessurate) del materiale;
- Redistribuzione delle sollecitazioni interne all'elemento tali da garantire l'equilibrio;
- Settaggio dello stato di danno secondo i parametri globali e locali;
- Degradazione della rigidezza nel ramo plastico;
- Controllo di duttilità mediante la definizione di drift massimo (δ_u) differenziato secondo quanto previsto nelle normative vigenti a seconda del meccanismo di danneggiamento agente sul pannello
- Eliminazione dell'elemento, al raggiungimento delle condizioni limite senza interruzione dell'analisi.

Il comportamento non lineare si attiva quando un valore di forza raggiunge il suo massimo valore definito come il minimo fra i criteri di resistenza pressoflessione e taglio.

Il comportamento dei maschi murari associati ai meccanismi di taglio e pressoflessione può essere descritto attraverso diversi tratti che rappresentano i progressivi livelli di danno.

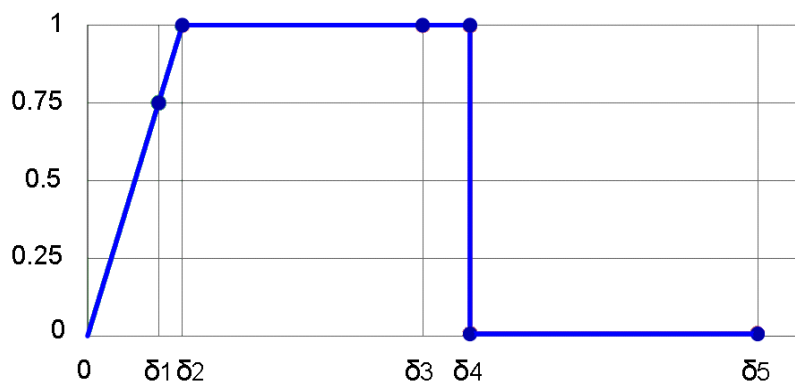
Maschio con meccanismo a taglio



Il comportamento del maschio murario a taglio si può descrivere attraverso i seguenti tratti, rappresentativi dei progressivi livelli di danno relativi al diagramma precedente:

$0 - \delta_1$	elasticità
$\delta_1 - \delta_2$	incipiente di plasticità
$\delta_2 - \delta_3$	plastico per taglio
$\delta_3 - \delta_4$	incipiente rottura per taglio
$\delta_4 - \delta_5$	rottura per taglio
$\delta_5 - \infty$	crisi grave

Maschio con meccanismo a pressoflessione



Il comportamento del maschio murario a pressoflessione, invece, si può descrivere attraverso i seguenti tratti:

$0 - \delta_1$	elasticità
$\delta_1 - \delta_2$	incipiente di plasticità
$\delta_2 - \delta_3$	plastico per pressoflessione
$\delta_3 - \delta_4$	incipiente rottura per pressoflessione
$\delta_4 - \delta_5$	rottura per pressoflessione
$\delta_5 - \infty$	crisi grave

Alcuni tra questi livelli di rottura sono necessari per descrivere con maggiore cura il progredire della crisi permettendo una più accurata previsione degli interventi e del livello di degrado della muratura:

- Incipiente plasticità: Quando un elemento si trova ancora in campo elastico ma è prossimo alla plasticità
- Incipiente rottura: Quando un elemento è in campo plastico ma è prossimo alla rottura
- Crisi grave: Quando in seguito alla rottura dell'elemento le deformazioni diventano talmente significative da poter generare un crollo locale.

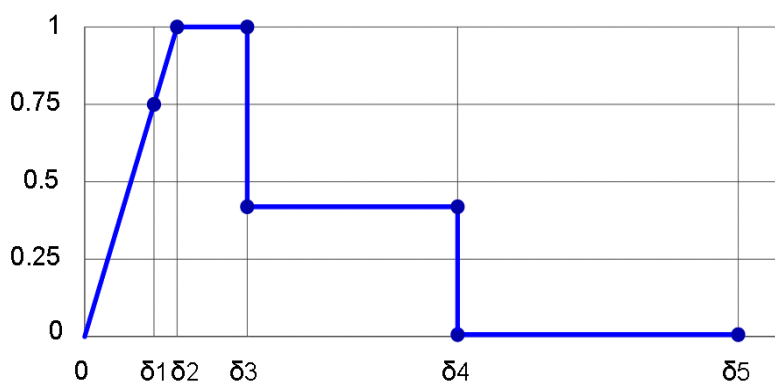
Il software mette a disposizione tre categorie di legame:

- Con degrado di resistenza a un valore residuo (Legame multilineare)
- Con resistenza pari al valore residuo (Legame bilineare)
- Priva di resistenza residua

Tra queste le categorie di legame utilizzate all'interno del progetto in esame sono:

- Con degrado di resistenza a un valore residuo (Legame multilineare)

Con degrado di resistenza a un valore residuo (Legame multilineare)



Questo tipo di legame è definito nella circolare al §C8.7.1.3.1 assumendo:

$$\delta_1: 0.75 * \delta_2$$

δ_2 : deformazione in corrispondenza del limite elastico definito dalla rigidezza e resistenza limite

δ_3 : 0.005

δ_4 : 0.015

δ_5 : $2 \cdot \delta_4$ Questa deformazione rappresenta lo stato di “crisi grave” non direttamente richiesta nella normativa ma utile come avviso per il progettista.

Nome	Tipo	Colore	Descrizione
Muratura esistente	Muratura		
C8/10	Calcestruzzo		
C25/30	Calcestruzzo		
C28/35	Calcestruzzo		
B450	Acciaio armatura		NTC08
ANS1 Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	Legno		UNI 11035 [13]
Muratura parte vecchia	Muratura		
Muratura nuova	Muratura		

Muratura

Nome	Condizione del materiale	Tipo legame	E [N/mm ²]	Eh [N/mm ²]	G [N/mm ²]	Peso specifico [kN/m ³]	f _m [N/cm ²]
Muratura esistente	Esistente	Muratura irregolare (Turnsek/Cacovic)	4.550,00	4.550,00	1.137,50	15	500,00
Muratura parte vecchia	Esistente	Muratura irregolare (Turnsek/Cacovic)	1.800,00	1.800,00	600,00	18	430,00
Muratura nuova	Nuovo	Muratura regolare nuova (Mohr/Columb)	3.400,00	3.400,00	1.360,00	8	486,00

Condizione del materiale: Nuovo

Tipo legame: Muratura regolare nuova (Mohr/Columb)

Nome	f _{hm} [N/cm ²]	f _k [N/cm ²]	f _b [N/mm ²]	f _{v0} [N/cm ²]	γ _m
Muratura nuova	243,00	340,20	5,0	42,86	3,00

Condizione del materiale: Esistente

Tipo legame: Muratura irregolare (Turnsek/Cacovic)

Nome	f_k [N/cm ²]	τ [N/cm ²]	FC	γ_m
Muratura esistente	259,26	8,00	1,35	3,00
Muratura parte vecchia	233,00	13,00	1,35	3,00

Calcestruzzo

Nome	E [N/mm ²]	G [N/mm ²]	Peso specifico [kN/m ³]	f_{cm} [N/mm ²]	f_{ck} [N/mm ²]	γ_c	α_{cc}
C25/30	31.476,00	13.115,00	25	33,0	25,0	1,50	0,85
C28/35	32.308,00	13.462,00	25	36,0	28,0	1,50	0,85
C8/10	25.331,00	10.555,00	25	16,0	8,0	1,50	0,85

Acciaio armatura

Nome	E [N/mm ²]	G [N/mm ²]	Peso specifico [kN/m ³]	f_{ym} [N/mm ²]	f_{yk} [N/mm ²]	γ_s
B450	206.000,00	79.231,00	79	484,0	450,0	1,15

Legno

Nome	E [N/mm ²]	G [N/mm ²]	Peso specifico [kN/m ³]	f_{wm} [N/mm ²]	f_{wk} [N/mm ²]	γ_w
ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	12.000,00	750,00	4	41,0	29,0	1,50

Combinazione delle azioni

Carico Sismico:

Le verifiche allo stato limite ultimo (SLV) e allo stato limite di esercizio (SLD; SLO); devono essere effettuate per la seguente combinazione [Norme Tecniche 2018 §2.5.3].

$$E + G_{k1} + G_{k2} + \sum_i \psi_{2i} Q_{ki}$$

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_{k1} + G_{k2} + \sum_i \psi_{2i} Q_{ki}$$

Carico Statico:

La verifica allo stato limite ultimo per carichi statici viene condotta con la seguente combinazione dei carichi.

$$\gamma_{G1} G_{k1} + \gamma_{G2} G_{k2} + \gamma_Q \psi_0 Q_k$$

dove:

- E azione sismica per lo stato limite in esame;
- G_{k1} peso proprio di tutti gli elementi strutturali;

G_{k2}	peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
Q_{Ki}	valore caratteristico della azione variabile;
Ψ_2	coefficiente di combinazione;
Ψ_0	coefficiente di combinazione per i carichi variabili
$\gamma_{G1}; \gamma_{G2}; \gamma_Q$	coefficienti parziali di sicurezza

I valori dei vari coefficienti sono scelti in base alla destinazione d'uso dei vari solai secondo quanto indicato nella norma. [Norme Tecniche 2018 Tabella 2.5.1].

N. Carico	Livello	Tipo	Gk1 [daN/m2]	Gk2 [daN/m2]	Qk [daN/m2]	ψ_0	ψ_2	Note
7	2	Lineare [daN/m]	72	81	135	0,00	0,00	-
8	2	Lineare [daN/m]	72	81	135	0,00	0,00	-
9	2	Lineare [daN/m]	72	81	135	0,00	0,00	-
10	2	Lineare [daN/m]	72	81	135	0,00	0,00	-
11	2	Lineare [daN/m]	72	81	135	0,00	0,00	-
12	2	Lineare [daN/m]	72	81	135	0,00	0,00	-
13	2	Lineare [daN/m]	72	81	135	0,00	0,00	-
14	2	Lineare [daN/m]	72	81	135	0,00	0,00	-

Note

CDM : Considera solo contributo dinamico della massa

N. Solaio	Gk1 [daN/m2]	Gk2 [daN/m2]	Qk [daN/m2]	Carico dominante	ψ_0	ψ_2
2	320	180	200	Si	1,00	0,30
4	320	180	200	Si	1,00	0,30
5	116	60	100	Si	1,00	0,00
6	116	60	100	Si	1,00	0,00
7	320	180	200	Si	1,00	0,30
8	320	180	200	Si	1,00	0,30

N. Falda	Gk1 [daN/m2]	Gk2 [daN/m2]	Qk [daN/m2]	Carico dominante	ψ_0	ψ_2
16	80	216	150	Si	1,00	0,00
1	80	216	150	Si	1,00	0,00
2	80	216	150	Si	1,00	0,00
3	80	216	150	Si	1,00	0,00
5	80	216	150	No	0,00	0,00
6	80	216	150	No	0,00	0,00
7	80	216	150	No	0,00	0,00
8	80	216	150	No	0,00	0,00
9	80	216	150	No	0,00	0,00

10	80	216	150	No	0,00	0,00
11	80	216	150	No	0,00	0,00
12	80	216	150	No	0,00	0,00
13	80	216	150	Sì	1,00	0,00
14	80	216	150	Sì	1,00	0,00
15	80	216	150	Sì	1,00	0,00

Verifiche per gli stati limite considerati

Secondo le indicazioni da normativa si devono eseguire le seguenti verifiche:

Stato limite Collasso (SLC):

$$D_{max}^{SLC} \leq D_u^{SLC}$$

D_{max}^{SLC} : Spostamento massimo richiesto dalla normativa individuato dallo spettro elastico.

D_u^{SLC} : Spostamento massimo offerto dalla struttura corrispondente al minore tra:

- 1) il valore del taglio di base residuo pari all'80% di quello massimo
- 2) il valore corrispondente al raggiungimento della soglia limite della deformazione angolare a SLC in tutti i maschi murari verticali di qualunque livello in una qualunque parete ritenuta significativa ai fini della sicurezza.

$$q^* < 4,0$$

q^* : rapporto tra la forza di risposta elastica e la forza di snervamento del sistema equivalente

Stato limite Vita (SLV):

$$D_{max}^{SLV} \leq D_u^{SLV}$$

D_{max}^{SLV} : Spostamento massimo richiesto dalla normativa individuato dallo spettro elastico.

D_u^{SLV} : Spostamento massimo offerto dalla struttura individuato in corrispondenza di $0,75 \cdot D_u^{SLC}$.

$$q^* < 3,0$$

q^* : rapporto tra la forza di risposta elastica e la forza di snervamento del sistema equivalente

Stato limite di Danno (SLD):

$$D_{max}^{SLD} \leq D_u^{SLD}$$

D_{max}^{SLD} : Spostamento massimo richiesto dalla normativa, calcolato in base allo spettro sismico definito per lo stato limite di danno.

D_u^{SLD} : Spostamento minore tra:

- 1) quello corrispondente al limite elastico della bilineare equivalente definita a partire dallo spostamento ultimo a SLC
- 2) quello corrispondente al raggiungimento della resistenza massima a taglio in tutti i maschi murari verticali in un qualunque livello di una qualunque parte ritenuta significativa ai fini dell'uso della costruzione (e comunque non prima dello spostamento per il quale si raggiunge un taglio di base pari a 0,7500 del taglio di base massimo)

Stato limite di Operatività (SLO):

$$D_{max}^{SLO} \leq D_u^{SLO}$$

D_{max}^{SLO} : Spostamento massimo richiesto dalla normativa, calcolato in base allo spettro sismico definito per lo stato limite di operatività.

D_u^{SLO} : Spostamento pari a 0,6670 di quello allo SLD.

Vulnerabilità sismica

Per ciascuno stato limite eseguito viene calcolato l'indice di rischio α (α_{SLC} , α_{SLV} , α_{SLD} , α_{SLO}). Questi parametri vengono calcolati come indicato nel seguito:

$$\alpha_{SLC} = \frac{PGA_{CLC}}{PGA_{DLC}};$$

$$\alpha_{SLV} = \frac{PGA_{CLV}}{PGA_{DLV}} ;$$

$$\alpha_{SLD} = \frac{PGA_{CLD}}{PGA_{DLD}} ;$$

$$\alpha_{SLO} = \frac{PGA_{CLO}}{PGA_{DLO}} ;$$

Accelerazioni di capacità: l'entità massima delle azioni, considerate nelle combinazioni di progetto previste, che la struttura è capace di sostenere.

- PGA_{CLC} : accelerazione di capacità corrispondente a SLC
- PGA_{CLV} : accelerazione di capacità corrispondente a SLV
- PGA_{CLD} : accelerazione di capacità corrispondente a SLD
- PGA_{CLO} : accelerazione di capacità corrispondente a SLO

Accelerazioni di domanda : Valori di riferimento delle accelerazioni dell'azione sismica

Tali valori vengono definiti a partire dal carico sismico definito nella forma dello spettro.

- PGA_{DLC} : accelerazione di picco al suolo corrispondente a SLC
- PGA_{DLV} : accelerazione di picco al suolo corrispondente a SLV
- PGA_{DLD} : accelerazione di picco al suolo corrispondente a SLD
- PGA_{DLO} : accelerazione di picco al suolo corrispondente a SLO

Dettaglio verifiche

N.	Dir. sisma	Carico sismico	Ecc. [cm]	Dmax SLC [cm]	Du SLC [cm]	q* SLC	SLC ver.	Dmax SLV [cm]	Du SLV [cm]	q* SLV	SLV ver.
1	+X	Uniforme	0,0	0,60	2,21	1,49	Sì	0,42	1,66	1,16	Sì
2	+X	Forze statiche	0,0	0,62	0,94	1,70	Sì	0,44	0,70	1,32	Sì
3	-X	Uniforme	0,0	0,49	1,42	1,28	Sì	0,33	1,07	1,00	Sì

4	-X	Forze statiche	0,0	0,52	1,42	1,42	Si	0,36	1,06	1,11	Si
5	+Y	Uniforme	0,0	0,35	2,26	1,13	Si	0,25	1,69	0,88	Si
6	+Y	Forze statiche	0,0	0,37	1,45	1,18	Si	0,25	1,08	0,92	Si
7	-Y	Uniforme	0,0	0,38	1,13	1,24	Si	0,25	0,85	0,96	Si
8	-Y	Forze statiche	0,0	0,41	1,18	1,36	Si	0,27	0,88	1,06	Si
9	+X	Uniforme	60,3	0,60	2,24	1,49	Si	0,42	1,68	1,16	Si
10	+X	Uniforme	-60,3	0,60	2,24	1,50	Si	0,42	1,68	1,17	Si
11	+X	Forze statiche	60,3	0,62	0,92	1,70	Si	0,45	0,69	1,33	Si
12	+X	Forze statiche	-60,3	0,62	0,96	1,70	Si	0,45	0,72	1,33	Si
13	-X	Uniforme	60,3	0,50	1,40	1,30	Si	0,33	1,05	1,01	Si
14	-X	Uniforme	-60,3	0,50	1,44	1,28	Si	0,33	1,08	1,00	Si
15	-X	Forze statiche	60,3	0,52	1,40	1,43	Si	0,36	1,05	1,12	Si
16	-X	Forze statiche	-60,3	0,52	1,44	1,41	Si	0,36	1,08	1,10	Si
17	+Y	Uniforme	117,5	0,37	2,07	1,21	Si	0,25	1,55	0,94	Si
18	+Y	Uniforme	-117,5	0,33	1,72	1,05	Si	0,25	1,29	0,82	Si
19	+Y	Forze statiche	117,5	0,40	1,38	1,27	Si	0,26	1,04	0,99	Si
20	+Y	Forze statiche	-117,5	0,36	0,74	1,16	Si	0,25	0,56	0,90	Si
21	-Y	Uniforme	117,5	0,40	1,22	1,30	Si	0,26	0,91	1,02	Si
22	-Y	Uniforme	-117,5	0,37	1,88	1,23	Si	0,24	1,41	0,96	Si
23	-Y	Forze statiche	117,5	0,44	1,25	1,50	Si	0,30	0,94	1,17	Si
24	-Y	Forze statiche	-117,5	0,40	1,94	1,32	Si	0,26	1,45	1,03	Si

N.	Dir. sisma	Carico sismico	Ecc. [cm]	Dmax SLD [cm]	Dd SLD [cm]	SLD ver.	Dmax SLO [cm]	Do SLO [cm]	SLO ver.
1	+X	Uniforme	0,0	0,16	0,34	Si	0,13	0,23	Si
2	+X	Forze statiche	0,0	0,16	0,29	Si	0,13	0,20	Si
3	-X	Uniforme	0,0	0,14	0,33	Si	0,11	0,22	Si
4	-X	Forze statiche	0,0	0,14	0,30	Si	0,11	0,20	Si
5	+Y	Uniforme	0,0	0,10	0,28	Si	0,08	0,19	Si
6	+Y	Forze statiche	0,0	0,11	0,28	Si	0,09	0,18	Si
7	-Y	Uniforme	0,0	0,10	0,26	Si	0,09	0,17	Si
8	-Y	Forze statiche	0,0	0,11	0,24	Si	0,09	0,16	Si
9	+X	Uniforme	60,3	0,17	0,34	Si	0,13	0,23	Si
10	+X	Uniforme	-60,3	0,17	0,34	Si	0,13	0,22	Si
11	+X	Forze statiche	60,3	0,16	0,29	Si	0,13	0,20	Si
12	+X	Forze statiche	-60,3	0,16	0,29	Si	0,13	0,20	Si
13	-X	Uniforme	60,3	0,14	0,33	Si	0,11	0,22	Si
14	-X	Uniforme	-60,3	0,14	0,34	Si	0,11	0,22	Si
15	-X	Forze statiche	60,3	0,14	0,30	Si	0,11	0,20	Si
16	-X	Forze statiche	-60,3	0,14	0,31	Si	0,12	0,20	Si
17	+Y	Uniforme	117,5	0,10	0,26	Si	0,09	0,18	Si
18	+Y	Uniforme	-117,5	0,10	0,30	Si	0,09	0,20	Si
19	+Y	Forze statiche	117,5	0,11	0,26	Si	0,09	0,18	Si
20	+Y	Forze statiche	-117,5	0,10	0,27	Si	0,09	0,18	Si
21	-Y	Uniforme	117,5	0,11	0,25	Si	0,09	0,17	Si
22	-Y	Uniforme	-117,5	0,10	0,25	Si	0,08	0,17	Si
23	-Y	Forze statiche	117,5	0,11	0,23	Si	0,09	0,15	Si

24	-Y	Forze statiche	-117,5	0,11	0,20	Si	0,09	0,13	Si
----	----	----------------	--------	------	------	----	------	------	----

N.	Dir. sisma	Carico sismico	Ecc. [cm]	α SLC	α SLV	α SLD	α SLO
1	+X	Uniforme	0,0	2,683	2,585	2,050	1,675
2	+X	Forze statiche	0,0	1,408	1,425	1,799	1,469
3	-X	Uniforme	0,0	2,271	2,291	2,381	1,944
4	-X	Forze statiche	0,0	2,234	2,245	2,153	1,758
5	+Y	Uniforme	0,0	3,529	3,399	2,696	2,202
6	+Y	Forze statiche	0,0	2,717	2,747	2,589	2,115
7	-Y	Uniforme	0,0	2,226	2,270	2,467	2,015
8	-Y	Forze statiche	0,0	2,224	2,255	2,253	1,840
9	+X	Uniforme	60,3	2,685	2,586	2,052	1,676
10	+X	Uniforme	-60,3	2,669	2,571	2,040	1,666
11	+X	Forze statiche	60,3	1,374	1,392	1,793	1,464
12	+X	Forze statiche	-60,3	1,433	1,449	1,795	1,466
13	-X	Uniforme	60,3	2,242	2,262	2,351	1,920
14	-X	Uniforme	-60,3	2,299	2,318	2,390	1,952
15	-X	Forze statiche	60,3	2,206	2,217	2,131	1,740
16	-X	Forze statiche	-60,3	2,249	2,260	2,166	1,769
17	+Y	Uniforme	117,5	3,314	3,192	2,532	2,068
18	+Y	Uniforme	-117,5	3,236	3,265	2,911	2,378
19	+Y	Forze statiche	117,5	2,558	2,585	2,412	1,970
20	+Y	Forze statiche	-117,5	1,620	1,695	2,636	2,153
21	-Y	Uniforme	117,5	2,316	2,349	2,344	1,915
22	-Y	Uniforme	-117,5	3,251	3,132	2,484	2,029
23	-Y	Forze statiche	117,5	2,266	2,283	2,042	1,668
24	-Y	Forze statiche	-117,5	3,031	2,920	1,854	1,515

Dalla tabella riassuntiva dei risultati sopra riportata si desume che le verifiche risultano soddisfatte, le analisi più significative sono la n°. 11 e la n°. 20 , rispettivamente per le direzioni X ed Y .

La scelta di tali analisi come analisi “significative” è fatta in base alla ricerca del minore valore del parametro di vulnerabilità sismica.

Riportiamo qui di seguito i dettagli delle analisi sopra citate.

Sintesi dei risultati

Legenda risultati

C.A.

	Integro
	Rottura per taglio

Muratura

	Integro
	Incipiente plasticità

	Plastico presso flessione
	Rottura presso flessione
	Rottura per compressione
	Rottura per trazione
	Rottura per taglio

Legno

	Integro
	Rottura presso flessione
	Rottura per compressione
	Rottura per trazione

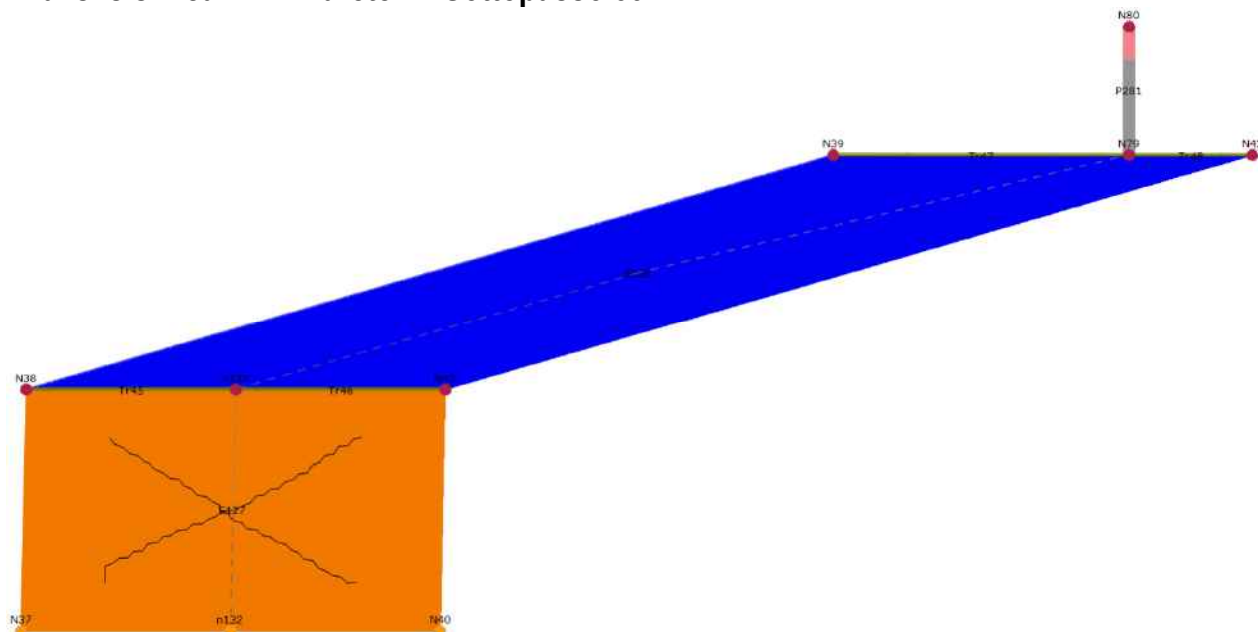
Acciaio

	Integro
	Plastico presso flessione
	Plastico per compressione
	Plastico per trazione
	Elemento non efficace
	Ritorno in fase elastica

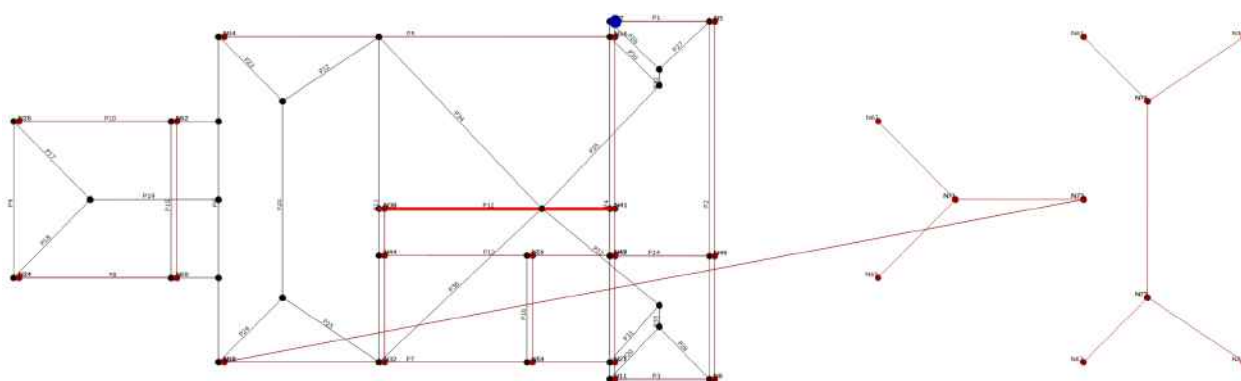
	Plastico per taglio
	Incipiente rottura per taglio
	Rottura per taglio
	Plastico presso flessione
	Incipiente rottura presso flessione
	Rottura presso flessione
	Crisi grave
	Rottura per compressione
	Rottura per trazione
	Rottura in fase elastica
	Elemento non efficace

Analisi sismica n. 11 Direzione X

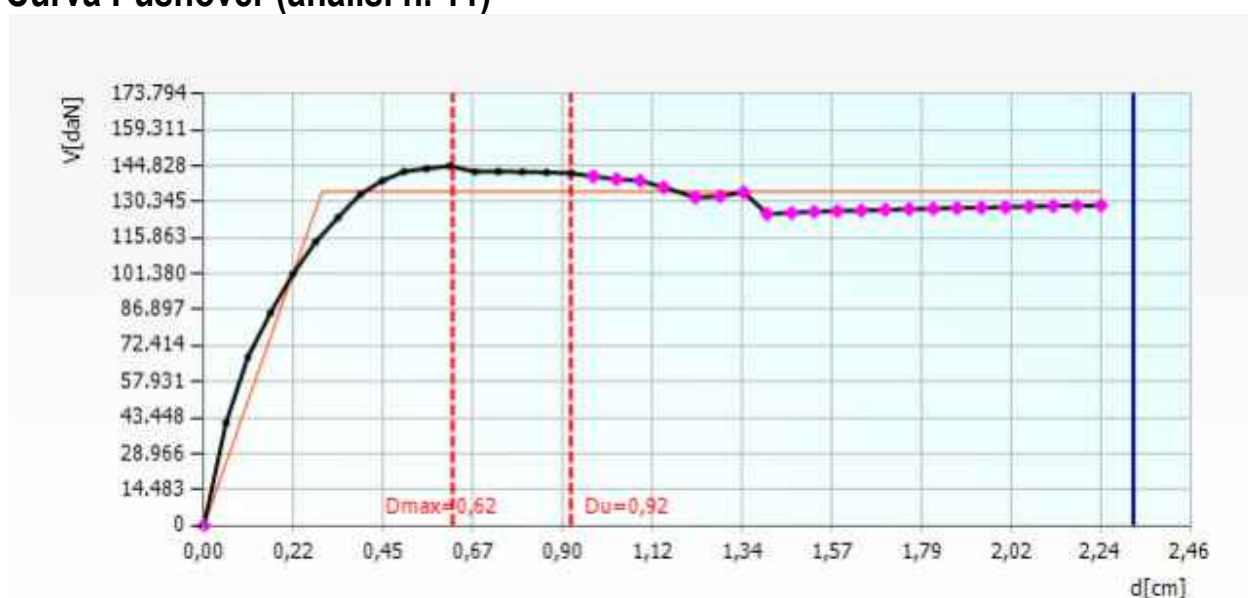
Analisi sismica n. 11 Parete 12 Sottopasso 39



Deformata Pianta



Curva Pushover (analisi n. 11)



Vulnerabilità Sismica

	TRc						TR=cost			
	TR C	TR D	α TR	PGA D [m/s ²]	PGA C (TR) [m/s ²]	F0 (TR)	T* C (TR)	α PGA (TR)	PGA C [m/s ²]	α PGA
SLC	> 2475	1462	> 1,6929	1,4195	1,6952	2,48	0,29	1,1942	1,9501	1,3738
SLV	1834	712	2,5758	1,1007	1,5323	2,48	0,29	1,3922	1,5321	1,3919
SLD	331	75	4,4133	0,4552	0,8231	2,50	0,28	1,8082	0,8161	1,7930
SLO	114	45	2,5333	0,3659	0,5386	2,54	0,26	1,4718	0,5358	1,4644

I valori delle PGA riportati sono da ritenersi calcolati su suolo rigido.

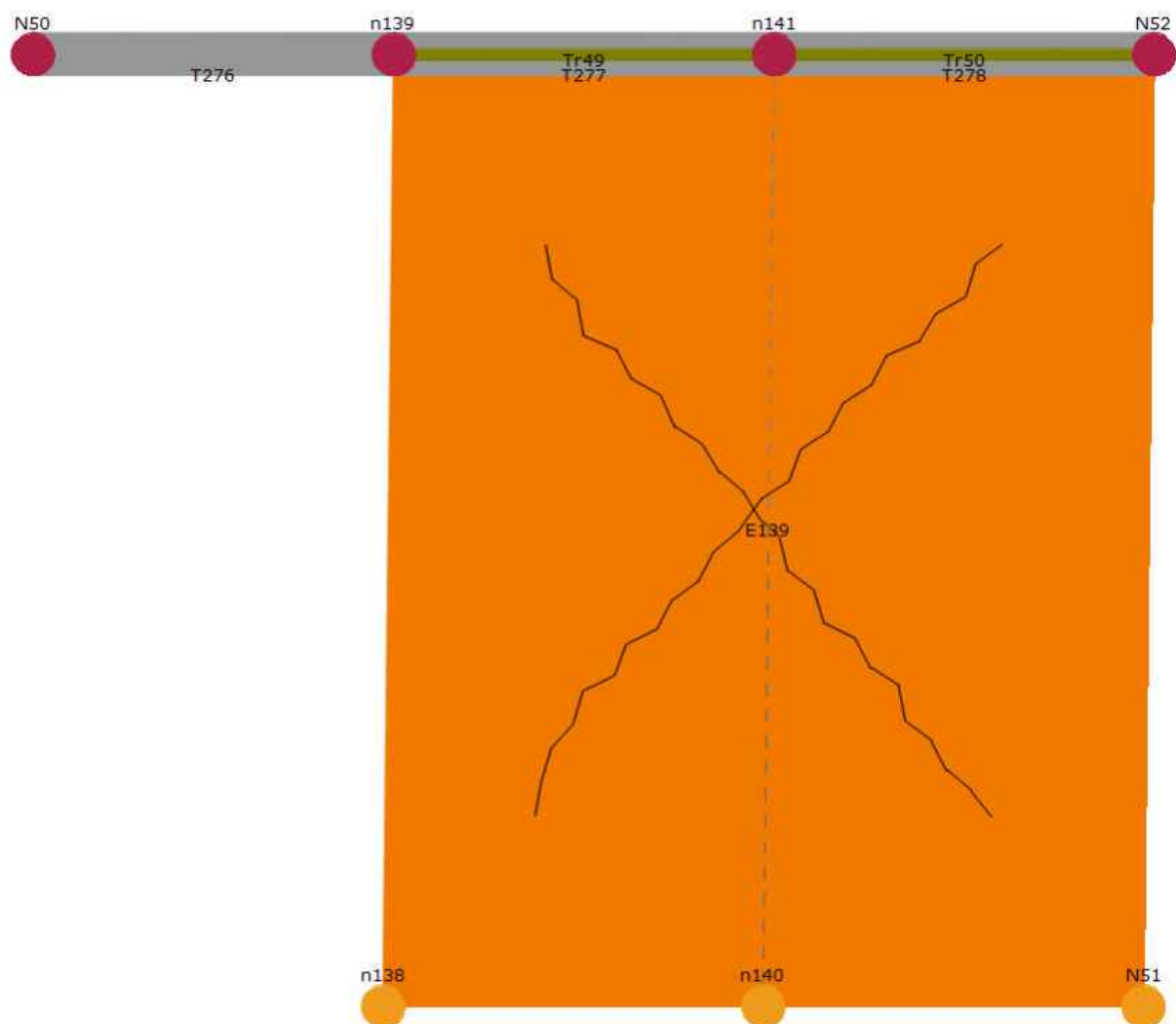
Il medesimo valore su suolo di riferimento è ottenibile moltiplicando gli stessi per $(SS \cdot St)$; i corrispondenti valori nella tabella seguente.

	TRc						TR=cost			
	TR C	TR D	α TR	PGA D [m/s ²]	PGA C (TR) [m/s ²]	F0 (TR)	T* C (TR)	α PGA (TR)	PGA C [m/s ²]	α PGA

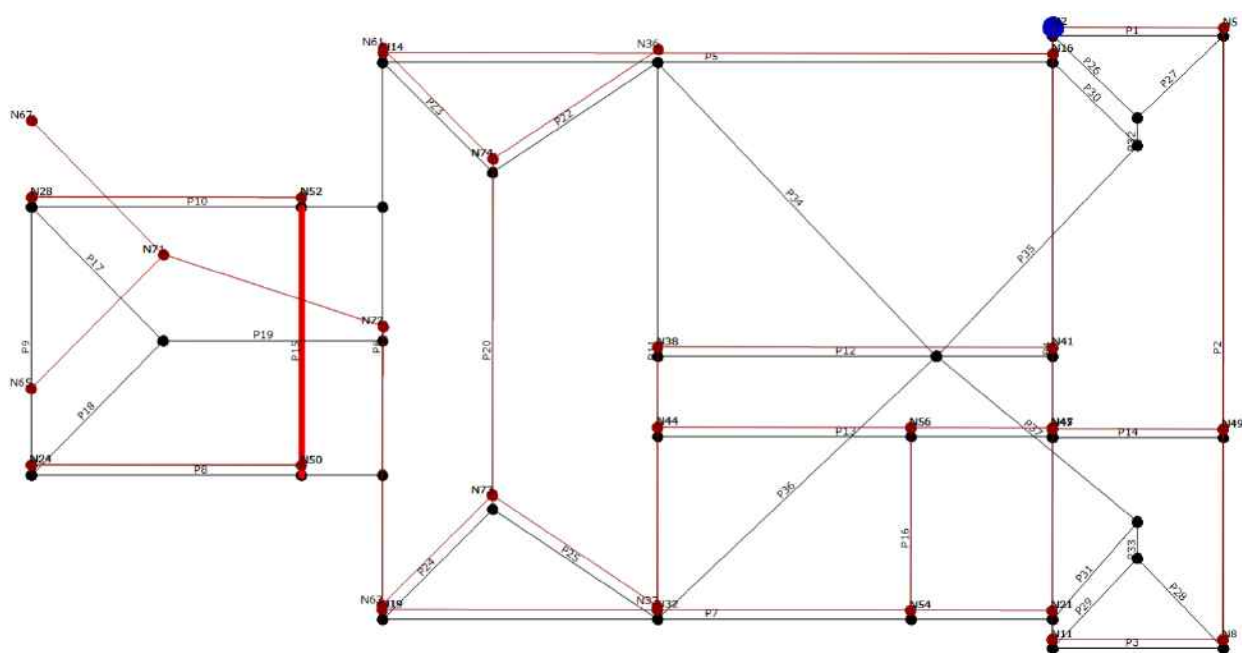
SLC	> 2475	1462	> 1,6929	1,7034	2,0342	2,48	0,29	1,1942	2,3402	1,3738
SLV	1834	712	2,5758	1,3208	1,8388	2,48	0,29	1,3922	1,8385	1,3919
SLD	331	75	4,4133	0,5462	0,9877	2,50	0,28	1,8082	0,9793	1,7930
SLO	114	45	2,5333	0,4391	0,6463	2,54	0,26	1,4718	0,6430	1,4644

Analisi sismica n. 20 Direzione Y

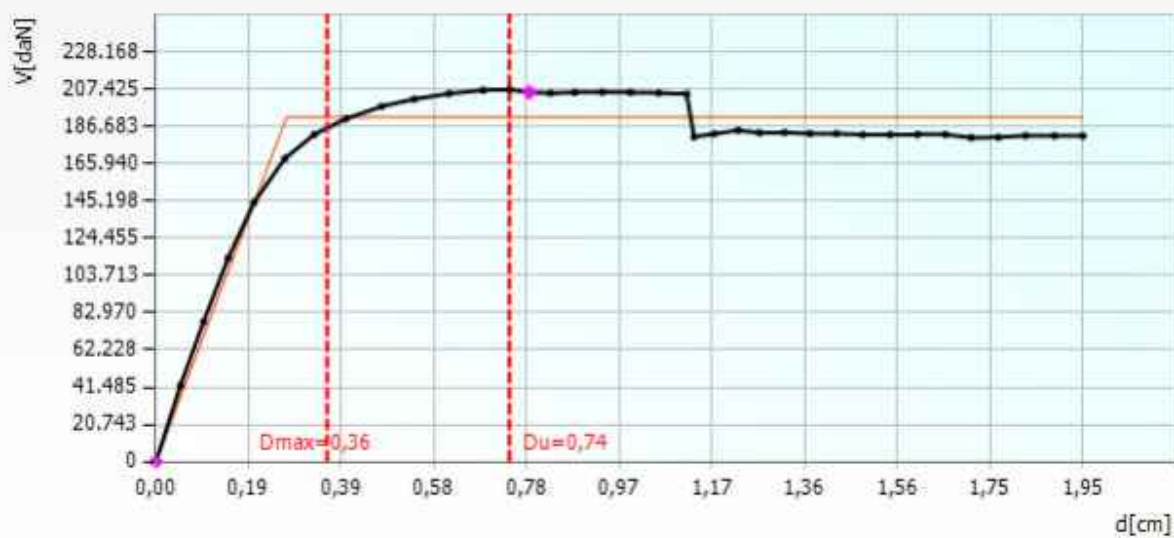
Analisi sismica n. 20 Parete 15 Sottopasso 36



Deformata Pianta



Curva Pushover (analisi n. 20)



Vulnerabilità Sismica

	TRc						TR=cost			
	TR C	TR D	α TR	PGA D [m/s ²]	PGA C (TR) [m/s ²]	F0 (TR)	T* C (TR)	α PGA (TR)	PGA C [m/s ²]	α PGA
SLC	> 2475	1462	> 1,6929	1,4195	1,6952	2,48	0,29	1,1942	2,3001	1,6204
SLV	> 2475	712	> 3,4761	1,1007	1,6952	2,48	0,29	1,5401	1,8658	1,6951
SLD	947	75	12,6267	0,4552	1,2243	2,47	0,29	2,6897	1,1997	2,6357
SLO	314	45	6,9778	0,3659	0,8064	2,50	0,28	2,2038	0,7877	2,1528

I valori delle PGA riportati sono da ritenersi calcolati su suolo rigido.

Il medesimo valore su suolo di riferimento è ottenibile moltiplicando gli stessi per (SS*St); i corrispondenti valori nella tabella seguente.

	TRc						TR=cost			
	TR C	TR D	α TR	PGA D [m/s ²]	PGA C (TR) [m/s ²]	F0 (TR)	T* C (TR)	α PGA (TR)	PGA C [m/s ²]	α PGA
SLC	> 2475	1462	> 1,6929	1,7034	2,0342	2,48	0,29	1,1942	2,7602	1,6204
SLV	> 2475	712	> 3,4761	1,3208	2,0342	2,48	0,29	1,5401	2,2390	1,6951
SLD	947	75	12,6267	0,5462	1,4691	2,47	0,29	2,6897	1,4397	2,6357
SLO	314	45	6,9778	0,4391	0,9677	2,50	0,28	2,2038	0,9453	2,1528

Conclusioni

Analisi sismica n. 11 Direzione X

Analisi sismica n. 20 Direzione Y

Stato limite	α PGA (TR)	α TR	α PGA (TR)	α TR
SLC	1,1942	> 1,6929	1,1942	> 1,6929

(*) Tutti i valori di α_{TR} sono da ritenersi calcolati come $\alpha_{TR}=TR_C/TR_D$ (privi di qualsiasi esponente correttivo).

In base alla tipologia di edificio si assume $\zeta_{E_lim}= 1,000$

La verifica risulta superata, la condizione più gravosa si ha in corrispondenza della direzione [Y] del sisma.

Allegati

Elementi di struttura

Livello 1

Pannello murario

N.	Parete	Materiale	Rinforzo	Quota [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]
1	1	Muratura parte vecchia	-	448	448	40,0
3	2	Muratura parte vecchia	-	448	448	40,0
5	3	Muratura parte vecchia	-	448	448	40,0
38	4	Muratura parte vecchia	-	448	448	40,0
39	4	Muratura parte	-	448	448	40,0

		vecchia				
40	4	Muratura parte vecchia	-	448	448	25,0
33	5	Muratura esistente	-	448	448	25,0
34	5	Muratura parte vecchia	-	448	448	40,0
11	6	Muratura esistente	-	448	448	25,0
35	7	Muratura esistente	-	448	448	25,0
36	7	Muratura parte vecchia	-	448	448	40,0
17	9	Muratura esistente	-	448	448	25,0
21	11	Muratura parte vecchia	-	448	448	40,0
23	12	Muratura parte vecchia	-	448	448	25,0
158	13	Muratura parte vecchia	-	448	448	25,0
31	16	Muratura parte vecchia	-	448	448	25,0

Pannello + Cordolo C.A. (1)

N.	Parete	Materiale pannello	Rinforzo	Quota pannello [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]	Materiale calcestruzzo	Materiale acciaio	Quota cordolo [cm]	Base sezione [cm]	Altezza sezione [cm]
15	8	Muratura nuova	-	448	448	25,0	C25/30	B450	448	25,0	22,0
19	10	Muratura nuova	-	448	448	25,0	C25/30	B450	448	25,0	22,0
147	35	Muratura nuova	-	448	448	25,0	C25/30	B450	448	25,0	22,0
148	36	Muratura nuova	-	448	448	25,0	C25/30	B450	448	25,0	22,0

Pannello + Cordolo C.A. (2)

N.	Parete	Area [cm2]	J [cm4]	Af intrad. [cm2]	Af estrad. [cm2]	N. barre intrad.	N. barre Estrad.	Copriferro [cm]	Passo staffe [cm]	Area staffe [cm2]	Porzione deformabile
81	5	600,00	28.800,00	4,02	4,02	2	2	2,0	20	1,01	0,50
12	6	600,00	28.800,00	4,02	4,02	2	2	2,0	20	1,01	0,50
83	7	600,00	28.800,00	4,02	4,02	2	2	2,0	20	1,01	0,50
15	8	550,00	22.183,33	4,02	4,02	2	2	2,0	20	1,01	0,50
16	8	600,00	28.800,00	4,02	4,02	2	2	2,0	20	1,01	0,50
18	9	600,00	28.800,00	4,02	4,02	2	2	2,0	20	1,01	0,50
19	10	550,00	22.183,33	4,02	4,02	2	2	2,0	20	1,01	0,50
20	10	600,00	28.800,00	4,02	4,02	2	2	2,0	20	1,01	0,50
147	35	550,00	22.183,33	4,02	4,02	2	2	2,0	20	1,01	0,50
148	36	550,00	22.183,33	4,02	4,02	2	2	2,0	20	1,01	0,50

Trave C.A. (1)

N.	Parete	Materiale calcestruzzo	Materiale acciaio	Quota I [cm]	Quota J [cm]	Base sezione [cm]	Altezza sezione [cm]	J [cm4]
----	--------	------------------------	-------------------	--------------	--------------	-------------------	----------------------	---------

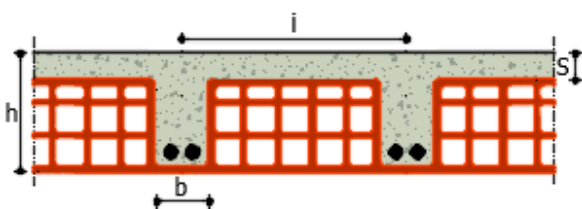
159	13	C25/30	B450	448	448	25,0	15,0	7.031,25
146	35	C25/30	B450	448	448	25,0	22,0	22.183,33

Trave C.A. (2)

N.	Parete	Af intradosso [cm2]	Af estradosso [cm2]	N. barre intradosso	N. barre estradosso	Copriferro [cm]	Passo staffe [cm]	Area staffe [cm2]
159	13	1,01	1,01	2	2	2,0	20	1,01
146	35	4,02	4,02	2	2	2,0	20	1,01

Archivi solai

Laterocemento



Putrelle e tavelloni



Nome	Materiali	Descrizione
U1	CLS: C25/30	Laterocemento b [cm] = 10,0; i [cm] = 50,0; h solaio [cm] = 22; S [cm] = 4,0
U2	Acciaio: S 235 (t <= 40mm) CLS: C16/20	Putrelle e tavelloni Profilo: IPE 100 i [cm] = 70,0; S [cm] = 2,0

Solaio

N.	Archivio	Quota [cm]	Spessore [cm]	G [N/mm2]	Ex [N/mm2]	Ey [N/mm2]	Scarico masse	Tipo
2	U1	448	4,0	13.115,00	59.804,40	31.476,00	Monodirezionale	Laterocemento
4	U1	448	4,0	13.115,00	59.804,40	31.476,00	Monodirezionale	Laterocemento
7	U1	448	4,0	13.115,00	59.804,40	31.476,00	Monodirezionale	Laterocemento
8	U1	448	4,0	13.115,00	59.804,40	31.476,00	Monodirezionale	Laterocemento

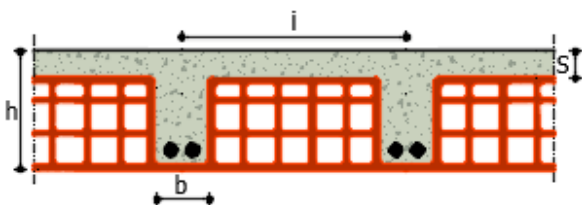
Livello 2

Pannello murario

N.	Parete	Materiale	Rinforzo	Quota [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]
41	1	Muratura parte vecchia	-	883	435	40,0
42	2	Muratura parte vecchia	-	883	435	40,0
43	3	Muratura parte vecchia	-	883	435	40,0
44	4	Muratura parte vecchia	-	883	435	40,0
45	4	Muratura parte vecchia	-	883	435	25,0
46	4	Muratura parte vecchia	-	883	435	40,0
48	5	Muratura parte vecchia	-	883	435	40,0
51	7	Muratura parte vecchia	-	883	435	40,0
55	11	Muratura parte vecchia	-	883	435	40,0
56	12	Muratura parte vecchia	-	883	435	25,0

Archivi solai

Laterocemento



Putrelle e tavelloni



Nome	Materiali	Descrizione
U1	CLS: C25/30	Laterocemento b [cm] = 10,0; i [cm] = 50,0; h solaio [cm] = 22; S [cm] = 4,0
U2	Acciaio: S 235 (t <= 40mm) CLS: C16/20	Putrelle e tavelloni Profilo: IPE 100

	i [cm] = 70,0; S [cm] = 2,0
--	-----------------------------

Solaio

N.	Archivio	Quota [cm]	Spessore [cm]	G [N/mm2]	Ex [N/mm2]	Ey [N/mm2]	Scarico masse	Tipo
5	U2	883	4,0	11.920,00	36.348,00	28.608,00	Monodirezionale	Putrelle e tavelloni
6	U2	883	4,0	11.920,00	36.348,00	28.608,00	Monodirezionale	Putrelle e tavelloni

Elementi di copertura

Livello 1

Pannello murario

N.	Parete	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]
1	1	Muratura parte vecchia	-	40,0
3	2	Muratura parte vecchia	-	40,0
5	3	Muratura parte vecchia	-	40,0
38	4	Muratura parte vecchia	-	40,0
39	4	Muratura parte vecchia	-	40,0
40	4	Muratura parte vecchia	-	25,0
33	5	Muratura esistente	-	25,0
34	5	Muratura parte vecchia	-	40,0
11	6	Muratura esistente	-	25,0
35	7	Muratura esistente	-	25,0
36	7	Muratura parte vecchia	-	40,0
17	9	Muratura esistente	-	25,0
21	11	Muratura parte vecchia	-	40,0
22	11	Muratura nuova	-	25,0
23	12	Muratura parte vecchia	-	25,0
158	13	Muratura parte vecchia	-	25,0
31	16	Muratura parte vecchia	-	25,0

Pannello + Cordolo C.A. (1)

N.	Parete	Materiale pannello	Rinforzo	Spessore [cm]	Materiale calcestruzzo	Materiale acciaio	Base sezione [cm]	Altezza sezione [cm]
81	5	Muratura nuova	-	25,0	C28/35	B450	25,0	24,0

12	6	Muratura nuova	-	25,0	C28/35	B450	25,0	24,0
83	7	Muratura nuova	-	25,0	C28/35	B450	25,0	24,0
15	8	Muratura nuova	-	25,0	C25/30	B450	25,0	22,0
16	8	Muratura nuova	-	25,0	C28/35	B450	25,0	24,0
18	9	Muratura nuova	-	25,0	C28/35	B450	25,0	24,0
19	10	Muratura nuova	-	25,0	C25/30	B450	25,0	22,0
20	10	Muratura nuova	-	25,0	C28/35	B450	25,0	24,0
147	35	Muratura nuova	-	25,0	C25/30	B450	25,0	22,0
148	36	Muratura nuova	-	25,0	C25/30	B450	25,0	22,0

Pannello + Cordolo C.A. (2)

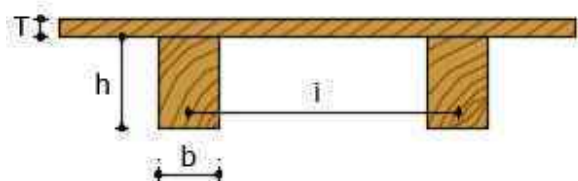
N.	Parete	Area [cm2]	J [cm4]	Af intrad. [cm2]	Af estrad. [cm2]	N. barre intrad.	N. barre Estrad.	Copriferro [cm]	Passo staffe [cm]	Area staffe [cm2]	Porzione deformabile
81	5	600,00	28.800,00	4,02	4,02	2	2	2,0	20	1,01	0,50
12	6	600,00	28.800,00	4,02	4,02	2	2	2,0	20	1,01	0,50
83	7	600,00	28.800,00	4,02	4,02	2	2	2,0	20	1,01	0,50
15	8	550,00	22.183,33	4,02	4,02	2	2	2,0	20	1,01	0,50
16	8	600,00	28.800,00	4,02	4,02	2	2	2,0	20	1,01	0,50
18	9	600,00	28.800,00	4,02	4,02	2	2	2,0	20	1,01	0,50
19	10	550,00	22.183,33	4,02	4,02	2	2	2,0	20	1,01	0,50
20	10	600,00	28.800,00	4,02	4,02	2	2	2,0	20	1,01	0,50
147	35	550,00	22.183,33	4,02	4,02	2	2	2,0	20	1,01	0,50
148	36	550,00	22.183,33	4,02	4,02	2	2	2,0	20	1,01	0,50

Trave Acciaio / Legno

N.	Parete	Materiale	Area [cm2]	J [cm4]	W [cm3]
78	18	ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	720,00	54.000,00	3.600,00
79	19	ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	720,00	54.000,00	3.600,00
80	20	ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	720,00	54.000,00	3.600,00
152	37	ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	800,00	106.666,67	5.333,33
154	39	ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	800,00	106.666,67	5.333,33
155	40	ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	800,00	106.666,67	5.333,33
156	41	ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	800,00	106.666,67	5.333,33
157	42	ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	800,00	106.666,67	5.333,33

Archivi falde

Legno con travetti affiancati e tavolato semplice



Nome	Materiali	Descrizione
U1	Legno travetti: ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	Legno con travetti affiancati e tavolato semplice b [cm] = 10,0; h [cm] = 16,0; i [cm] = 66,0; T [cm] = 2,0
U2	Legno travetti: ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	Legno con travetti affiancati e tavolato semplice b [cm] = 12,0; h [cm] = 20,0; i [cm] = 66,0; T [cm] = 2,0

Falda

N.	Archivio	Quota min [cm]	Quota max [cm]	Spessore [cm]	G [N/mm2]	Ex [N/mm2]	Ey [N/mm2]	Scarico masse	Tipo
1	U1	800	900	4,0	10,00	7.272,73	0,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e tavolato semplice
2	U1	800	900	4,0	10,00	7.272,73	0,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e tavolato semplice
3	U1	800	900	4,0	10,00	7.272,73	0,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e tavolato semplice
13	U1	800	900	4,0	10,00	7.272,73	0,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e tavolato semplice
14	U1	800	900	4,0	10,00	7.272,73	0,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e tavolato semplice
15	U1	800	900	4,0	10,00	7.272,73	0,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e tavolato semplice
16	U1	800	900	4,0	10,00	7.272,73	0,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e tavolato semplice

Livello 2

Pannello + Cordolo C.A. (1)

N.	Parete	Materiale pannello	Rinforzo	Spessore [cm]	Materiale calcestruzzo	Materiale acciaio	Base sezione [cm]	Altezza sezione [cm]
61	1	Muratura parte vecchia	-	40,0	C25/30	B450	25,0	25,0
62	2	Muratura parte vecchia	-	40,0	C25/30	B450	25,0	25,0
63	3	Muratura parte vecchia	-	40,0	C25/30	B450	25,0	25,0
104	4	Muratura parte vecchia	-	40,0	C25/30	B450	25,0	25,0
105	4	Muratura parte vecchia	-	40,0	C25/30	B450	25,0	25,0
87	5	Muratura parte vecchia	-	40,0	C25/30	B450	25,0	25,0

89	7	Muratura parte vecchia	-	40,0	C25/30	B450	25,0	25,0
71	11	Muratura parte vecchia	-	40,0	C25/30	B450	25,0	25,0

Pannello + Cordolo C.A. (2)

N.	Parete	Area [cm2]	J [cm4]	Af intrad. [cm2]	Af estrad. [cm2]	N. barre intrad.	N. barre Estrad.	Copriferro [cm]	Passo staffe [cm]	Area staffe [cm2]	Porzione deformabile
61	1	625,00	32.552,08	4,02	4,02	2	2	2,0	20	1,01	0,50
62	2	625,00	32.552,08	4,02	4,02	2	2	2,0	20	1,01	0,50
63	3	625,00	32.552,08	4,02	4,02	2	2	2,0	20	1,01	0,50
104	4	625,00	32.552,08	4,02	4,02	2	2	2,0	20	1,01	0,50
105	4	625,00	32.552,08	4,02	4,02	2	2	2,0	20	1,01	0,50
87	5	625,00	32.552,08	4,02	4,02	2	2	2,0	20	1,01	0,50
89	7	625,00	32.552,08	4,02	4,02	2	2	2,0	20	1,01	0,50
71	11	625,00	32.552,08	4,02	4,02	2	2	2,0	20	1,01	0,50

Trave Acciaio / Legno

N.	Parete	Materiale	Area [cm2]	J [cm4]	W [cm3]
90	22	ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	288,00	13.824,00	1.152,00
91	23	ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	288,00	13.824,00	1.152,00
93	25	ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	288,00	13.824,00	1.152,00
94	26	ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	288,00	13.824,00	1.152,00
95	27	ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	288,00	13.824,00	1.152,00
96	28	ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	288,00	13.824,00	1.152,00
97	29	ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	336,00	21.952,00	1.568,00
98	30	ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	336,00	21.952,00	1.568,00
99	31	ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	960,00	184.320,00	7.680,00
128	32	ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	960,00	184.320,00	7.680,00
129	32	ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	960,00	184.320,00	7.680,00
101	33	ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	960,00	184.320,00	7.680,00
133	34	ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	960,00	184.320,00	7.680,00
134	34	ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	960,00	184.320,00	7.680,00

Pilastro C.A. (1)

N.	Materiale calcestruzzo	Materiale acciaio	Rinforzo	Base sezione [cm]	Altezza sezione [cm]	Area [cm2]	Angolo [°]
127	C8/10	B450	-	115,0	69,0	7.935,00	0

Pilastro C.A. (2)

N.	Af lato b [cm2]	Af lato h [cm2]	N. barre lato b	N. barre lato h	Copriferro [cm]	Passo staffe [cm]	Area staffe [cm2]
127	3,52	2,51	7	5	2,0	20	1,01

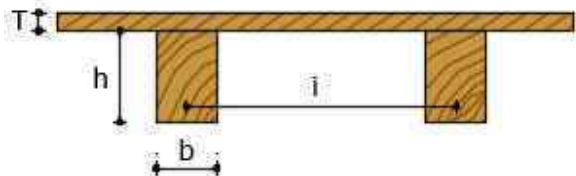
Pilastro Muratura

N.	Materiale	Rinforzo	Base sezione [cm]	Altezza sezione [cm]	Area [cm2]	Angolo [°]
----	-----------	----------	-------------------	----------------------	------------	------------

132	Muratura nuova	-	25,0	150,0	3.750,00	0
137	Muratura nuova	-	25,0	150,0	3.750,00	0

Archivi falde

Legno con travetti affiancati e tavolato semplice



Nome	Materiali	Descrizione
U1	Legno travetti: ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	Legno con travetti affiancati e tavolato semplice b [cm] = 10,0; h [cm] = 16,0; i [cm] = 66,0; T [cm] = 2,0
U2	Legno travetti: ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	Legno con travetti affiancati e tavolato semplice b [cm] = 12,0; h [cm] = 20,0; i [cm] = 66,0; T [cm] = 2,0

Falda

N.	Archivio	Quota min [cm]	Quota max [cm]	Spessore [cm]	G [N/mm2]	Ex [N/mm2]	Ey [N/mm2]	Scarico masse	Tipo
5	U2	908	1.120	4,0	10,00	10.909,09	0,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e tavolato semplice
6	U2	908	1.120	4,0	10,00	10.909,09	0,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e tavolato semplice
7	U2	908	1.002	4,0	10,00	10.909,09	0,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e tavolato semplice
8	U2	908	1.002	4,0	10,00	10.909,09	0,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e tavolato semplice
9	U2	908	1.120	4,0	10,00	10.909,09	0,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e tavolato semplice
10	U2	908	1.002	4,0	10,00	10.909,09	0,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e tavolato semplice
11	U2	908	1.002	4,0	10,00	10.909,09	0,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e tavolato semplice
12	U2	908	1.120	4,0	10,00	10.909,09	0,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e tavolato semplice

Telaio equivalente

Parete : 1

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
1	1.082	636	0	0
4	1.418	636	0	0

2	1.082	636	448	1
5	1.418	636	448	1
3	1.082	636	883	2
6	1.418	636	883	2
57	1.082	636	908	2(*)
58	1.418	636	908	2(*)

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
83	168	0	0
84	168	448	1
85	168	883	2
86	168	908	2(*)

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
1	Muratura parte vecchia	-	40,0	336,5	448,0	168	224	83	84
2	Muratura parte vecchia	-	40,0	336,5	435,0	168	666	84	85
3(*)	Muratura parte vecchia	-	40,0	336,5	25,0	168	896	85	86

Parete : 2

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
7	1.418	-570	0	0
48	1.418	-155	0	0
4	1.418	636	0	0
8	1.418	-570	448	1
49	1.418	-155	448	1
5	1.418	636	448	1
9	1.418	-570	883	2
6	1.418	636	883	2
59	1.418	-570	908	2(*)
58	1.418	636	908	2(*)

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
87	814	0	0
88	809	448	1
89	400	883	2
90	804	883	2
91	603	908	2(*)

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore	Base	Altezza	Baricentro X	Baricentro Z	Nodo	Nodo
----	-----------	----------	----------	------	---------	--------------	--------------	------	------

			[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	sopra	sotto
11	Muratura parte vecchia	-	40,0	282,0	250,0	390	170	48	49
12	Muratura parte vecchia	-	40,0	286,0	250,0	814	170	87	88
10	Muratura parte vecchia	-	40,0	149,0	324,0	75	214	7	8
13	Muratura parte vecchia	-	40,0	149,0	324,0	1.132	214	4	5
15	Muratura parte vecchia	-	40,0	302,0	247,5	400	617	49	89
16	Muratura parte vecchia	-	40,0	306,0	247,5	804	617	88	90
14	Muratura parte vecchia	-	40,0	149,0	317,5	75	657	8	9
17	Muratura parte vecchia	-	40,0	149,0	317,5	1.132	657	5	6
9(*)	Muratura parte vecchia	-	40,0	1.206,0	25,0	603	896	90	91

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
4	Muratura parte vecchia	-	40,0	100,0	90,0	199	45	7	48
7	Muratura parte vecchia	-	40,0	100,0	90,0	1.007	45	87	4
6	Muratura parte vecchia	-	40,0	120,0	148,0	601	374	49	88
5	Muratura parte vecchia	-	40,0	100,0	248,0	199	414	8	49
8	Muratura parte vecchia	-	40,0	100,0	248,0	1.007	414	88	5

Parete : 3

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
10	1.082	-570	0	0
7	1.418	-570	0	0
11	1.082	-570	448	1
8	1.418	-570	448	1
12	1.082	-570	883	2
9	1.418	-570	883	2
60	1.082	-570	908	2(*)
59	1.418	-570	908	2(*)

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
92	168	0	0
93	168	448	1

94	168	883	2
95	168	908	2(*)

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
18	Muratura parte vecchia	-	40,0	336,5	448,0	168	224	92	93
19	Muratura parte vecchia	-	40,0	336,5	435,0	168	666	93	94
20(*)	Muratura parte vecchia	-	40,0	336,5	25,0	168	896	94	95

Parete : 4

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
10	1.082	-570	0	0
20	1.082	-513	0	0
46	1.082	-155	0	0
40	1.082	5	0	0
15	1.082	584	0	0
1	1.082	636	0	0
11	1.082	-570	448	1
21	1.082	-513	448	1
47	1.082	-155	448	1
45	1.082	-153	448	1
41	1.082	5	448	1
16	1.082	584	448	1
2	1.082	636	448	1
12	1.082	-570	883	2
22	1.082	-513	883	2
82	1.082	-183	883	2
42	1.082	5	883	2
81	1.082	246	883	2
17	1.082	584	883	2
3	1.082	636	883	2
60	1.082	-570	908	2(*)
64	1.082	-513	908	2(*)
145	1.082	-183	1.052	2(*)
144	1.082	246	1.052	2(*)
62	1.082	584	908	2(*)
57	1.082	636	908	2(*)

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
96	29	0	0
98	1.180	0	0
97	29	448	1

99	1.180	448	1
100	29	883	2
101	1.180	883	2
102	29	908	2(*)
103	1.180	908	2(*)

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
30	Muratura parte vecchia	-	25,0	448,0	210,0	770	105	40	41
29	Muratura parte vecchia	-	25,0	389,0	372,0	252	186	46	47
31	Muratura parte vecchia	-	25,0	60,0	372,0	1.124	186	15	16
23	Muratura parte vecchia	-	40,0	57,0	448,0	29	224	96	97
24	Muratura parte vecchia	-	40,0	52,0	448,0	1.180	224	98	99
32	Muratura parte vecchia	-	25,0	389,0	361,7	252	629	47	82
33	Muratura parte vecchia	-	25,0	608,0	361,7	850	629	41	81
25	Muratura parte vecchia	-	40,0	57,0	435,0	29	666	97	100
26	Muratura parte vecchia	-	40,0	52,0	435,0	1.180	666	99	101
27(*)	Muratura parte vecchia	-	40,0	57,0	25,0	29	896	100	102
28(*)	Muratura parte vecchia	-	40,0	52,0	25,0	1.180	896	101	103

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
21	Muratura parte vecchia	-	25,0	100,0	238,0	496	329	45	41
22	Muratura parte vecchia	-	25,0	100,0	225,0	496	771	82	42

Parete : 5

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
13	-239	584	0	0
34	303	584	0	0
15	1.082	584	0	0
14	-239	584	448	1
35	303	584	448	1
16	1.082	584	448	1
61	-239	584	800	1(*)

36	303	584	883	2
17	1.082	584	883	2
70	303	584	908	2(*)
62	1.082	584	908	2(*)

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
104	287	0	0
106	812	0	0
108	1.073	0	0
105	288	448	1
107	812	448	1
109	1.073	448	1
112	289	800	1(*)
110	812	883	2
111	1.073	883	2
113	932	908	2(*)

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
50	Muratura esistente	-	25,0	162,0	200,0	287	190	104	105
53	Muratura parte vecchia	-	40,0	161,0	200,0	812	190	106	107
54	Muratura parte vecchia	-	40,0	161,0	200,0	1.073	190	108	109
49	Muratura esistente	-	25,0	106,0	324,0	53	214	13	14
51	Muratura esistente	-	25,0	74,5	324,0	505	214	34	35
52	Muratura parte vecchia	-	40,0	88,5	324,0	587	214	34	35
55	Muratura parte vecchia	-	40,0	68,0	324,0	1.287	214	15	16
61(*)	Muratura nuova	-	25,0	163,1	200,0	289	638	105	112
57	Muratura parte vecchia	-	40,0	161,0	200,0	812	638	107	110
58	Muratura parte vecchia	-	40,0	161,0	200,0	1.073	638	109	111
60(*)	Muratura nuova	-	25,0	107,6	300,0	54	650	14	61
62(*)	Muratura nuova	-	25,0	71,8	300,0	507	650	35	36
56	Muratura parte vecchia	-	40,0	88,5	317,5	587	657	35	36
59	Muratura parte vecchia	-	40,0	68,0	317,5	1.287	657	16	17
48(*)	Muratura parte vecchia	-	40,0	778,5	25,0	932	896	110	113

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
----	-----------	----------	---------------	-----------	--------------	-------------------	-------------------	---------------	-------------

34	Muratura esistente	-	25,0	100,0	90,0	156	45	13	104
37	Muratura esistente	-	25,0	100,0	90,0	418	45	104	34
40	Muratura parte vecchia	-	40,0	100,0	90,0	681	45	34	106
42	Muratura parte vecchia	-	40,0	100,0	90,0	942	45	106	108
44	Muratura parte vecchia	-	40,0	100,0	90,0	1.203	45	108	15
35	Muratura esistente	-	25,0	100,0	158,0	157	369	14	105
38	Muratura esistente	-	25,0	100,0	158,0	419	369	105	35
41	Muratura parte vecchia	-	40,0	100,0	248,0	681	414	35	107
43	Muratura parte vecchia	-	40,0	100,0	248,0	942	414	107	109
45	Muratura parte vecchia	-	40,0	100,0	248,0	1.203	414	109	16
36	Muratura nuova	-	25,0	100,0	90,0	157	493	14	105
39	Muratura nuova	-	25,0	100,0	90,0	419	493	105	35
46(*)	Muratura nuova	-	25,0	100,0	62,0	158	769	61	112
47(*)	Muratura nuova	-	25,0	100,0	62,0	421	769	112	36

Parete : 6

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
18	-239	-513	0	0
25	-239	-229	0	0
29	-239	299	0	0
13	-239	584	0	0
19	-239	-513	448	1
26	-239	-229	448	1
30	-239	299	448	1
14	-239	584	448	1
63	-239	-513	800	1(*)
66	-239	-229	800	1(*)
72	-239	36	900	1(*)
68	-239	299	800	1(*)
61	-239	584	800	1(*)

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
114	142	448	1
116	955	448	1
115	142	800	1(*)
117	955	800	1(*)

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
----	-----------	----------	---------------	-----------	--------------	-------------------	-------------------	------------	------------

67	Muratura esistente	-	25,0	327,9	372,0	164	186	25	114
68	Muratura esistente	-	25,0	679,1	372,0	757	186	29	30
65(*)	Muratura nuova	-	25,0	284,0	352,0	142	624	114	115
66(*)	Muratura nuova	-	25,0	285,0	352,0	955	624	116	117
69(*)	Muratura nuova	-	25,0	228,5	375,2	398	636	26	66
70(*)	Muratura nuova	-	25,0	227,5	375,2	698	636	30	68

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
64(*)	Muratura nuova	-	25,0	36,0	235,2	567	776	72	68
63(*)	Muratura nuova	-	25,0	36,0	235,2	531	776	66	72

Parete : 7

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
18	-239	-513	0	0
31	303	-513	0	0
53	803	-513	0	0
20	1.082	-513	0	0
19	-239	-513	448	1
32	303	-513	448	1
54	803	-513	448	1
21	1.082	-513	448	1
63	-239	-513	800	1(*)
33	303	-513	883	2
22	1.082	-513	883	2
69	303	-513	908	2(*)
64	1.082	-513	908	2(*)

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
118	289	0	0
120	811	0	0
119	290	448	1
121	811	448	1
124	291	800	1(*)
122	811	883	2
123	1.068	883	2
125	932	908	2(*)

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
87	Muratura parte vecchia	-	40,0	160,0	250,0	811	170	120	121
84	Muratura esistente	-	25,0	162,0	200,0	289	190	118	119
88	Muratura parte	-	40,0	330,0	388,6	1.156	194	53	54

	vecchia								
83	Muratura esistente	-	25,0	108,0	324,0	54	214	18	19
85	Muratura esistente	-	25,0	72,5	324,0	506	214	31	32
86	Muratura parte vecchia	-	40,0	88,5	324,0	587	214	31	32
90	Muratura parte vecchia	-	40,0	160,0	250,0	811	618	121	122
91	Muratura parte vecchia	-	40,0	153,7	250,0	1.068	618	54	123
94(*)	Muratura nuova	-	25,0	162,2	200,0	291	638	119	124
93(*)	Muratura nuova	-	25,0	109,5	300,0	55	650	19	63
95(*)	Muratura nuova	-	25,0	70,8	300,0	507	650	32	33
89	Muratura parte vecchia	-	40,0	88,5	317,5	587	657	32	33
92	Muratura parte vecchia	-	40,0	76,3	317,5	1.283	657	21	22
82(*)	Muratura parte vecchia	-	40,0	778,5	25,0	932	896	122	125

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
71	Muratura esistente	-	25,0	100,0	90,0	158	45	18	118
74	Muratura esistente	-	25,0	100,0	90,0	420	45	118	31
77	Muratura parte vecchia	-	40,0	100,0	90,0	681	45	31	120
72	Muratura esistente	-	25,0	100,0	158,0	159	369	19	119
75	Muratura esistente	-	25,0	100,0	158,0	421	369	119	32
79	Muratura parte vecchia	-	40,0	100,0	148,0	941	374	121	54
78	Muratura parte vecchia	-	40,0	100,0	248,0	681	414	32	121
73	Muratura nuova	-	25,0	100,0	90,0	159	493	19	119
76	Muratura nuova	-	25,0	100,0	90,0	421	493	119	32
80(*)	Muratura nuova	-	25,0	100,0	62,0	159	769	63	124
81(*)	Muratura nuova	-	25,0	100,0	62,0	422	769	124	33

Parete : 8

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
23	-931	-229	0	0
25	-239	-229	0	0
24	-931	-229	448	1
50	-399	-229	448	1
26	-239	-229	448	1
65	-931	-229	800	1(*)
66	-239	-229	800	1(*)

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
126	348	0	0
127	348	448	1
128	348	800	1(*)

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
103	Muratura nuova	-	25,0	231,0	237,5	348	164	126	127
102	Muratura nuova	-	25,0	132,0	382,2	66	191	23	24
104	Muratura nuova	-	25,0	129,0	324,0	628	214	25	26
106(*)	Muratura nuova	-	25,0	231,0	120,0	348	598	127	128
105(*)	Muratura nuova	-	25,0	132,0	284,9	66	658	24	65
107(*)	Muratura nuova	-	25,0	129,0	284,9	628	658	26	66

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
97	Muratura nuova	-	25,0	100,0	90,0	513	45	126	25
96	Muratura nuova	-	25,0	100,0	263,0	182	407	24	127
98	Muratura nuova	-	25,0	69,0	248,0	498	414	127	50
99	Muratura nuova	-	25,0	31,0	248,0	548	414	50	26
100(*)	Muratura nuova	-	25,0	100,0	142,0	182	729	65	128
101(*)	Muratura nuova	-	25,0	100,0	142,0	513	729	128	66

Parete : 9

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
23	-931	-229	0	0
27	-931	299	0	0
24	-931	-229	448	1
28	-931	299	448	1
65	-931	-229	800	1(*)
67	-931	299	800	1(*)

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
129	264	448	1
130	264	800	1(*)

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
109	Muratura esistente	-	25,0	31,5	372,0	16	186	23	24
110	Muratura esistente	-	25,0	376,5	372,0	340	186	27	129
108(*)	Muratura nuova	-	25,0	528,0	352,0	264	624	129	130

Parete : 10

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
27	-931	299	0	0
51	-399	299	0	0
29	-239	299	0	0
28	-931	299	448	1
52	-399	299	448	1
30	-239	299	448	1
67	-931	299	800	1(*)
68	-239	299	800	1(*)

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
114	Muratura nuova	-	25,0	588,0	284,0	294	208	51	52
115	Muratura nuova	-	25,0	54,0	284,0	665	208	29	30
116(*)	Muratura nuova	-	25,0	588,0	284,9	294	658	52	67
117(*)	Muratura nuova	-	25,0	54,0	284,9	665	658	30	68

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
111	Muratura nuova	-	25,0	50,0	90,0	613	45	51	29
112	Muratura nuova	-	25,0	50,0	328,0	613	374	52	30
113(*)	Muratura nuova	-	25,0	50,0	142,0	613	729	67	68

Parete : 11**Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
31	303	-513	0	0
43	303	-153	0	0
37	303	5	0	0
34	303	584	0	0
32	303	-513	448	1
44	303	-153	448	1
38	303	5	448	1
35	303	584	448	1
33	303	-513	883	2
39	303	5	883	2
36	303	584	883	2
69	303	-513	908	2(*)
70	303	584	908	2(*)

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
131	549	908	2(*)

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
122	Muratura parte vecchia	-	40,0	110,5	210,0	549	105	37	38
121	Muratura parte vecchia	-	40,0	384,0	372,0	192	186	43	44
123	Muratura parte vecchia	-	40,0	382,5	372,0	906	186	34	35
125	Muratura parte vecchia	-	40,0	264,2	210,0	616	553	38	39
119(*)	Muratura nuova	-	25,0	1.097,0	352,0	549	624	38	39
124	Muratura parte vecchia	-	40,0	394,0	361,7	197	629	44	33
126	Muratura parte vecchia	-	40,0	228,8	361,7	983	629	35	36
120(*)	Muratura parte vecchia	-	40,0	1.097,0	25,0	549	896	39	131

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
118	Muratura parte vecchia	-	40,0	100,0	238,0	439	329	44	38

Parete : 12**Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
37	303	5	0	0
40	1.082	5	0	0
38	303	5	448	1
41	1.082	5	448	1
39	303	5	883	2
79	853	5	883	2
42	1.082	5	883	2
80	853	5	1.120	2(*)

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
132	389	0	0
133	389	448	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
127	Muratura parte vecchia	-	25,0	778,5	448,0	389	224	132	133
128	Muratura parte vecchia	-	25,0	778,5	435,0	389	666	133	79

Parete : 13**Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
43	303	-153	0	0
55	803	-153	0	0
44	303	-153	448	1
56	803	-153	448	1
45	1.082	-153	448	1

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
134	202	0	0
136	355	0	0
135	202	448	1
137	355	448	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
133	Muratura parte vecchia	-	25,0	79,4	210,0	202	105	134	135
134	Muratura parte vecchia	-	25,0	86,1	210,0	355	105	136	137
132	Muratura parte vecchia	-	25,0	85,5	372,0	43	186	43	44
135	Muratura parte vecchia	-	25,0	11,5	372,0	494	186	55	56

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
129	Muratura parte vecchia	-	25,0	77,0	238,0	124	329	44	135
130	Muratura parte vecchia	-	25,0	70,0	238,0	277	329	135	137
131	Muratura parte vecchia	-	25,0	90,0	238,0	443	329	137	56

Parete : 14**Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
46	1.082	-155	0	0
48	1.418	-155	0	0
47	1.082	-155	448	1
49	1.418	-155	448	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore	Base	Altezza	Baricentro X	Baricentro Z	Nodo	Nodo
----	-----------	----------	----------	------	---------	--------------	--------------	------	------

			[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	sopra	sotto
137	Muratura parte vecchia	-	25,0	116,0	372,0	58	186	46	47
138	Muratura parte vecchia	-	25,0	120,5	372,0	276	186	48	49

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
136	Muratura parte vecchia	-	25,0	100,0	238,0	166	329	47	49

Parete : 15

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
51	-399	299	0	0
50	-399	-229	448	1
52	-399	299	448	1

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
138	170	0	0
140	349	0	0
139	170	448	1
141	349	448	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
139	Muratura nuova	-	25,0	358,0	448,0	349	224	140	141

Parete : 16

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
53	803	-513	0	0
55	803	-153	0	0
54	803	-513	448	1
56	803	-153	448	1

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
142	180	0	0
143	180	448	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
140	Muratura nuova	-	25,0	360,0	448,0	180	224	142	143

Parete : 17

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
67	-931	299	800	1(*)
71	-672	36	900	1(*)

Parete : 18

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
65	-931	-229	800	1(*)
71	-672	36	900	1(*)

Parete : 19

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
71	-672	36	900	1(*)
72	-239	36	900	1(*)

Parete : 20

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
73	-22	-296	900	1(*)
74	-22	367	900	1(*)

Parete : 21

Parete : 22

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
74	-22	367	900	1(*)
36	303	584	883	2

Parete : 23

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
61	-239	584	800	1(*)
74	-22	367	900	1(*)

Parete : 24

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
63	-239	-513	800	1(*)

73	-22	-296	900	1(*)
----	-----	------	-----	------

Parete : 25

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
73	-22	-296	900	1(*)
33	303	-513	883	2

Parete : 26

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
57	1.082	636	908	2(*)
75	1.249	475	1.002	2(*)

Parete : 27

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
75	1.249	475	1.002	2(*)
58	1.418	636	908	2(*)

Parete : 28

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
76	1.249	-393	1.002	2(*)
59	1.418	-570	908	2(*)

Parete : 29

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
60	1.082	-570	908	2(*)
76	1.249	-393	1.002	2(*)

Parete : 30

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
62	1.082	584	908	2(*)
77	1.249	421	1.002	2(*)

Parete : 31

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
64	1.082	-513	908	2(*)
78	1.249	-321	1.002	2(*)

Parete : 32

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
77	1.249	421	1.002	2(*)
75	1.249	475	1.002	2(*)

Parete : 33

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
76	1.249	-393	1.002	2(*)
78	1.249	-321	1.002	2(*)

Parete : 34

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
79	853	5	883	2
70	303	584	908	2(*)
80	853	5	1.120	2(*)

Parete : 35

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
79	853	5	883	2
81	1.082	246	883	2
80	853	5	1.120	2(*)
144	1.082	246	1.052	2(*)
77	1.249	421	1.002	2(*)

Parete : 36

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
79	853	5	883	2
69	303	-513	908	2(*)
80	853	5	1.120	2(*)

Parete : 37

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
79	853	5	883	2
82	1.082	-183	883	2
80	853	5	1.120	2(*)
145	1.082	-183	1.052	2(*)

78	1.249	-321	1.002	2(*)
----	-------	------	-------	------

(*) Elementi di copertura

Analisi dei meccanismi locali

Descrizione della struttura

La presente relazione ha per oggetto l'analisi delle strutture, le considerazioni di merito, i calcoli svolti per l'edificio sito in Gragnano Trebbiense (PC), via Carella, 2

Tipo di analisi svolta

Al fine di eseguire le dovute verifiche nei riguardi dell'edificio in questione, si è deciso di procedere con l'analisi di possibili meccanismi locali.

Quest'ultimi risultano importanti nel caso in cui la scatolarità dell'edificio non sia garantita a causa di collegamenti non adeguati o tra le pareti ortogonali o tra solaio e parete.

Metodo di analisi

Negli edifici esistenti in muratura spesso avvengono collassi parziali per cause sismiche, in genere per perdita dell'equilibrio di porzioni murarie; la verifica nei riguardi di questi meccanismi, secondo le modalità descritte nel seguito, assume significato se è garantita una certa monoliticità della parete muraria, tale da impedire collassi puntuali per disgregazione della muratura.

Le verifiche con riferimento ai meccanismi locali possono essere svolte tramite l'analisi limite dell'equilibrio, secondo l'approccio cinematico, che si basa sulla scelta del meccanismo di collasso e la valutazione dell'azione orizzontale che attiva tale cinematismo.

L'applicazione del metodo di verifica presuppone quindi l'analisi dei meccanismi locali ritenuti significativi per la costruzione, che possono essere ipotizzati sulla base della conoscenza del comportamento sismico di strutture analoghe, già danneggiate dal terremoto, o individuati considerando la presenza di eventuali stati fessurativi, anche di natura non sismica; inoltre saranno tenute presente la qualità della connessione tra le pareti murarie, la tessitura muraria, la presenza di catene, le interazioni con altri elementi della costruzione o degli edifici adiacenti. L'approccio cinematico permette inoltre di determinare l'andamento dell'azione orizzontale che la struttura è progressivamente in grado di sopportare all'evolversi del meccanismo.

Per ogni possibile meccanismo locale ritenuto significativo per l'edificio, il metodo si articola nei seguenti passi:

- trasformazione di una parte della costruzione in un sistema labile (catena cinematica), attraverso l'individuazione di corpi rigidi, definiti da piani di frattura ipotizzabili in grado di ruotare o scorrere tra loro.
- valutazione del moltiplicatore orizzontale dei carichi α_0 che comporta l'attivazione del meccanismo mediante l'impiego del principio dei lavori virtuali (Circolare 617-C8.7.1.2.1.1).

- Individuare l'accelerazione sismica spettrale di attivazione a_z a partire dal moltiplicatore orizzontale dei carichi α_0 .

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Di seguito si indicano l'origine e le caratteristiche dei codici di calcolo utilizzati riportando titolo, produttore e distributore, versione, estremi della licenza d'uso:

Sigla:	3MURI
Produzione e distribuzione:	S.T.A. DATA srl Corso Raffaello, 12 - 10126 TORINO (TO) tel. 0116699345 fax 0116699375 internet: http://www.stadata.com e.mail: info@stadata.com
Autori:	Prodotto: S.T.A. DATA srl Motore di calcolo: Responsabile Prof. Ing. Sergio LAGOMARSINO Prof. Ing. Serena CATTARI Prof. Ing. Andrea PENNA Ing. Alessandro GALASCO
Versione:	13.5.0.0
Numero Licenza:	(13353) STUDIO ASSOCIATO PANCINI CLAUDIO-MASSIMO

Presentazione dei risultati

Inquadramento normativo

Sono stati recepiti, per le analisi di cui in seguito, i principi e le regole riportate nelle normative seguenti:

- Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018 - "Norme tecniche per le Costruzioni"
- Circolare applicativa n°7 del 21 gennaio 2019

Parametri di progetto

Per la definizione dell'azione sismica si fa riferimento a:

- Categoria di sottosuolo: B
- Categoria topografica: T1

- Longitudine: 9.57
- Latitudine: 45.0139
- Vita nominale: Opere ordinarie VN $\geq$ 50 anni
- Classe d'uso III - Edifici con grandi affollamenti, infrastrutture importanti

Gli spettri di risposta, sono definiti in funzione del reticolo di riferimento definito nella “Tabella 1” (parametri spettrali) in allegato alle Norme Tecniche.

Tale tabella fornisce, in funzione delle coordinate geografiche (latitudine, longitudine), i parametri necessari a tracciare lo spettro. I parametri forniti dal reticolo di riferimento sono:

a_g : accelerazione orizzontale massima del terreno;

F_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

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

La trilogia di valori qui descritta, è definita per un periodo di ritorno assegnato (TR), definito in base alla probabilità di superamento di ciascuno degli stati limite.

Tali valori, saranno pertanto definiti per ciascuno degli stati limite esaminati (vedere tabella).

Lo spettro sismico dipende anche dalla “Classe del suolo” e dalla “categoria topografica” (vedere tabella).

	Ag [m/s²]	F0	Tc* [s]	Tr	Ss	Tb [s]	Tc [s]	Td [s]
SLC	1,42	2,47	0,29	1462,00	1,20	0,14	0,41	2,18
SLV	1,10	2,48	0,29	712,00	1,20	0,14	0,41	2,05
SLD	0,46	2,52	0,25	75,00	1,20	0,12	0,36	1,79
SLO	0,37	2,56	0,22	45,00	1,20	0,11	0,33	1,75

Metodo di verifica

Stato limite di Vita (SLV)

Nel caso in cui la verifica riguardi un elemento isolato o una porzione della costruzione comunque sostanzialmente appoggiata a terra la condizione di superamento della verifica è fornita dalla seguente disequazione:

$$a_{z,SLV} \geq a_z(z=0) = S_{e,SLV}(T=0) = a_{g,SLV} \cdot S$$

$$a_{z,SLV} = \frac{\alpha_0 \cdot g}{e^* \cdot FC} \cdot q$$

Nel caso in cui il meccanismo locale interessa una porzione della costruzione posta ad una certa quota, si deve tener conto del fatto che l'accelerazione assoluta alla quota della porzione di edificio interessata dal cinematisimo è in genere amplificata rispetto a quella al suolo; per questo il superamento della verifica è fornita dalla seguente disequazione:

$$a_{z,SLV} \geq \max(a_z(z=0); a_z(z))$$

$$a_z(z) = \sqrt{\sum a_{z,k}^2(z)}$$

$$a_{z,k}(z) = S_{e,SLV}(T_k, \xi_k) \cdot |\gamma_k \cdot \Psi_k(z)| \cdot \sqrt{1 + 0.0004 \cdot \xi_k^2}$$

In base al capitolo §C7.2.3 è consentito riferirsi al solo primo modo di vibrare significativo per la direzione significativa, si assume quindi $k=1$.

$$a_z(z) = S_{e,SLV}(T_1, \xi_1) \cdot |\gamma_1 \cdot \Psi_1(z)| \cdot \sqrt{1 + 0.0004 \cdot \xi_1^2}$$

- $S_e(T, \xi)$: spettro di risposta elastico al suolo, valutato per il periodo equivalente T e lo smorzamento viscoso equivalente ξ (5%) dell'elemento non strutturale, dell'impianto o del meccanismo locale considerato;
- γ_k : k -esimo coefficiente di partecipazione modale della costruzione;
- $\Psi_k(z)$: valore della k -esimaforma modale alla quota z nella posizione in pianta dove è collocato il meccanismo locale da verificare;
- $a_{z,k}$: contributo del k -esimo modo alla accelerazione massima di piano.

Stato limite di Danno (SLD)

Nel caso di edifici esistenti in muratura, anche in considerazione delle giustificate esigenze di conservazione, pur essendo auspicabile il soddisfacimento di questo stato limite, la sua verifica non è obbligatoria.

Nel caso in cui la verifica riguardi un elemento isolato o una porzione della costruzione comunque sostanzialmente appoggiata a terra la condizione di superamento della verifica è fornita dalla seguente disequazione:

$$a_{z,SLD} \geq a_z(z=0) = S_{e,SLD}(T=0) = a_{g,SLD} \cdot S$$

$$a_{z,SLD} = \frac{\alpha_0 \cdot g}{e^* \cdot FC}$$

Nel caso in cui il meccanismo locale interessa una porzione della costruzione posta ad una certa quota, si deve tener conto del fatto che l'accelerazione assoluta alla quota della porzione di edificio interessata dal cinematismo è in genere amplificata rispetto a quella al suolo; per questo il superamento della verifica è fornita dalla seguente disequazione:

$$a_{z,SLD} \geq \max(a_z(z = 0); a_z(z))$$

$$a_z(z) = S_{e,SLD}(T_1, \xi_1) \cdot |\gamma_1 \cdot \Psi_1(z)| \cdot \sqrt{1 + 0.0004 \cdot \xi_1^2}$$

Descrizione cinematismi

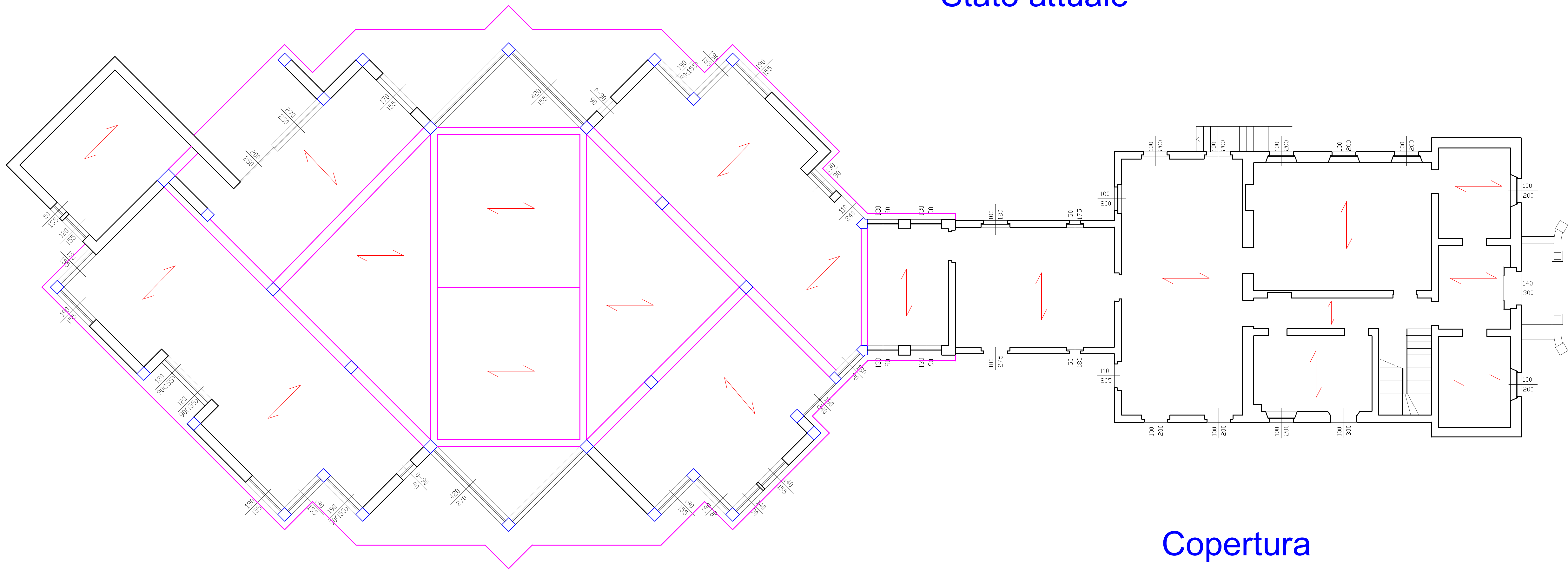
Cinematismo: Ribaltamento parete Corpo C

Blocco	Xg [cm]	Yg [cm]	Zg [cm]	Peso[daN]	Parete
1	603	0	652	-26.400	2

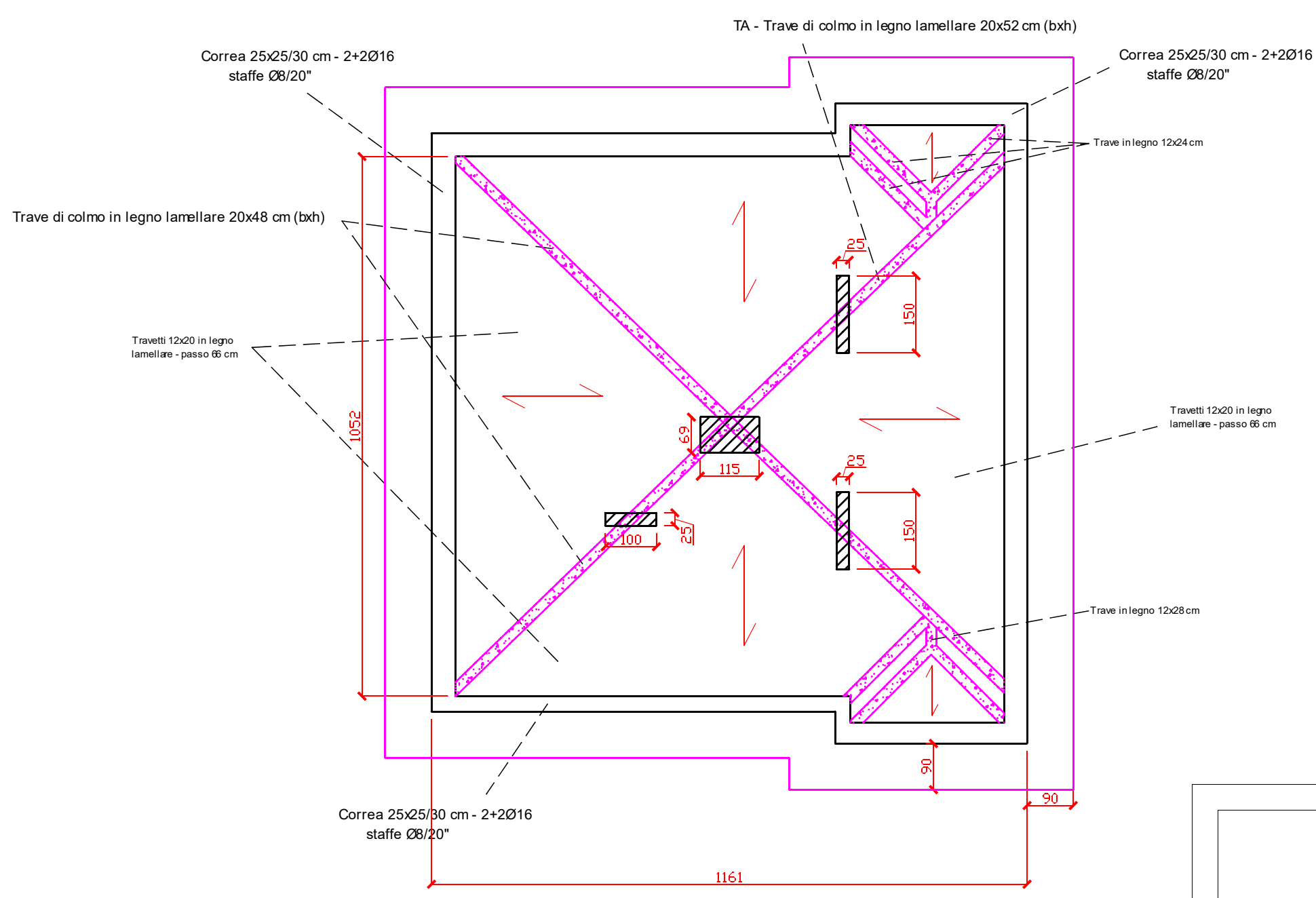
Tipo vincolo	Quota [cm]	Parete	Angolo [°]
Cerniera esterna	468	2	0

Moltiplicatore attivazione (a0)	0,109
az,SLV [m/s2]	2,0267
az(0) (SLV) [m/s2]	1,3208
Coefficiente sicurezza PGAc/PGAd (SLV)	1,53
az,SLD [m/s2]	1,0133
az(0) (SLD) [m/s2]	0,5462
Coefficiente sicurezza PGAc/PGAd (SLD)	1,86

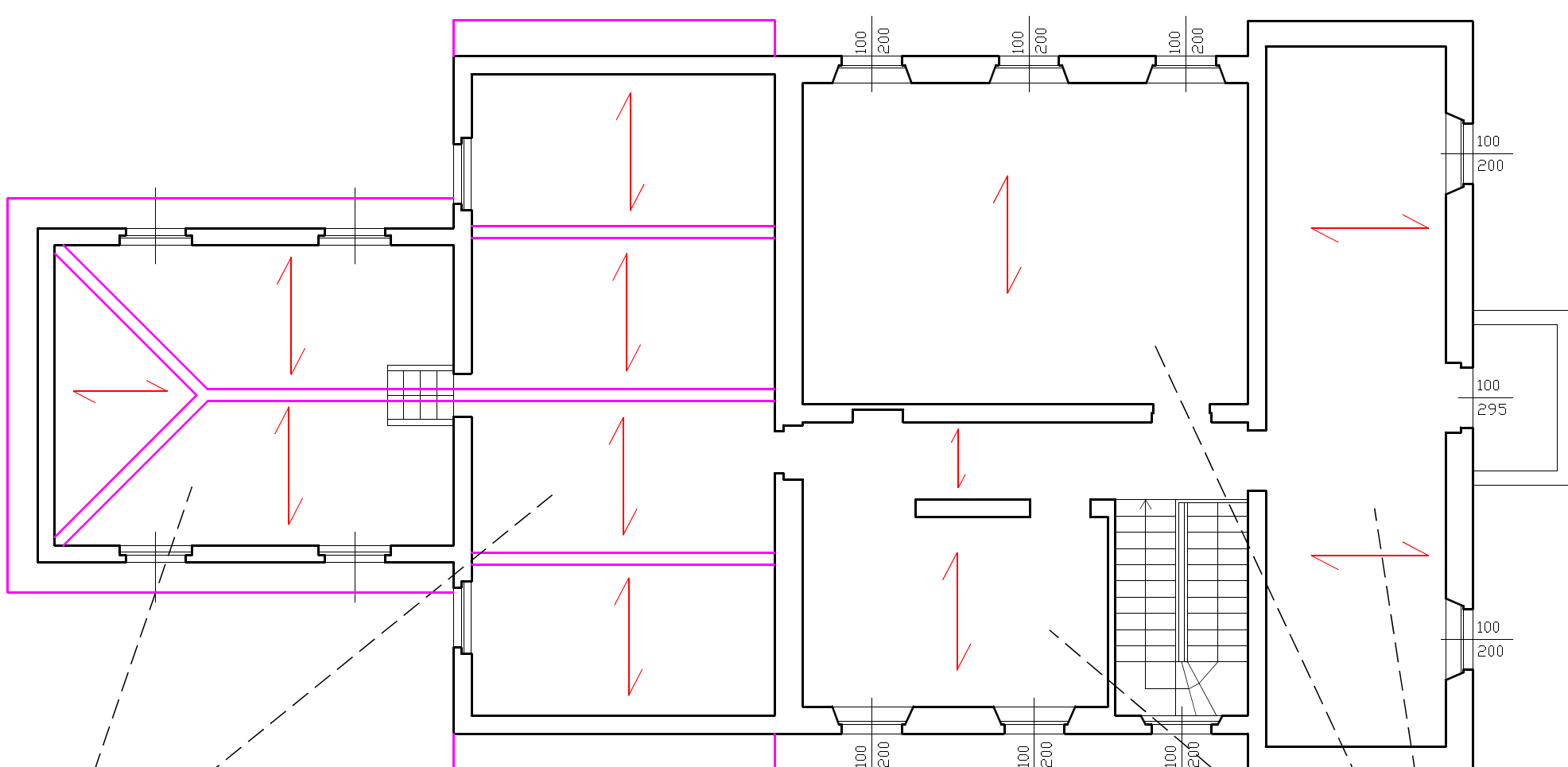
Piano terra
Stato attuale



Copertura
Stato attuale



Piano primo
Stato attuale



Copertura (segnare gronda)

Sottotetto

Prescrizioni materiali:
Calcestruzzo:
Fondazioni, travi, pilastri, solette $R_{ck} \geq 30$ N/mm²
Classe consistenza: S4
Classe esposizione: XC2
Profili in acciaio: S235
Elementi semipieni: percentuale foratura < 45%
Fbk-resistenza caratt. compress. direz. carichi ≥ 5 N/mm²
Fbk-resist. caratt. compr. direz. ortog. carichi $\geq 1,5$ N/mm²
Tipo di malta: M10

- Sovrapposizione armature $\geq 50\phi$
- Ferri superiori sovrapposti in campata e inferiori su appoggi
- I solai sono visti dal basso
- Architravi aperture in calcestruzzo normale o prefabbricato
- Nelle solette se non meglio specificato sul disegno posizionare una rete elettrosaldata $\phi 8$ 20x20 cm

AVVISARE SEMPRE LA D.L. PRIMA DI OGNI GETTO



COMUNE DI GRAGNANO TREBBIENSE
Provincia di Piacenza
Via Roma, 121 - 29018 Gragnano Trebbiense (PC) - Partita IVA: 00293980331
Telefono: 0523 788758 - Fax: 0523 788354 - E-mail: tecnico@comune.gragnanotrebbiense.pc.it
SETTORE POLITICHE TERRITORIALI
SERVIZIO LAVORI PUBBLICI, MANUTENZIONE PATRIMONIO E DEMANIO

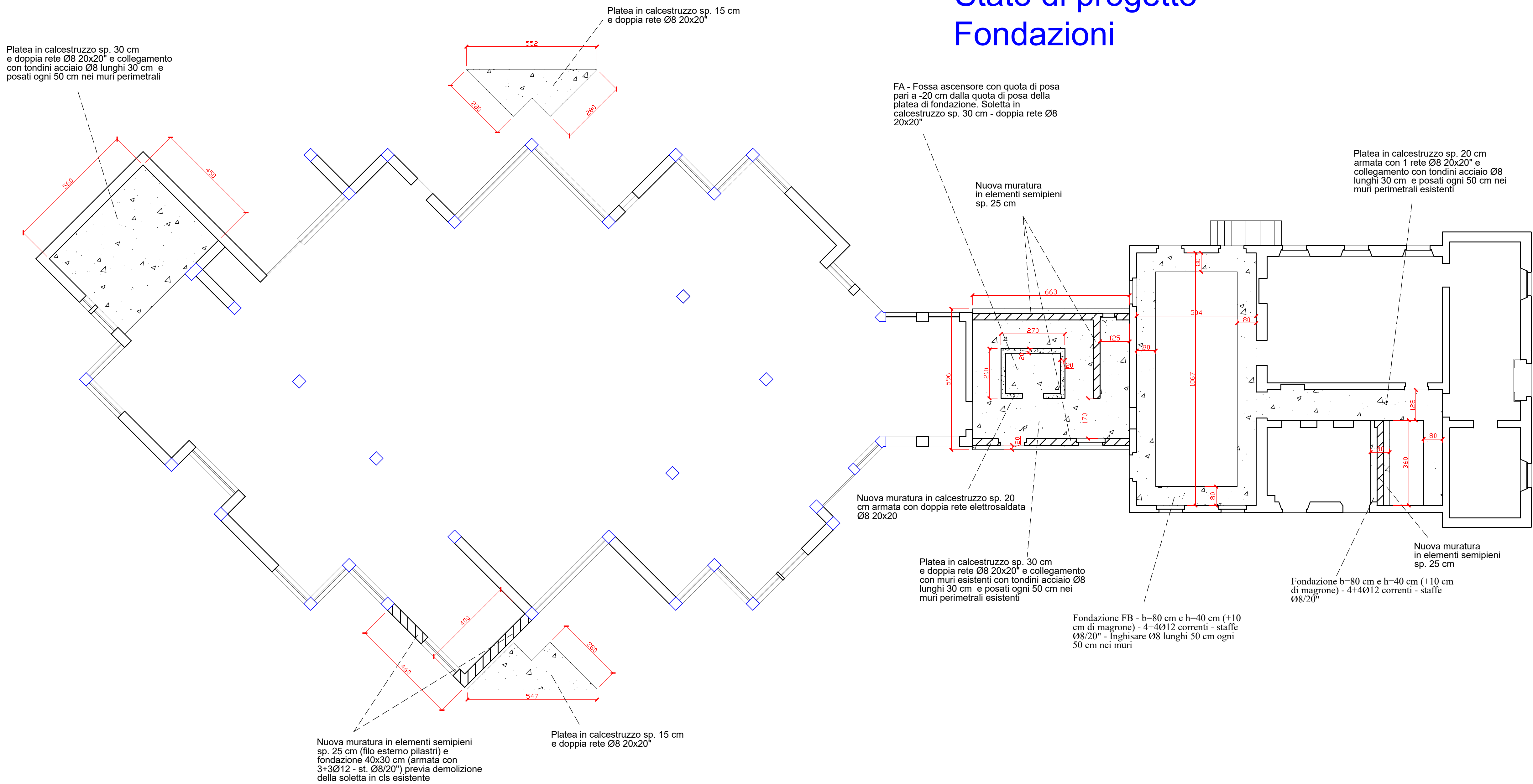
RICONVERSIONE SPAZI ATTUALMENTE INUTILIZZATI e COMPLETAMENTO ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA COMUNALE

ELABORATO:		Archivio:
Stato attuale		18/19
Pianta piano terra		TAV.
Pianta primo piano		
Pianta copertura		
Data:	File:	
Novembre 2022	Strutture.dwg	

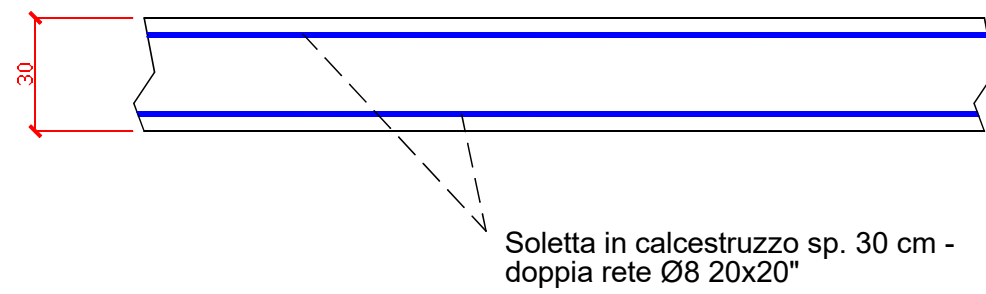
STUDIO TECNICO ASSOCIATO
Pancini Ing. Claudio - Pancini Arch. Massimo
v. Cigala Fulgosi, 1/a - 29122 PIACENZA
Tel. 0523-756600 - Fax 178-2218334



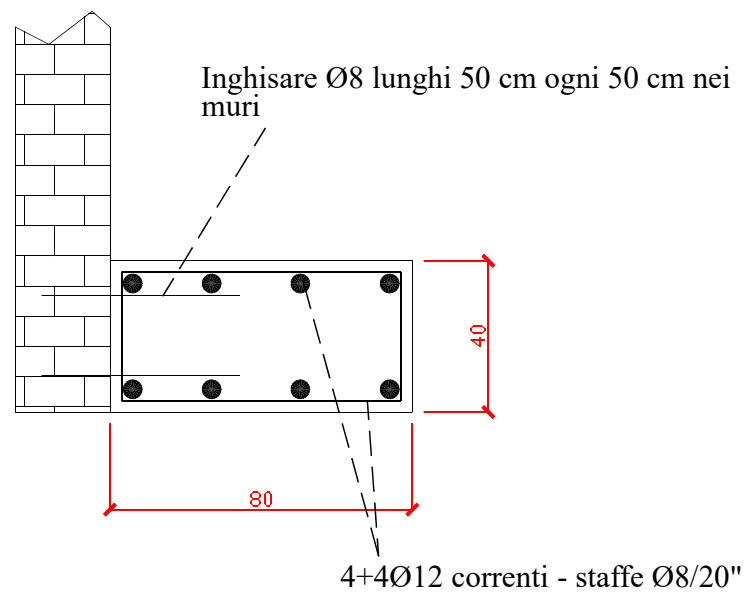
Stato di progetto
Fondazioni



Fondazione FA



Fondazione FB

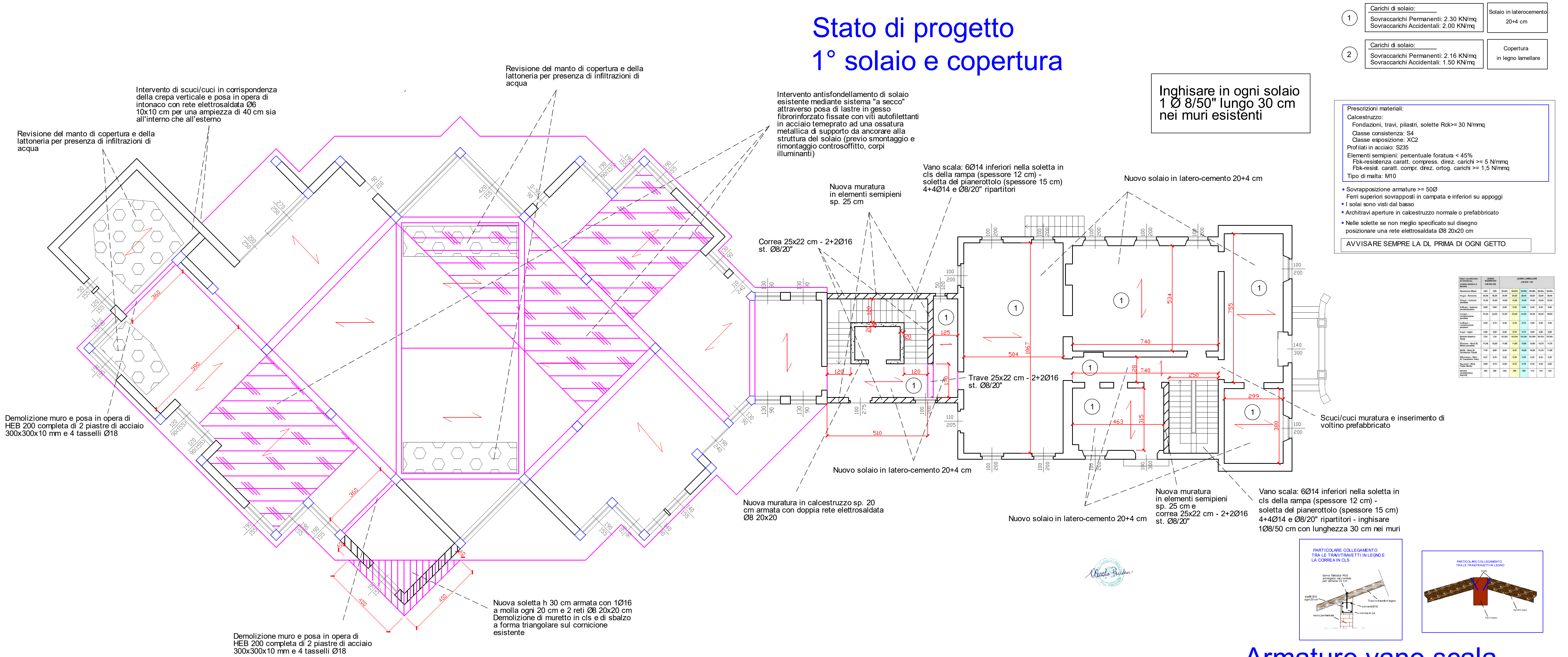


Prescrizioni materiali:
Calcestruzzo:
Fondazioni, travi, pilastri, solette Rck>= 30 N/mmq
Classe consistenza: S4
Classe esposizione: XC2
Profilati in acciaio: S235
Elementi semipieni: percentuale foratura < 45%
Fbk-resistenza caratt. compress. direz. carichi >= 5 N/mmq
Fbk-resist. caratt. compr. direz. ortog. carichi >= 1,5 N/mmq
Tipo di malta: M10
• Sovrapposizione armature >= 50Ø
Ferri superiori sovrapposti in campata e inferiori su appoggi
• I solai sono visti dal basso
• Architravi aperture in calcestruzzo normale o prefabbricato
• Nelle solette se non meglio specificato sul disegno posizionare una rete elettrosaldata Ø8 20x20 cm
AVVISARE SEMPRE LA DL PRIMA DI OGNI GETTO

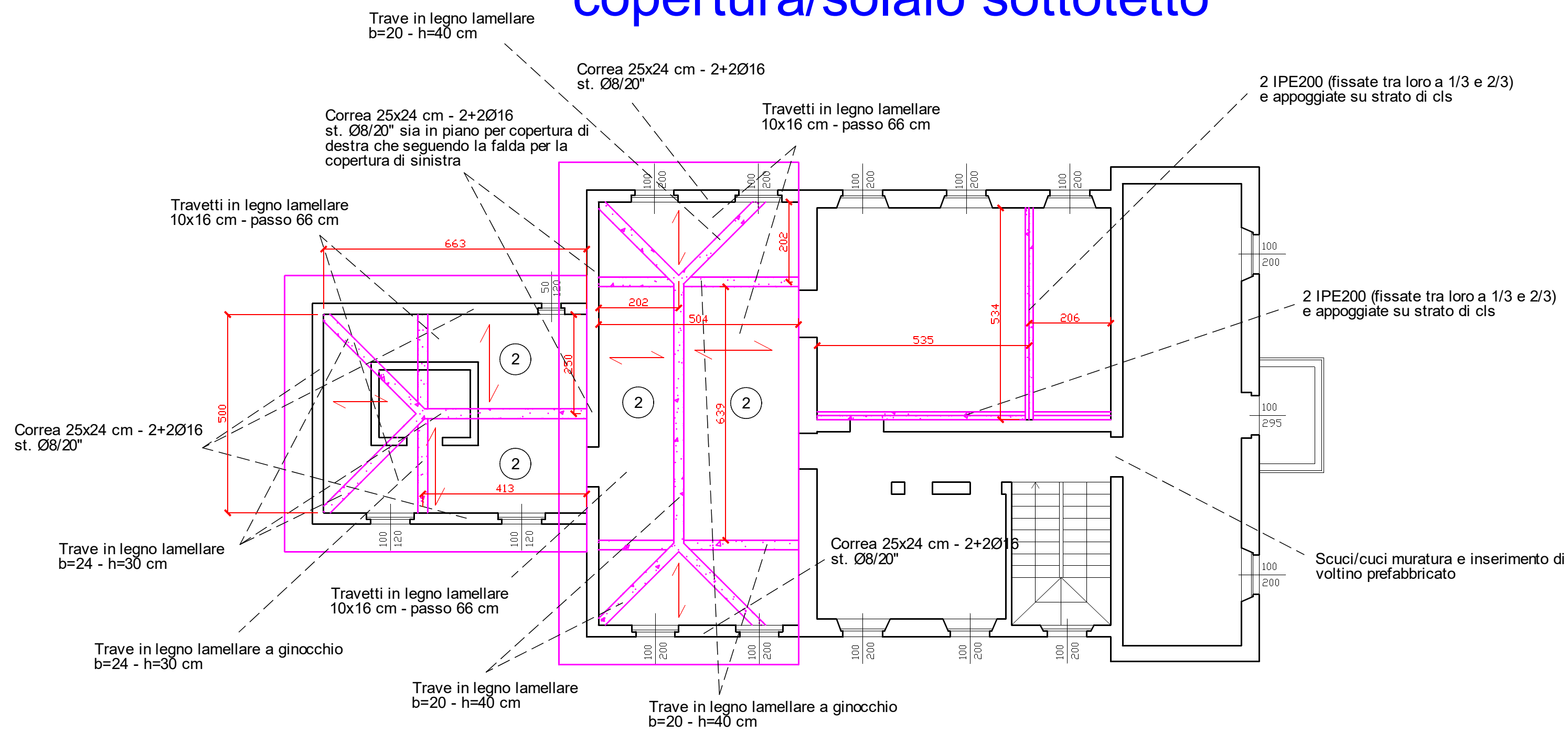
 COMUNE DI GRAGNANO TREBBIENSE Provincia di Piacenza Via Roma, 121 - 28018 Gragnano Trebbiense (PC) - Partita IVA: 00230280331 Telefono 0523 756758 - Fax 0523 756354 - E-mail: info@comune.gragnanotrebbiense.pc.it SETTORE POLITICHE TERRITORIALI SERVIZIO LAVORI PUBBLICI, MANUTENZIONE PATRIMONIO E DEMANIO			
 STUDIO TECNICO ASSOCIATO Pancini Ing. Claudio - Pancini Arch. Massimo v. Cigala Fulgosi, 1/a - 29122 PIACENZA Tel. 0523-756600 - Fax 178-2218334		RICONVERSIONE SPAZI ATTUALMENTE INUTILIZZATI e COMPLETAMENTO ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA COMUNALE	
		ELABORATO:	Archivio:
		Stato di progetto Fondazioni	18/19
			TAV.
		Data: Novembre 2022	File: Strutture.dwg
			8

Stato di progetto

1° solaio e copertura

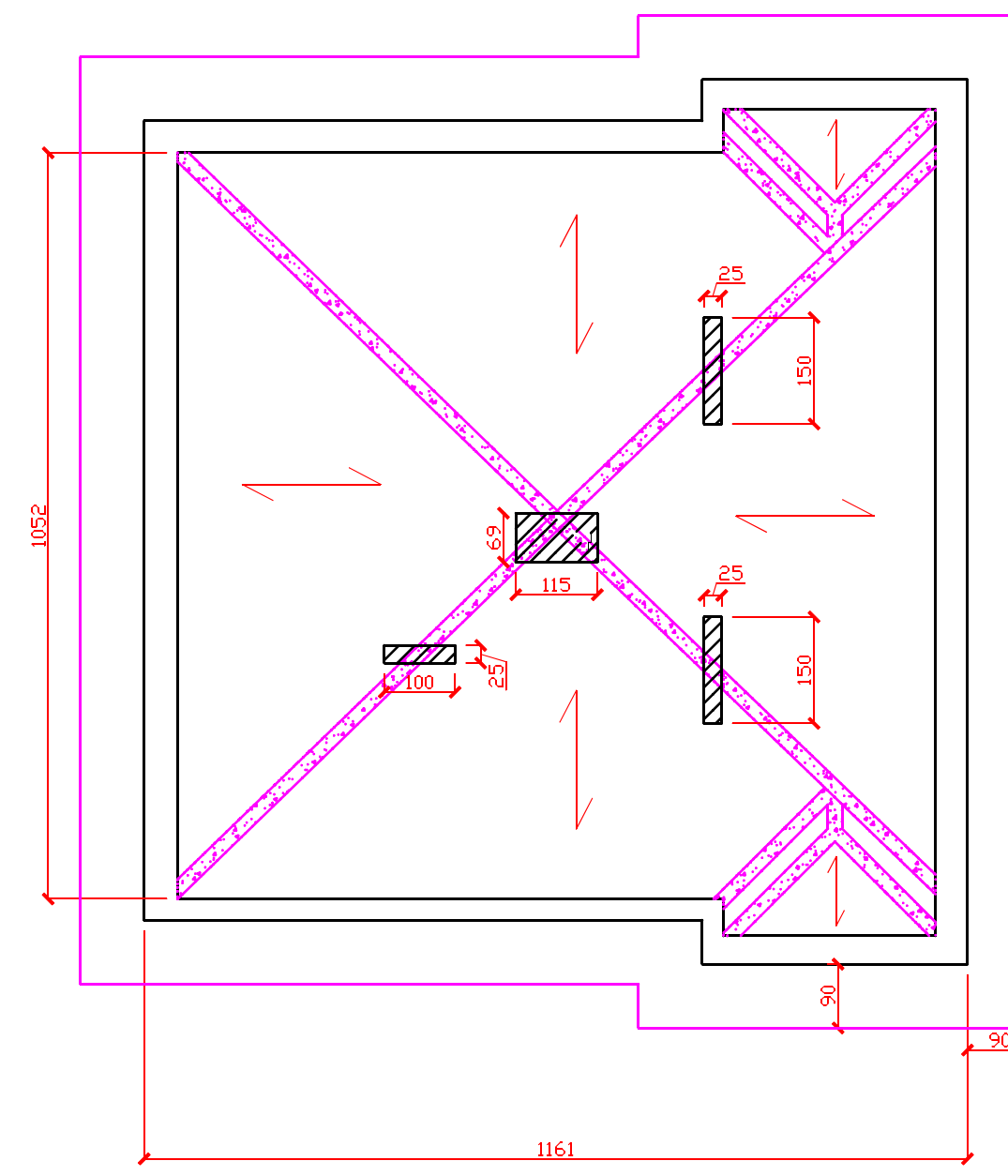


Stato di progetto
copertura/solaio sottotetto

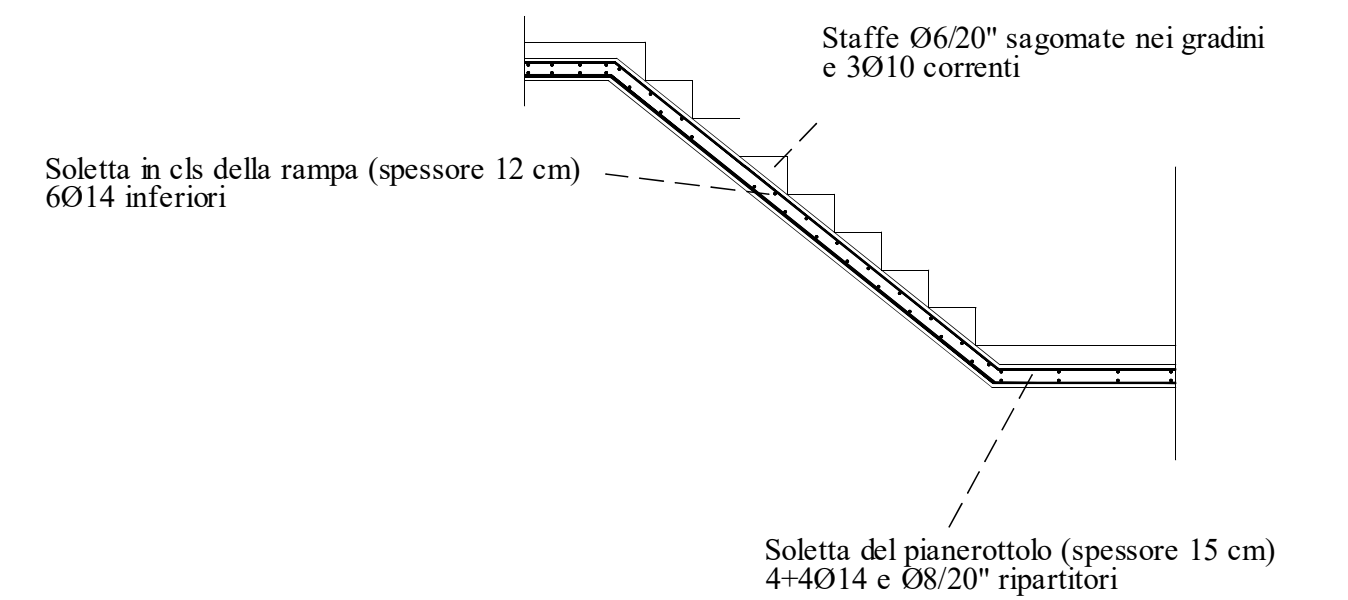


Stato di progetto

Copertura

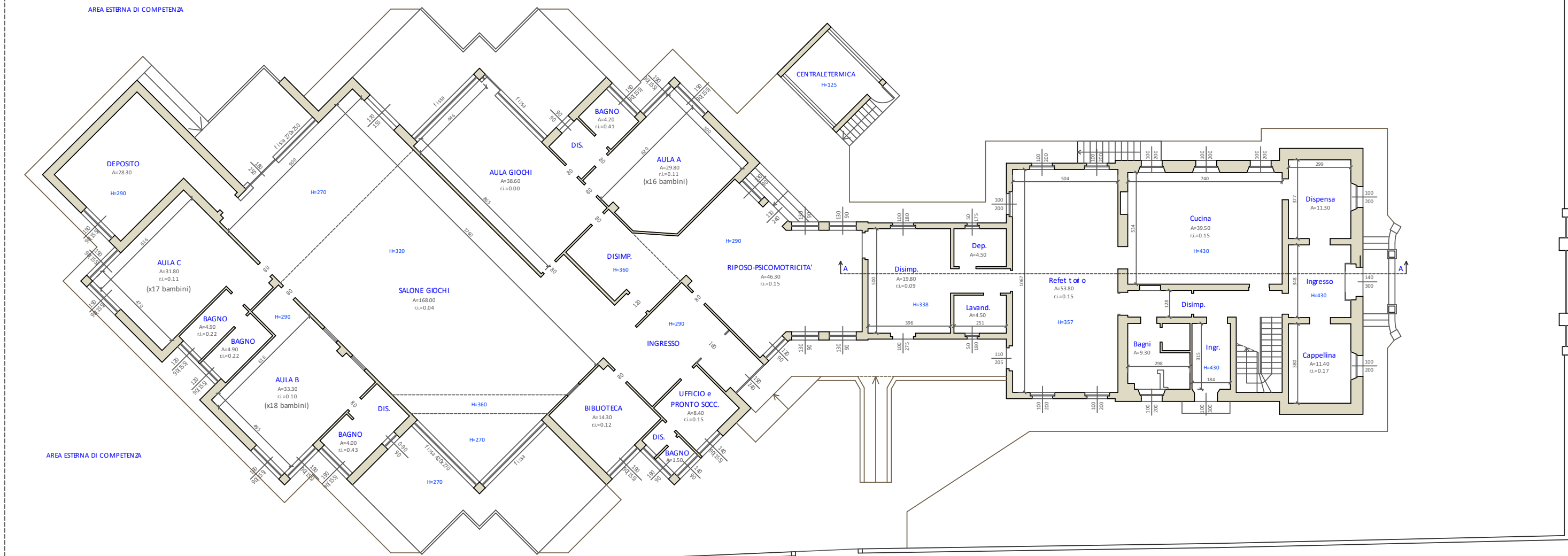


Armature vano scala

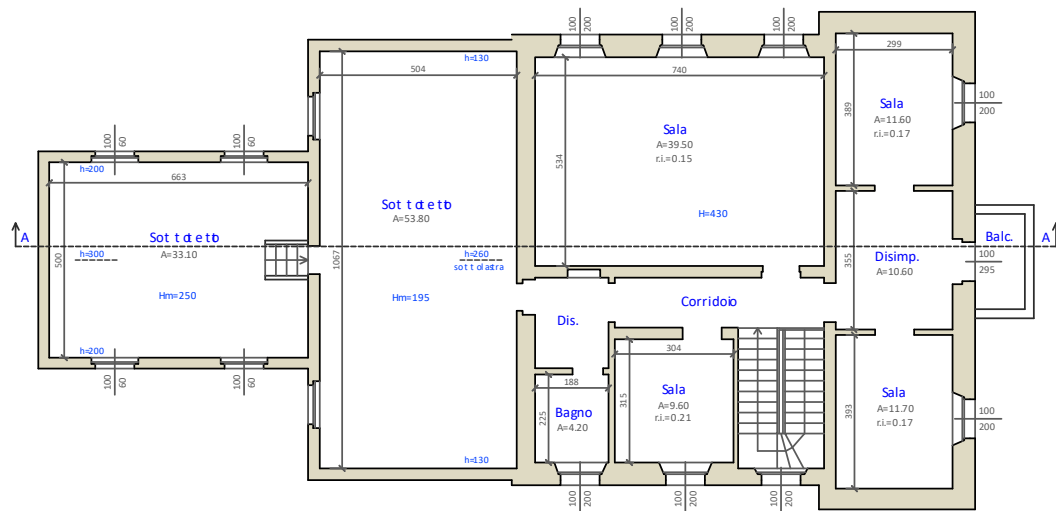


	COMUNE DI GRAGNANO TREBBIENSE Provincia di Piacenza Via Roma, 131 - 29018 Gragnano Trebbiese (PC) - Partita IVA: 00293802913 Telefono: 0523 780758 - Fax: 0523 788334 - E-mail: tecnic@comune.gragnanotrebbiese.pc.it
SETTORE POLITICHE TERRITORIALI SERVIZIO LAVORI PUBBLICI, MANUTENZIONE PATRIMONIO E DEMANIO	

	RICONVERSIONE SPAZI ATTUALMENTE INUTILIZZATI e COMPLETAMENTO ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA COMUNALE	
STUDIO TECNICO ASSOCIATO Pancini Ing. Claudio - Pancini Arch. Massimo v. Cigala Fulgosi, 1/a - 29122 PIACENZA Tel. 0523-756600 - Fax 178218334	ELABORATO: Stato di progetto Solai e coperture	Archivio: 18/19
		TAV.
	Data: Novembre 2022	File: Strutture.dwg



PIANTA PIANO TERRENO



PIANTA PIANO PRIMO



COMUNE DI GRAGNANO TREBBIENSE
Provincia di Piacenza
Via Roma, 121 - 29010 Gragnano Trebbiese (PC) - Partita IVA: 04293280393
Telefono: 0523 788758 - Fax: 0523 788354 - E-mail: tecnico@comune.gragnanotrebbiese.pc.it
SETTORE POLITICHE TERRITORIALI
SERVIZIO LAVORI PUBBLICI, MANUTENZIONE PATRIMONIO E DEMANIO

RICONVERSIONE SPAZI ATTUALMENTE INUTILIZZATI e COMPLETAMENTO
ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA COMUNALE

PROGETTO ESECUTIVO
PIANTE STATO DI FATTO
scala 1:100

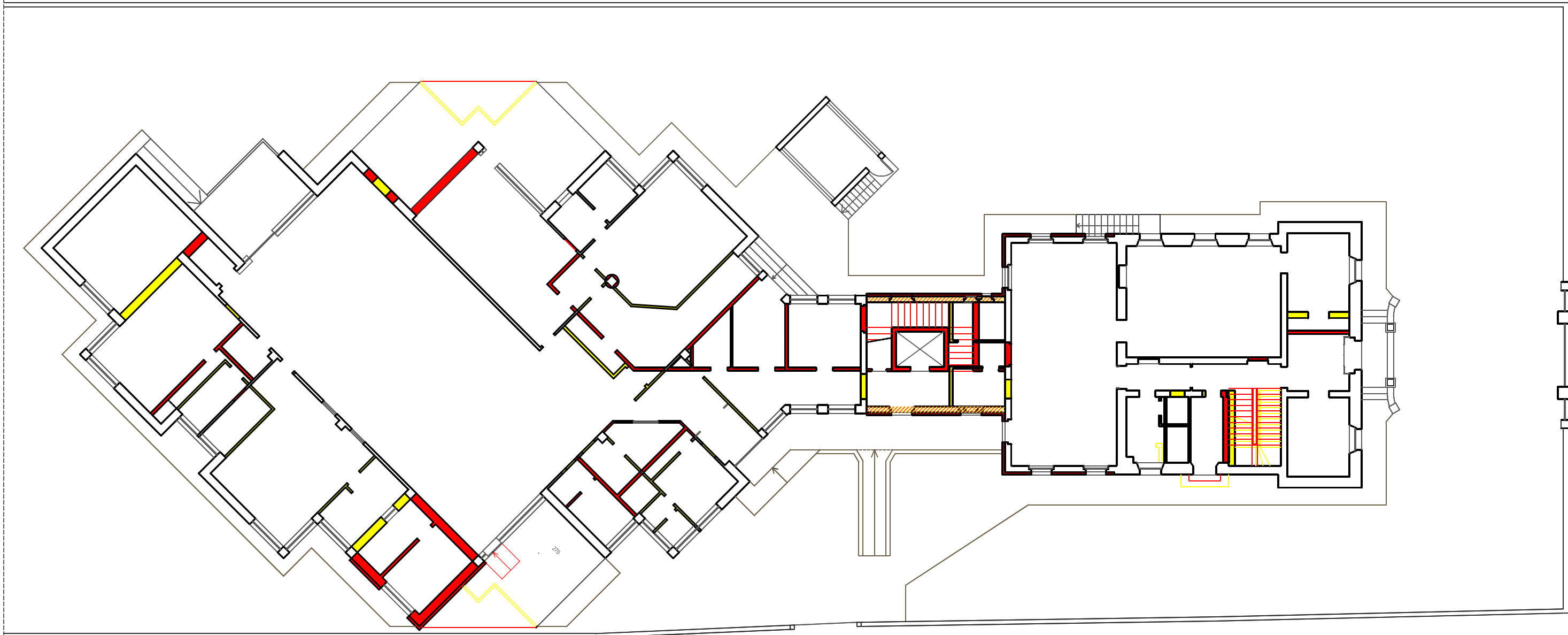
Data:
Novembre 2022

File:
Tav 1.dwg

Archivio
18/19
TAV.
1

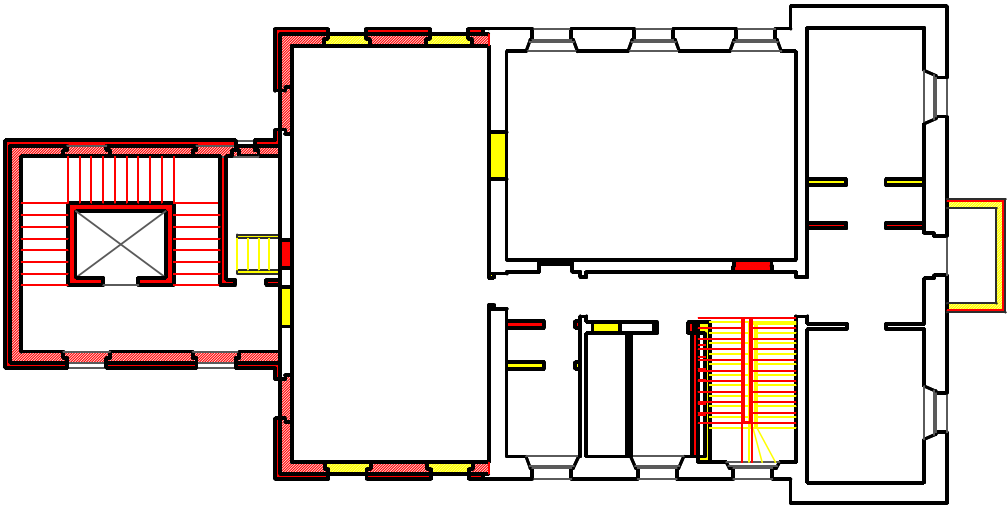
STUDIO TECNICO ASSOCIATO
Pancini Ing. Claudio - Pancini Arch. Massimo

v. Cigala Fulgosi, 1/a - 29122 PIACENZA
Tel. 0523-756600 - Fax 178-2218334



PIANTA PIANO TERRENO

- DEMOLIZIONE
- NUOVA COSTRUZIONE



PIANTA PIANO PRIMO



COMUNE DI GRAGNANO TREBBIENSE
Provincia di Piacenza
Via Roma, 121 - 29030 Gragnano Trebbiense (PC) - Partita IVA: 0029380393
Telefono: 0523 768758 - Fax: 0523 768354 - E-mail: tecnico@comune.gragnanotrebbiense.pc.it

SETTORE POLITICHE TERRITORIALI
SERVIZIO LAVORI PUBBLICI, MANUTENZIONE PATRIMONIO E DEMANIO

STUDIO TECNICO ASSOCIATO
Pancini Ing. Claudio - Pancini Arch. Massimo
v. Cigala Fulgosi, 1/a - 29122 PIACENZA
Tel. 0523-756600 - Fax 178-2218334

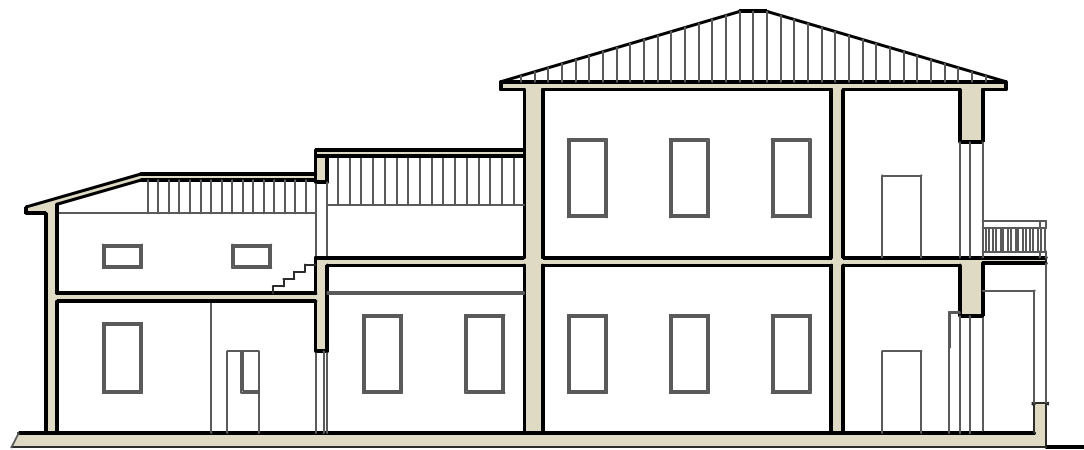
RICONVERSIONE SPAZI ATTUALMENTE INUTILIZZATI e COMPLETAMENTO
ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA COMUNALE

PROGETTO ESECUTIVO
PIANTE SOVRAPPOSIZIONE
scala 1:100

Data:
Novembre 2022

File:
Tav 3.dwg

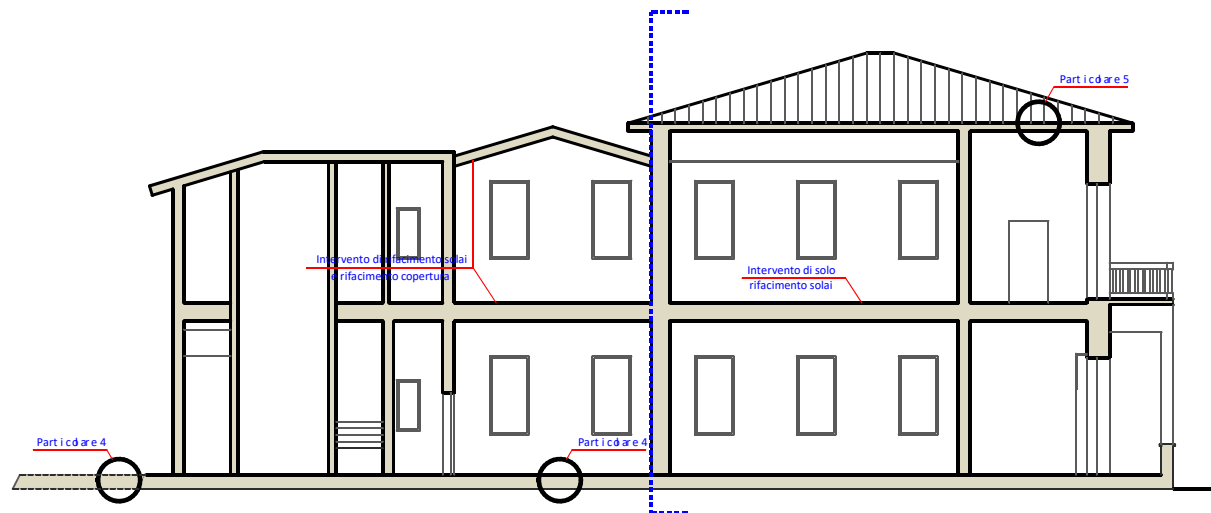
Archivio:
18/19
TAV.
3



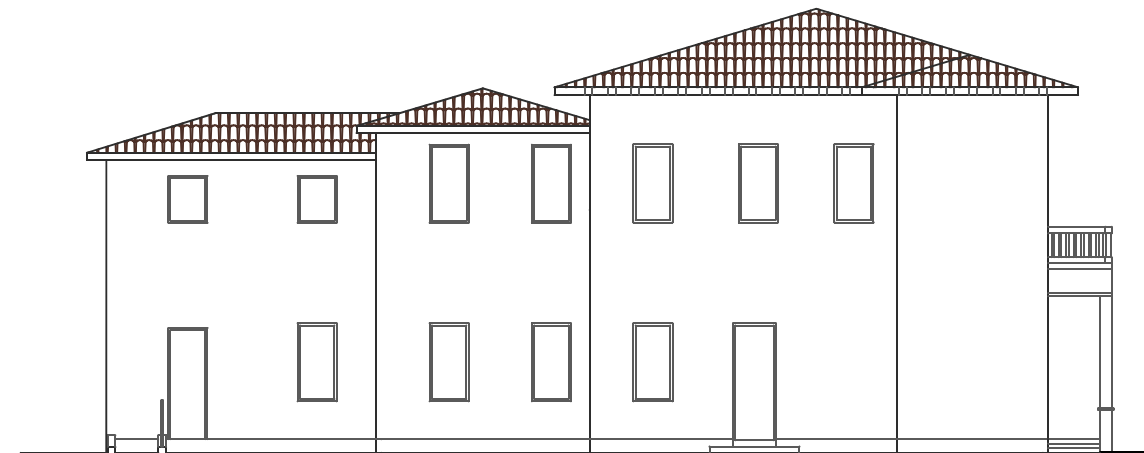
SEZIONE A-A - STATO ATTUALE



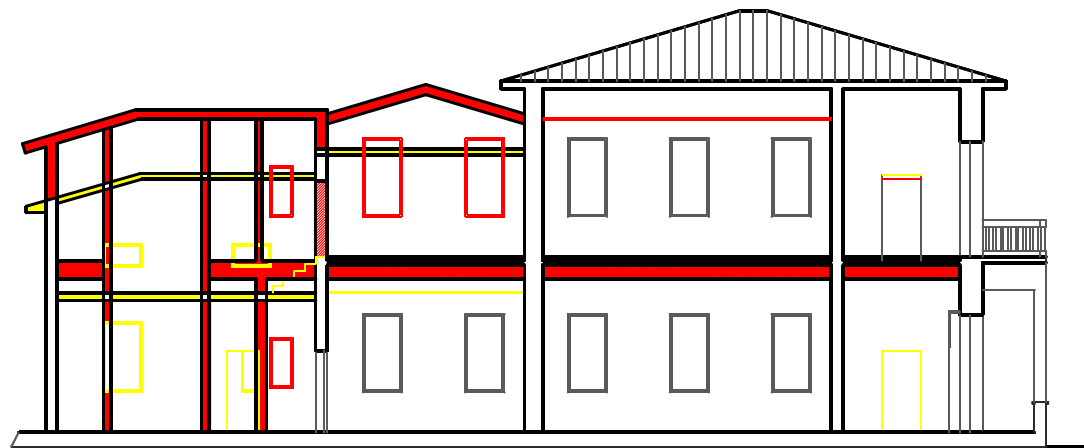
PROSPETTO VIA CARELLA - STATO ATTUALE



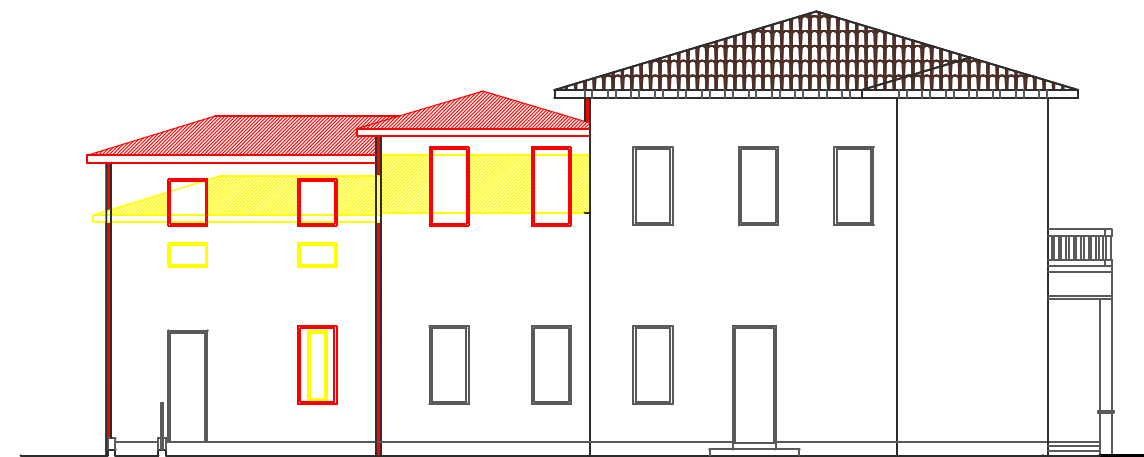
SEZIONE A-A - STATO FINALE



PROSPETTO VIA CARELLA - STATO FINALE

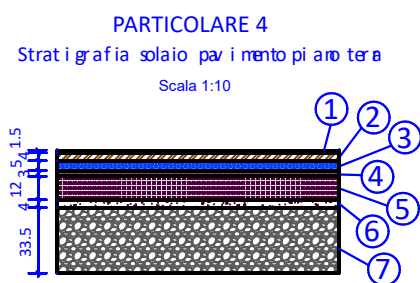


SEZIONE A-A - SOVRAPPOSIZIONE



PROSPETTO VIA CARELLA - SOVRAPPOSIZIONE

DEMOLIZIONE
NUOVA COSTRUZIONE



- Stratigrafia solaio pavimento piano terra:
- 1 - Piastrelle in grès (2.5 cm)
 - 2 - Sottofondo di pavimento in cls (4 cm)
 - 3 - Pannelli radianti a pavimento con isolam. (5 cm)
 - 4 - Isolamento termico aggiuntivo (3 cm)
 - 5 - Sottofondo in Focameam per impianti (12 cm)
 - 6 - Soletta livellante in cls (4 cm)
 - 7 - Igloo + magrone sottostante (33 cm)

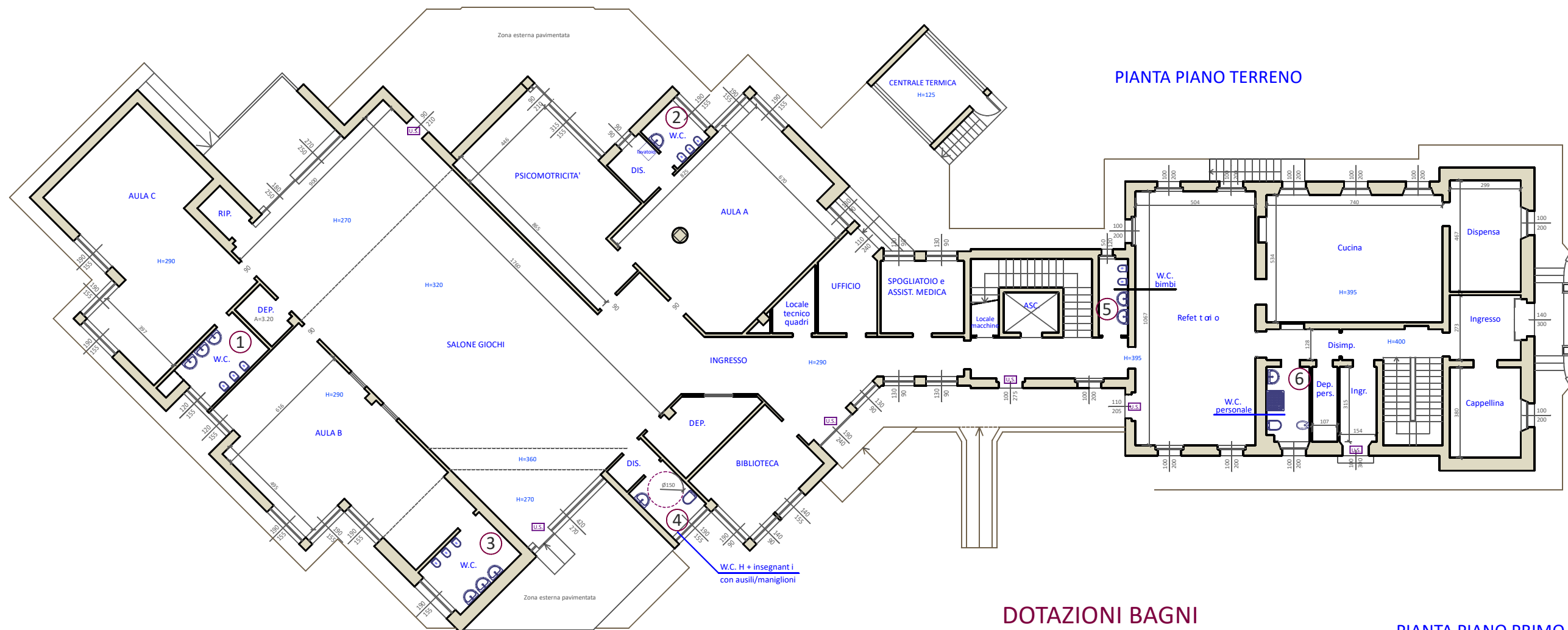


- Stratigrafia solaio piano sottotetto:
- 1 - Isolamento in lana di vetro (15 cm)
 - 2 - Soletta di irrigidimento in cls (2 cm)
 - 3 - Solaio esistente in putrelle e tavelloni (12 cm)
 - 4 - Intonaco esistente (2 cm)

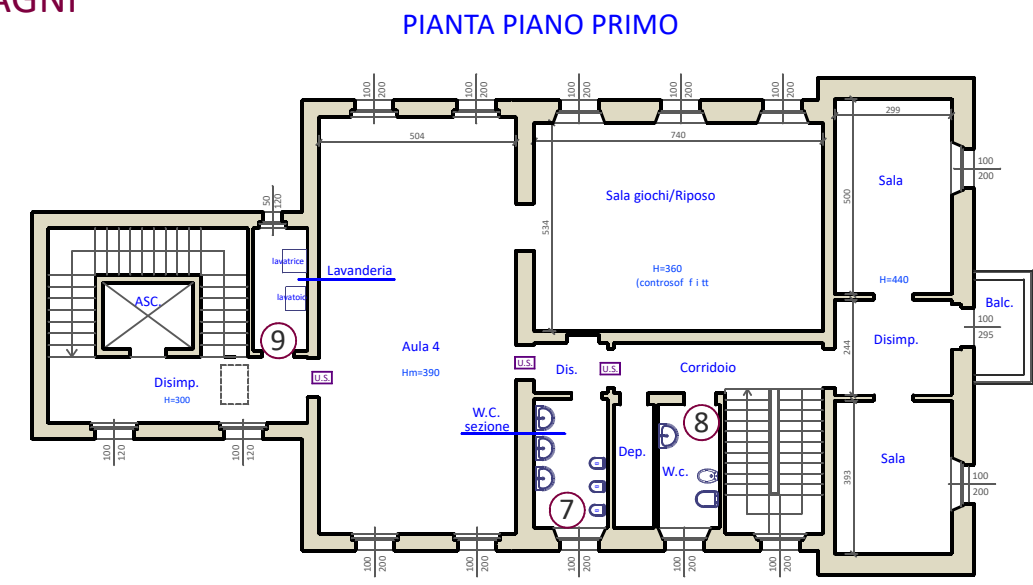
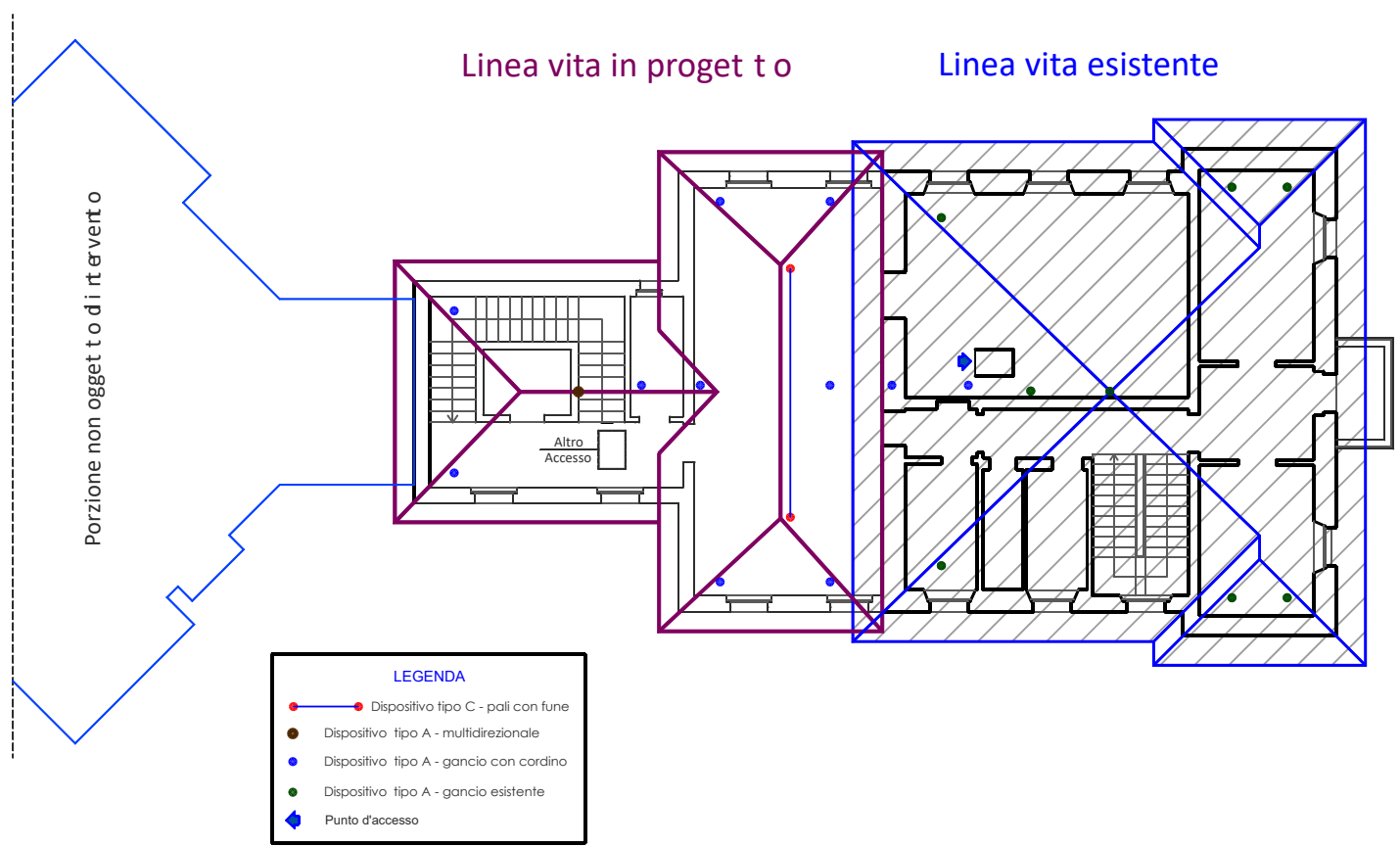


 COMUNE DI GRAGNANO TREBBIENSE Provincia di Piacenza Via Roma, 121 - 29030 Gragnano Trebbiense (PC) - Partita IVA: 0029380393 Telefono: 0523 768758 - Fax: 0523 768354 - E-mail: tecnico@comune.gragnanotrebbiense.pc.it SETTORE POLITICHE TERRITORIALI SERVIZIO LAVORI PUBBLICI, MANUTENZIONE PATRIMONIO E DEMANIO	
RICONVERSIONE SPAZI ATTUALMENTE INUTILIZZATI e COMPLETAMENTO ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA COMUNALE	
PROGETTO ESECUTIVO PROSPETTI E SEZIONI scala 1:10 - 1:100	
Data: Novembre 2022	File: Tav 4.dwg
Archivio: 18/19 TAV. 4	

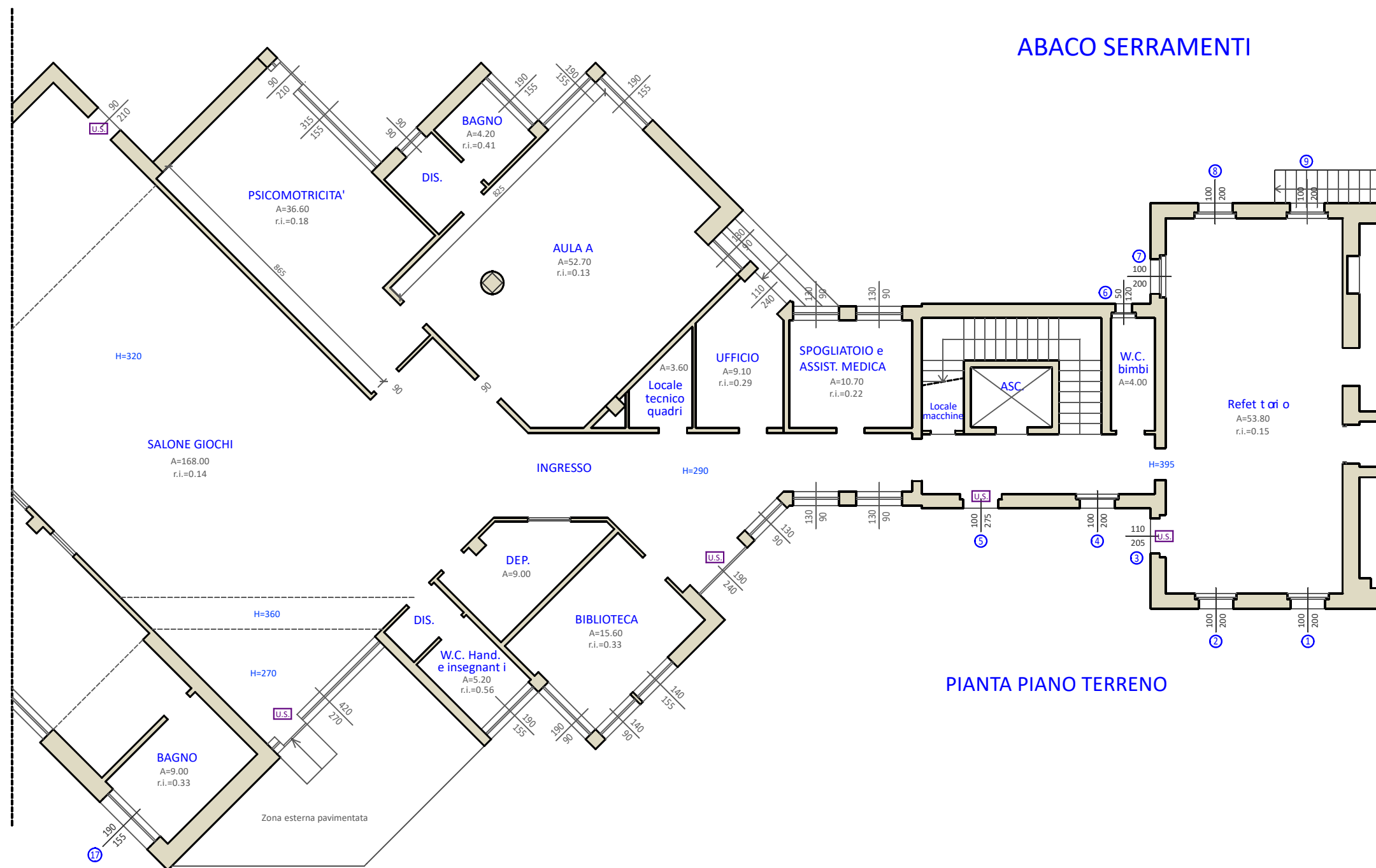
STUDIO TECNICO ASSOCIATO
Pancini Ing. Claudio - Pancini Arch. Massimo
v. Cigala Fulgosi, 1/a - 29122 PIACENZA
Tel. 0523-756600 - Fax 178-2218334



DOTAZIONI BAGNI

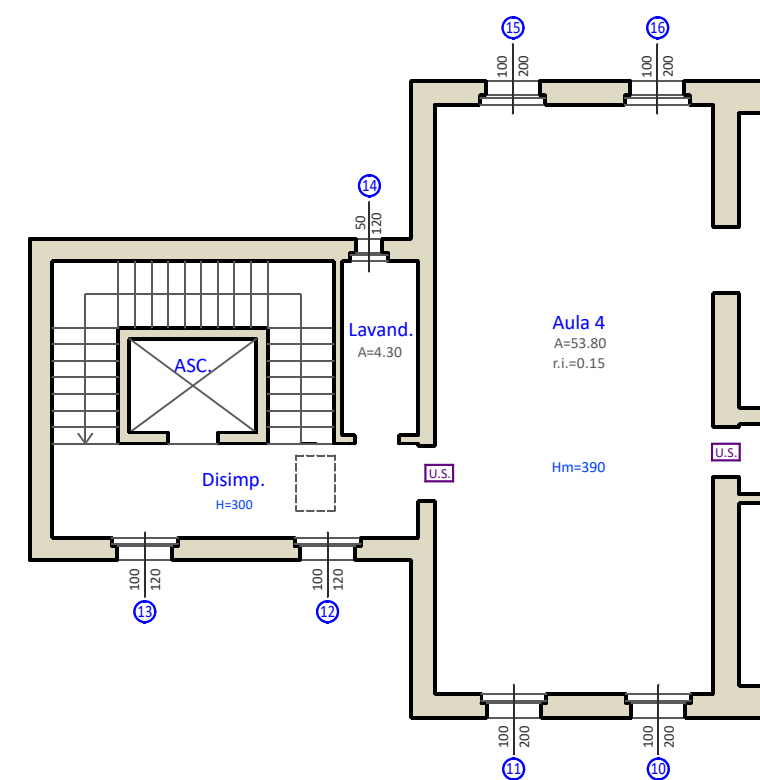


 COMUNE DI GRAGNANO TREBBIENSE Provincia di Piacenza Via Roma, 121 - 29030 Gragnano Trebbiense (PC) - Partita IVA: 0029380393 Telefono: 0523 768758 - Fax: 0523 768354 - E-mail: tecnico@comune.gragnanotrebbiense.pc.it	
SETTORE POLITICHE TERRITORIALI SERVIZIO LAVORI PUBBLICI, MANUTENZIONE PATRIMONIO E DEMANIO	
RICONVERSIONE SPAZI ATTUALMENTE INUTILIZZATI e COMPLETAMENTO ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA COMUNALE	
PROGETTO ESECUTIVO PARTICOLARI BAGNI E LINEA VITA scala 1:100	
Archivio: 18/19	
TAV.	
5	
STUDIO TECNICO ASSOCIATO Pancini Ing. Claudio - Pancini Arch. Massimo v. Cigala Fulgosi, 1/a - 29122 PIACENZA Tel. 0523-756600 - Fax 178-2218334	
Data: Novembre 2022	File: Particolar.dwg



ABACO SERRAMENTI

PIANTA PIANO TERRENO



PIANTA PIANO PRIMO

Tipologia serramento	n° ante	L	H	Superficie	n° pezzi	Nr del serramento in pianta	Sup. totale	Controtelaio
Finestra 1 anta a battente	1	1,00	2,00	2,00	10	1,2,4,7,8,9,10,11,15,16	20,00	6,00
Finestra 1 anta a battente	1	0,50	1,20	0,60	2	6,14	1,20	3,40
Finestra 1 anta a battente	1	1,00	1,2	1,20	2	12,13	2,40	4,40
Finestra 2 ante a battente	2	1,90	1,55	2,95	1	17	2,95	6,90
Porta finestra 1 anta a battente	1	1,10	2,05	2,26	1	3	2,26	6,30
Porta finestra 1 anta a battente	1	1,00	2,75	2,75	1	5	2,75	7,50
					17	Totale mq.	31,55	34,50



COMUNE DI GRAGNANO TREBBIENSE

Provincia di Piacenza

Via Roma, 121 - 28018 Gragnano Trebbiense (PC) - Partita IVA: 00290280331
Telefono: 0523 788758 - Fax: 0523 788354 - E-mail: tecnico@comune.gragnanotrebbiense.pc.it

SETTORE POLITICHE TERRITORIALI
SERVIZIO LAVORI PUBBLICI, MANUTENZIONE PATRIMONIO E DEMANIO

STUDIO TECNICO ASSOCIATO
Pancini Ing. Claudio - Pancini Arch. Massimo

v. Cigala Fulgosi, 1/a - 29122 PIACENZA
Tel. 0523-756600 - Fax 178-2218334

RICONVERSIONE SPAZI ATTUALMENTE INUTILIZZATI e COMPLETAMENTO
ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA COMUNALE

PROGETTO ESECUTIVO

ABACO SERRAMENTI
scala 1:100

Archivio:

18/19

TAV.

6

Data:
Novembre 2022

File:
Part i c d a i. d v g

5. Piano di manutenzione della parte strutturale dell'opera

"Piano di manutenzione riguardante le strutture" previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17 gennaio 2018)

Il piano di manutenzione delle strutture è il documento complementare al progetto strutturale che ne prevede, pianifica e programma tenendo conto degli elaborati progettuali esecutivi dell'intera opera l'attività di manutenzione, al fine di mantenerne nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità l'efficienza ed il valore economico.

I manuali d'uso, e di manutenzione rappresentano gli strumenti con cui l'utente si rapporta con l'immobile: direttamente utilizzandolo evitando comportamenti anomali che possano danneggiarne o comprometterne la durabilità e le caratteristiche; attraverso i manutentori che utilizzeranno così metodologie più confacenti ad una gestione che coniughi economicità e durabilità del bene.

A tal fine, i manuali definiscono le procedure di raccolta e di registrazione dell'informazione nonché le azioni necessarie per impostare il piano di manutenzione e per organizzare in modo efficiente, sia sul piano tecnico che su quello economico, il servizio di manutenzione.

Il manuale d'uso mette a punto una metodica di ispezione dei manufatti che individua sulla base dei requisiti fissati dal progettista in fase di redazione del progetto, la serie di guasti che possono influenzare la durabilità del bene e per i quali, un intervento manutentivo potrebbe rappresentare allungamento della vita utile e mantenimento del valore patrimoniale.

Il manuale di manutenzione invece rappresenta lo strumento con cui l'esperto si rapporta con il bene in fase di gestione di un contratto di manutenzione programmata.

Il programma infine è lo strumento con cui, chi ha il compito di gestire il bene, riesce a programmare le attività in riferimento alla previsione del complesso di interventi inerenti la manutenzione di cui si presumono la frequenza, gli indici di costo orientativi e le strategie di attuazione nel medio e nel lungo periodo.

Il piano di manutenzione è organizzato nei tre strumenti qui elencati, ovvero:

- a) il manuale d'uso;
- b) il manuale di manutenzione;
- c) il programma di manutenzione;
 - c1) il sottoprogramma delle prestazioni, che prende in considerazione, per classe di requisito, le prestazioni fornite dal bene e dalle sue parti nel corso del suo ciclo di vita;
 - c2) il sottoprogramma dei controlli, che definisce il programma delle verifiche e dei controlli al fine di rilevare il livello prestazionale (qualitativo e quantitativo) nei successivi momenti della vita del bene, individuando la dinamica della caduta delle prestazioni aventi come estremi il valore di collaudo e quello minimo di norma;
 - c3) il sottoprogramma degli interventi di manutenzione, che riporta in ordine temporale i differenti interventi di manutenzione, al fine di fornire le informazioni per una corretta conservazione del bene.

Tali strumenti devono consentire di raggiungere i seguenti obiettivi, raggruppati in base alla loro natura:

1) Obiettivi tecnico - funzionali: istituire un sistema di raccolta delle "informazioni di base" e di aggiornamento con le "informazioni di ritorno" a seguito degli interventi, che consenta, attraverso l'implementazione e il costante aggiornamento del "sistema informativo", di conoscere e mantenere correttamente l'immobile e le sue parti; consentire l'individuazione delle strategie di manutenzione più adeguate in relazione alle caratteristiche del bene immobile ed alla più generale politica di

gestione del patrimonio immobiliare; istruire gli operatori tecnici sugli interventi di ispezione e manutenzione da eseguire, favorendo la corretta ed efficiente esecuzione degli interventi; istruire gli utenti sul corretto uso dell'immobile e delle sue parti, su eventuali interventi di piccola manutenzione che possono eseguire direttamente;

sulla corretta interpretazione degli indicatori di uno stato di guasto o di malfunzionamento e sulle procedure per la sua segnalazione alle competenti strutture di manutenzione; definire le istruzioni e le procedure per controllare la qualità del servizio di manutenzione.

2) Obiettivi economici: ottimizzare l'utilizzo del bene immobile e prolungarne il ciclo di vita con l'effettuazione d'interventi manutentivi mirati; conseguire il risparmio di gestione sia con il contenimento dei consumi energetici o di altra natura, sia con la riduzione dei guasti e del tempo di non utilizzazione del bene immobile; consentire la pianificazione e l'organizzazione più efficiente ed economica del servizio di manutenzione.

Opere di fondazioni superficiali

REQUISITI E PRESTAZIONI (UT)

01.01.R01 (Attitudine al) controllo delle dispersioni elettriche

Classe di Requisiti: Protezione elettrica

Classe di Esigenza: Sicurezza

Le opere di fondazioni superficiali dovranno, in modo idoneo, impedire eventuali dispersioni elettriche.

Prestazioni:

Tutte le parti metalliche facenti parte delle opere di fondazioni superficiali dovranno essere connesse ad impianti di terra mediante dispersori, in modo che esse vengano a trovarsi allo stesso potenziale elettrico del terreno.

Livello minimo della prestazione:

Essi variano in funzione delle modalità di progetto.

01.01.R02 Resistenza agli agenti aggressivi

Classe di Requisiti: Protezione dagli agenti chimici ed organici

Classe di Esigenza: Sicurezza

Le opere di fondazioni superficiali non debbono subire dissoluzioni o disgregazioni e mutamenti di aspetto a causa dell'azione di agenti aggressivi chimici.

Prestazioni:

Le opere di fondazioni superficiali dovranno conservare nel tempo, sotto l'azione di agenti chimici (anidride carbonica, solfati, ecc.) presenti in ambiente, le proprie caratteristiche funzionali.

Livello minimo della prestazione:

Nelle opere e manufatti in calcestruzzo, il D.M. 14.1.2008 prevede che gli spessori minimi del copriferro variano in funzione delle tipologie costruttive, la normativa dispone che "L'armatura resistente deve essere protetta da un adeguato ricoprimento di calcestruzzo".

01.01.R03 Resistenza agli attacchi biologici

Classe di Requisiti: Protezione dagli agenti chimici ed organici

Classe di Esigenza: Sicurezza

Le opere di fondazioni superficiali a seguito della presenza di organismi viventi (animali, vegetali, microrganismi) non dovranno subire riduzioni di prestazioni.

Prestazioni:

Le opere di fondazioni superficiali costituite da elementi in legno non dovranno permettere la crescita di funghi, insetti, muffe, organismi marini, ecc., ma dovranno conservare nel tempo le proprie caratteristiche funzionali anche in caso di attacchi biologici. Gli elementi in legno dovranno essere trattati con prodotti protettivi idonei.

Livello minimo della prestazione:

I valori minimi di resistenza agli attacchi biologici variano in funzione dei materiali, dei prodotti utilizzati, delle classi di rischio, delle situazioni generali di servizio, dell'esposizione a umidificazione e del tipo di agente biologico. Distribuzione degli agenti biologici per classi di rischio (UNI EN 335-1):

Classe di rischio 1

- Situazione generale di servizio: non a contatto con terreno, al coperto (secco);
- Descrizione dell'esposizione a umidificazione in servizio: nessuna;
- Distribuzione degli agenti biologici: insetti = U, termiti = L.

Classe di rischio 2

- Situazione generale di servizio: non a contatto con terreno, al coperto (rischio di umidificazione);
- Descrizione dell'esposizione a umidificazione in servizio: occasionale;
- Distribuzione degli agenti biologici: funghi = U; (*)insetti = U; termiti = L.

Classe di rischio 3

- Situazione generale di servizio: non a contatto con terreno, non al coperto;
- Descrizione dell'esposizione a umidificazione in servizio: frequente;
- Distribuzione degli agenti biologici: funghi = U; (*)insetti = U; termiti = L.

Classe di rischio 4;

- Situazione generale di servizio: a contatto con terreno o acqua dolce;
- Descrizione dell'esposizione a umidificazione in servizio: permanente;
- Distribuzione degli agenti biologici: funghi = U; (*)insetti = U; termiti = L.

Classe di rischio 5;

- Situazione generale di servizio: in acqua salata;
- Descrizione dell'esposizione a umidificazione in servizio: permanente;
- Distribuzione degli agenti biologici: funghi = U; (*)insetti = U; termiti = L; organismi marini = U.

U = universalmente presente in Europa

L = localmente presente in Europa

(*) il rischio di attacco può essere non significativo a seconda delle particolari situazioni di servizio.

01.01.R04 Resistenza al gelo

Classe di Requisiti: Protezione dagli agenti chimici ed organici

Classe di Esigenza: Sicurezza

Le opere di fondazioni superficiali non dovranno subire disgregazioni e variazioni dimensionali e di aspetto in conseguenza della formazione di ghiaccio.

Prestazioni:

Le opere di fondazioni superficiali dovranno conservare nel tempo le proprie caratteristiche funzionali se sottoposte a cause di gelo e disgelo. In particolare all'insorgere di pressioni interne che ne provocano la degradazione.

Livello minimo della prestazione:

I valori minimi variano in funzione del materiale impiegato. La resistenza al gelo viene determinata secondo prove di laboratorio su provini di calcestruzzo (provenienti da getti effettuati in cantiere, confezionato in laboratorio o ricavato da calcestruzzo già indurito) sottoposti a cicli alternati di gelo (in aria raffreddata) e disgelo (in acqua termostattizzata). Le misurazioni della variazione del modulo elastico, della massa e della lunghezza ne determinano la resistenza al gelo.

01.01.R05 Resistenza meccanica

Classe di Requisiti: Di stabilità

Classe di Esigenza: Sicurezza

Le opere di fondazioni superficiali dovranno essere in grado di contrastare le eventuali manifestazioni di deformazioni e cedimenti rilevanti dovuti all'azione di determinate sollecitazioni (carichi, forze sismiche, ecc.).

Prestazioni:

Le opere di fondazioni superficiali, sotto l'effetto di carichi statici, dinamici e accidentali devono assicurare stabilità e resistenza.

Livello minimo della prestazione:

Per i livelli minimi si rimanda alle prescrizioni di legge e di normative vigenti in materia.

ELEMENTI MANUTENIBILI DELL'UNITÀ TECNOLOGICA:

- ° 01.01.01 Plinti
- ° 01.01.02 Travi rovesce in c.a.

Plinti

Unità Tecnologica: 01.01

Opere di fondazioni superficiali

ANOMALIE RISCONTRABILI

01.01.01.A01 Cedimenti

Dissesti dovuti a cedimenti di natura e causa diverse, talvolta con manifestazioni dell'abbassamento del piano di imposta della fondazione.

01.01.01.A02 Deformazioni e spostamenti

Deformazioni e spostamenti dovuti a cause esterne che alterano la normale configurazione dell'elemento.

01.01.01.A03 Distacchi murari

Distacchi dei paramenti murari mediante anche manifestazione di lesioni passanti.

01.01.01.A04 Distacco

Disgregazione e distacco di parti notevoli del materiale che può manifestarsi anche mediante espulsione di elementi prefabbricati dalla loro sede.

01.01.01.A05 Esposizione dei ferri di armatura

Distacchi di parte di calcestruzzo (copriferro) e relativa esposizione dei ferri di armatura a fenomeni di corrosione per l'azione degli agenti atmosferici.

01.01.01.A06 Fessurazioni

Degradazione che si manifesta con la formazione di soluzioni di continuità del materiale e che può implicare lo spostamento reciproco delle parti.

01.01.01.A07 Lesioni

Si manifestano con l'interruzione del tessuto murario. Le caratteristiche e l'andamento ne caratterizzano l'importanza e il tipo.

01.01.01.A08 Non perpendicolarità del fabbricato

Non perpendicolarità dell'edificio a causa di dissesti o eventi di natura diversa.

01.01.01.A09 Penetrazione di umidità

Comparsa di macchie di umidità dovute all'assorbimento di acqua.

01.01.01.A10 Rigonfiamento

Variazione della sagoma che interessa l'intero spessore del materiale e che si manifesta soprattutto in elementi lastriformi. Ben riconoscibile essendo dato dal tipico andamento "a bolla" combinato all'azione della gravità.

01.01.01.A11 Umidità

Presenza di umidità dovuta spesso per risalita capillare.

CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

01.01.01.C01 Controllo struttura

Cadenza: ogni 12 mesi

Tipologia: Controllo a vista

Controllare l'integrità delle pareti e dei pilastri verificando l'assenza di eventuali lesioni e/o fessurazioni. Controllare eventuali smottamenti del terreno circostante alla struttura che possano essere indicatori di cedimenti strutturali. Effettuare verifiche e controlli approfonditi particolarmente in corrispondenza di manifestazioni a calamità naturali (sisma, nubifragi, ecc.).

- Requisiti da verificare: 1) *Resistenza meccanica.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Deformazioni e spostamenti;* 2) *Distacco;* 3) *Distacchi murari;* 4) *Fessurazioni;* 5) *Lesioni;* 6) *Non perpendicolarità del fabbricato.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

01.01.01.I01 Interventi sulle strutture

Cadenza: quando occorre

In seguito alla comparsa di segni di cedimenti strutturali (lesioni, fessurazioni, rotture), effettuare accurati accertamenti per la diagnosi e la verifica delle strutture, da parte di tecnici qualificati, che possano individuare la causa/effetto del dissesto ed

evidenziare eventuali modificazioni strutturali tali da compromettere la stabilità delle strutture, in particolare verificare la perpendicolarità del fabbricato. Procedere quindi al consolidamento delle stesse a secondo del tipo di dissesti riscontrati.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari.*

Travi rovesce in c.a.

Unità Tecnologica: 01.01

Opere di fondazioni superficiali

ANOMALIE RISCONTRABILI**01.01.02.A01 Cedimenti**

Dissesti dovuti a cedimenti di natura e causa diverse, talvolta con manifestazioni dell'abbassamento del piano di imposta della fondazione.

01.01.02.A02 Deformazioni e spostamenti

Deformazioni e spostamenti dovuti a cause esterne che alterano la normale configurazione dell'elemento.

01.01.02.A03 Distacchi murari

Distacchi dei paramenti murari mediante anche manifestazione di lesioni passanti.

01.01.02.A04 Distacco

Disgregazione e distacco di parti notevoli del materiale che può manifestarsi anche mediante espulsione di elementi prefabbricati dalla loro sede.

01.01.02.A05 Esposizione dei ferri di armatura

Distacchi di parte di calcestruzzo (copriferro) e relativa esposizione dei ferri di armatura a fenomeni di corrosione per l'azione degli agenti atmosferici.

01.01.02.A06 Fessurazioni

Degradazione che si manifesta con la formazione di soluzioni di continuità del materiale e che può implicare lo spostamento reciproco delle parti.

01.01.02.A07 Lesioni

Si manifestano con l'interruzione del tessuto murario. Le caratteristiche e l'andamento ne caratterizzano l'importanza e il tipo.

01.01.02.A08 Non perpendicolarità del fabbricato

Non perpendicolarità dell'edificio a causa di dissesti o eventi di natura diversa.

01.01.02.A09 Penetrazione di umidità

Comparsa di macchie di umidità dovute all'assorbimento di acqua.

01.01.02.A10 Rigonfiamento

Variatione della sagoma che interessa l'intero spessore del materiale e che si manifesta soprattutto in elementi lastriformi. Ben riconoscibile essendo dato dal tipico andamento "a bolla" combinato all'azione della gravità.

01.01.02.A11 Umidità

Presenza di umidità dovuta spesso per risalita capillare.

CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**01.01.02.C01 Controllo struttura**

Cadenza: ogni 12 mesi

Tipologia: Controllo a vista

Controllare l'integrità delle pareti e dei pilastri verificando l'assenza di eventuali lesioni e/o fessurazioni. Controllare eventuali smottamenti del terreno circostante alla struttura che possano essere indicatori di cedimenti strutturali. Effettuare verifiche e controlli approfonditi particolarmente in corrispondenza di manifestazioni a calamità naturali (sisma, nubifragi, ecc.).

- Requisiti da verificare: 1) *Resistenza meccanica.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Cedimenti;* 2) *Distacchi murari;* 3) *Fessurazioni;* 4) *Lesioni;* 5) *Non perpendicolarità del fabbricato;* 6) *Penetrazione di umidità;* 7) *Deformazioni e spostamenti.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**01.01.02.I01 Interventi sulle strutture**

Cadenza: quando occorre

In seguito alla comparsa di segni di cedimenti strutturali (lesioni, fessurazioni, rotture), effettuare accurati accertamenti per la diagnosi e la verifica delle strutture, da parte di tecnici qualificati, che possano individuare la causa/effetto del dissesto ed

evidenziare eventuali modificazioni strutturali tali da compromettere la stabilità delle strutture, in particolare verificare la perpendicolarità del fabbricato. Procedere quindi al consolidamento delle stesse a secondo del tipo di dissesti riscontrati.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari.*

Strutture in elevazione in muratura portante

REQUISITI E PRESTAZIONI (UT)

01.01.R01 Regolarità delle finiture

Classe di Requisiti: Visivi

Classe di Esigenza: Aspetto

Le murature portanti debbono avere gli strati superficiali in vista privi di difetti, fessurazioni, scagliature o screpolature superficiali e/o comunque esenti da caratteri che possano rendere difficile la lettura formale.

Prestazioni:

Le superfici delle pareti portanti non devono presentare anomalie e/o comunque fessurazioni, screpolature, sbollature superficiali, ecc.. Le tonalità dei colori dovranno essere omogenee e non evidenziare eventuali tracce di ripresa di colore e/o comunque di ritocchi.

Livello minimo della prestazione:

I livelli minimi variano in funzione delle varie esigenze di aspetto come: la planarità; l'assenza di difetti superficiali; l'omogeneità di colore; l'omogeneità di brillantezza; l'omogeneità di insudiciamento, ecc..

01.01.R02 Permeabilità all'aria

Classe di Requisiti: Termici ed igrotermici

Classe di Esigenza: Benessere

Le murature portanti debbono controllare il passaggio dell'aria a protezione degli ambienti interni e permettere la giusta ventilazione attraverso delle aperture.

Prestazioni:

Le prestazioni si misurano sulla classificazione basata sul confronto tra la permeabilità all'aria del campione sottoposto a prova riferito all'intera area, e la permeabilità all'aria riferita alla lunghezza dei lati apribili. In particolare si rimanda alle norme UNI EN 12207, UNI EN 12208, UNI EN 12210.

Livello minimo della prestazione:

I livelli prestazionali variano in funzione delle classi, della permeabilità all'aria di riferimento a 100 Pa misurata in $m^3 / (h \cdot m^2)$ e della pressione massima di prova misurata in Pa.

01.01.R03 Tenuta all'acqua

Classe di Requisiti: Termici ed igrotermici

Classe di Esigenza: Benessere

La stratificazione delle murature portanti debbono essere realizzata in modo da impedire alle acque meteoriche di penetrare negli ambienti interni provocando macchie di umidità e/o altro ai rivestimenti interni.

Prestazioni:

Le prestazioni si misurano sulla classificazione basata sul confronto tra la permeabilità all'aria del campione sottoposto a prova riferito all'intera area, e la permeabilità all'aria riferita alla lunghezza dei lati apribili. In particolare si rimanda alle norme UNI EN 12207, UNI EN 12208, UNI EN 12210.

Livello minimo della prestazione:

I livelli prestazionali variano in funzione delle classi, della permeabilità all'aria di riferimento a 100 Pa misurata in $m^3/(h \cdot m^2)$ e della pressione massima di prova misurata in Pa.

01.01.R04 (Attitudine al) controllo della condensazione interstiziale

Classe di Requisiti: Termici ed igrotermici

Classe di Esigenza: Benessere

Le murature portanti debbono essere realizzate in modo da evitare la formazione di condensazione nella propria massa.

Prestazioni:

Si valutano attraverso calcoli e prove di laboratorio in condizioni diverse e con cicli successivi di condensazione ed evaporazione. In particolare si prende come riferimento la norma UNI EN ISO 13788.

Comunque in ogni punto della parete, sia esso interno o superficiale, la pressione parziale del vapor d'acqua P_v dovrà avere valori inferiori alla pressione di saturazione definita P_s . E' comunque ammesso che all'interno della parete i valori della pressione parziale P_v siano uguali a quelli di saturazione P_s , dando luogo a fenomeni di condensazione, fermo restando il rispetto dei seguenti limiti:

- nel periodo invernale, la massa d'acqua Q_c condensata, per unità di superficie non dovrà superare la massa Q_e riferita, nel periodo estivo, all'esterno per evaporazione;
- la massa d'acqua Q_c condensata non dovrà superare il valore del 2% della massa superficiale degli strati di parete interessati al fenomeno con maggior resistenza termica;
- il fenomeno dovrà verificarsi con temperature superiori a $0^\circ C$.

Livello minimo della prestazione:

In seguito alle prove non si dovranno verificare condensazioni verso l'interno e tantomeno macchie localizzate sul rivestimento esterno. In ogni caso i livelli minimi variano in funzione dello stato fisico delle murature portanti e delle caratteristiche termiche.

01.01.R05 Isolamento termico

Classe di Requisiti: Termici ed igrotermici

Classe di Esigenza: Benessere

Le murature portanti verticali dovranno resistere al passaggio di calore ed assicurare il benessere termico e limitare le dispersioni di riscaldamento e di energia.

Prestazioni:

Le prestazioni relative all'isolamento termico di una muratura sono valutabili:

- attraverso il calcolo del coefficiente di trasmissione termica tenendo conto delle grandezze riportate nella UNI EN 12831;
- attraverso prove di laboratorio;
- attraverso metodi diversi (identificazione termografica delle zone diverse, misure con termoflussimetri e prove di tenuta all'aria).

Inoltre le prestazioni relative all'isolamento termico di una parete sono valutabili: in base alla trasmittanza unitaria U ed ai coefficienti lineari di trasmissione kl per ponti termici o punti singolari che essa possiede.

Livello minimo della prestazione:

Pur non stabilendo specifici limiti prestazionali per le singole chiusure ai fini del contenimento delle dispersioni, tuttavia i valori di U e kl devono essere tali da concorrere a contenere il coefficiente volumico di dispersione Cd dell'intero edificio e quello dei singoli locali nei limiti previsti dalle leggi e normative vigenti.

01.01.R06 Resistenza al fuoco

Classe di Requisiti: Protezione antincendio

Classe di Esigenza: Sicurezza

I materiali costituenti le murature portanti sottoposti all'azione del fuoco non devono subire trasformazioni chimico-fisiche.

Prestazioni:

Gli elementi strutturali delle murature portanti devono presentare una resistenza al fuoco (REI) non inferiore a quello determinabile in funzione del carico d'incendio, secondo le modalità specificate nel D.M. 9.3.2007. Le pareti di aree a rischio specifico interessate l'edificio (depositi di materiali combustibili, autorimesse, centrale termica, locali di vendita, ecc.) dovranno inoltre rispettare le specifiche disposizioni normative vigenti per tali attività.

Livello minimo della prestazione:

In particolare gli elementi costruttivi delle strutture di elevazione devono avere la resistenza al fuoco indicata di seguito, espressa in termini di tempo entro il quale le strutture di elevazioni conservano stabilità, tenuta alla fiamma, ai fumi ed isolamento termico:

- altezza antincendio (m): da 12 a 32 - Classe REI (min) = 60;
- altezza antincendio (m): da oltre 32 a 80 - Classe REI (min) = 90;
- altezza antincendio (m): oltre 80 - Classe REI (min) = 120.

01.01.R07 Resistenza meccanica

Classe di Requisiti: Di stabilità

Classe di Esigenza: Sicurezza

Le murature portanti debbono contrastare in modo efficace la manifestazione di eventuali rotture, o deformazioni rilevanti, causate dall'azione di possibili sollecitazioni.

Prestazioni:

Le murature portanti devono essere idonee a contrastare in modo concreto il prodursi di eventuali rotture o deformazioni rilevanti in conseguenza dell'azione di sollecitazioni meccaniche che possono in un certo modo comprometterne la durata e la funzionalità nel tempo e costituire pericolo per la sicurezza degli utenti. A tal fine si considerano le seguenti azioni: carichi dovuti al peso proprio, carichi di esercizio, sollecitazioni sismiche, carichi provocati da dilatazioni termiche, eventuali assestamenti e deformazioni di strutturali.

Livello minimo della prestazione:

Per una analisi più approfondita dei livelli minimi rispetto ai vari componenti e materiali costituenti le murature portanti si rimanda comunque alle prescrizioni di legge e di normative vigenti in materia.

01.01.R08 Utilizzo di materiali, elementi e componenti ad elevato potenziale di riciclabilità

Classe di Requisiti: Utilizzo razionale delle risorse

Classe di Esigenza: Salvaguardia ambiente

Utilizzo di materiali, elementi e componenti con un elevato grado di riciclabilità

Prestazioni:

Nelle scelte progettuali di materiali, elementi e componenti si dovrà tener conto del loro grado di riciclabilità in funzione dell'ubicazione del cantiere, del loro ciclo di vita, degli elementi di recupero, ecc.

Livello minimo della prestazione:

Calcolare la percentuale di materiali da avviare ai processi di riciclaggio. Determinare la percentuale in termini di quantità (kg) o di superficie (mq) di materiale impiegato nell'elemento tecnico in relazione all'unità funzionale assunta.

01.01.R09 Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità

Classe di Requisiti: Utilizzo razionale delle risorse

Classe di Esigenza: Salvaguardia ambiente

Utilizzo razionale delle risorse attraverso l'impiego di materiali con una elevata durabilità.

Prestazioni:

Nelle fasi progettuali dell'opera individuare e scegliere elementi e componenti caratterizzati da una durabilità elevata.

Livello minimo della prestazione:

Nella fase progettuale bisogna garantire una adeguata percentuale di elementi costruttivi caratterizzati da una durabilità elevata.

ELEMENTI MANUTENIBILI DELL'UNITÀ TECNOLOGICA:

- ° 01.01.01 Murature in mattoni

Murature in mattoni

Unità Tecnologica: 01.01

Strutture in elevazione in muratura portante

Le murature sono costituite dall'assemblaggio organizzato ed efficace di elementi e malta e possono essere a singolo paramento, se la parete è senza cavità o giunti verticali continui nel suo piano, o a paramento doppio. In questo ultimo caso, se non è possibile considerare un comportamento monolitico si farà riferimento a normative di riconosciuta validità od a specifiche approvazioni del Servizio Tecnico Centrale su parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. In particolare si tratta di murature composte da mattoni disposti in corsi successivi e collegati mediante strati orizzontali di malta.

ANOMALIE RISCONTRABILI

01.01.01.A01 Deformazioni e spostamenti

Deformazioni e spostamenti dovuti a cause esterne che alterano la normale configurazione dell'elemento.

01.01.01.A02 Disgregazione

Decoesione caratterizzata da distacco di granuli o cristalli sotto minime sollecitazioni meccaniche.

01.01.01.A03 Distacco

Disgregazione e distacco di parti notevoli del materiale che può manifestarsi anche mediante espulsione di elementi prefabbricati dalla loro sede.

01.01.01.A04 Efflorescenze

Formazione di sostanze, generalmente di colore biancastro e di aspetto cristallino o polverulento o filamentoso, sulla superficie del manufatto. Nel caso di efflorescenze saline, la cristallizzazione può talvolta avvenire all'interno del materiale provocando spesso il distacco delle parti più superficiali: il fenomeno prende allora il nome di criptoefflorescenza o subefflorescenza.

01.01.01.A05 Erosione superficiale

Asportazione di materiale dalla superficie dovuta a processi di natura diversa. Quando sono note le cause di degrado, possono essere utilizzati anche termini come erosione per abrasione o erosione per corrasione (cause meccaniche), erosione per corrosione (cause chimiche e biologiche), erosione per usura (cause antropiche).

01.01.01.A06 Esfoliazione

Asportazione di materiale dalla superficie dovuta a processi di natura diversa. Quando sono note le cause di degrado, possono essere utilizzati anche termini come erosione per abrasione o erosione per corrasione (cause meccaniche), erosione per corrosione (cause chimiche e biologiche), erosione per usura (cause antropiche).

01.01.01.A07 Esposizione dei ferri di armatura

Distacchi ed espulsione di parte del calcestruzzo (copriferro) e relativa esposizione dei ferri di armatura dovuta a fenomeni di corrosione delle armature metalliche per l'azione degli agenti atmosferici.

01.01.01.A08 Fessurazioni

Presenza di rotture singole, ramificate, ortogonale o parallele all'armatura che possono interessare l'intero spessore del manufatto dovute a fenomeni diversi.

01.01.01.A09 Lesioni

Si manifestano con l'interruzione delle superfici dell'elemento strutturale. Le caratteristiche, l'andamento, l'ampiezza ne caratterizzano l'importanza e il tipo.

01.01.01.A10 Mancanza

Caduta e perdita di parti del materiale del manufatto.

01.01.01.A11 Penetrazione di umidità

Comparsa di macchie di umidità dovute all'assorbimento di acqua.

01.01.01.A12 Polverizzazione

Decoesione che si manifesta con la caduta spontanea dei materiali sotto forma di polvere o granuli.

01.01.01.A13 Rigonfiamento

Variazione della sagoma che interessa l'intero spessore del materiale e che si manifesta soprattutto in elementi lastriformi. Ben riconoscibile essendo dato dal tipico andamento "a bolla" combinato all'azione della gravità.

01.01.01.A14 Scheggiature

Distacco di piccole parti di materiale lungo i bordi e gli spigoli degli elementi.

01.01.01.A15 Basso grado di riciclabilità

Utilizzo nelle fasi manutentive di materiali, elementi e componenti con un basso grado di riciclabilità.

01.01.01.A16 Impiego di materiali non durevoli

Impiego di materiali non durevoli nelle fasi manutentive degli elementi.

CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

01.01.01.C01 Controllo di eventuale quadro fessurativo

Cadenza: ogni 12 mesi

Tipologia: Controllo a vista

Attraverso un esame visivo del quadro fessurativo approfondire ed analizzare eventuali dissesti strutturali anche con l'ausilio di indagini strumentali in situ.

- Requisiti da verificare: 1) *Resistenza meccanica.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Deformazioni e spostamenti;* 2) *Distacco;* 3) *Fessurazioni;* 4) *Lesioni;* 5) *Penetrazione di umidità.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

01.01.01.C02 Controllo di deformazioni e/o spostamenti

Cadenza: ogni 12 mesi

Tipologia: Controllo a vista

Controllare eventuali deformazioni e/o spostamenti dell'elemento strutturale dovuti a cause esterne che ne alterano la normale configurazione.

- Requisiti da verificare: 1) *Resistenza meccanica.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Deformazioni e spostamenti;* 2) *Distacco;* 3) *Fessurazioni;* 4) *Lesioni;* 5) *Penetrazione di umidità.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

01.01.01.C03 Controllo del grado di riciclabilità (CAM)

Cadenza: quando occorre

Tipologia: Controllo

Controllare che nelle fasi manutentive vengano impiegati materiali, elementi e componenti con un elevato grado di riciclabilità.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti ad elevato potenziale di riciclabilità.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Basso grado di riciclabilità.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

01.01.01.C04 Controllo impiego di materiali durevoli (CAM)

Cadenza: quando occorre

Tipologia: Verifica

Verificare che nelle fasi manutentive degli elementi vengano utilizzati componenti caratterizzati da una durabilità elevata.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Impiego di materiali non durevoli.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

01.01.01.I01 Interventi sulle strutture

Cadenza: quando occorre

Gli interventi riparativi dovranno effettuarsi a secondo del tipo di anomalia riscontrata e previa diagnosi delle cause del difetto accertato.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari.*

Strutture in elevazione in c.a.

REQUISITI E PRESTAZIONI (UT)

01.03.R01 Resistenza meccanica

Classe di Requisiti: Di stabilità

Classe di Esigenza: Sicurezza

Le strutture di elevazione dovranno essere in grado di contrastare le eventuali manifestazioni di deformazioni e cedimenti rilevanti dovuti all'azione di determinate sollecitazioni (carichi, forze sismiche, ecc.).

Prestazioni:

Le strutture di elevazione, sotto l'effetto di carichi statici, dinamici e accidentali devono assicurare stabilità e resistenza.

Livello minimo della prestazione:

Per i livelli minimi si rimanda alle prescrizioni di legge e di normative vigenti in materia. In particolare D.M. 14.1.2008 (Norme tecniche per le costruzioni) e la Circolare 2.2.2009, n.617 (Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14.1.2008).

ELEMENTI MANUTENIBILI DELL'UNITÀ TECNOLOGICA:

- ° 01.03.01 Travi

Travi

Unità Tecnologica: 01.03

Strutture in elevazione in c.a.

ANOMALIE RISCONTRABILI

01.03.01.A01 Alveolizzazione

Degradazione che si manifesta con la formazione di cavità di forme e dimensioni variabili. Gli alveoli sono spesso interconnessi e hanno distribuzione non uniforme. Nel caso particolare in cui il fenomeno si sviluppa essenzialmente in profondità con andamento a diverticoli si può usare il termine alveolizzazione a cariatura.

01.03.01.A02 Cavillature superficiali

Sottile trama di fessure sulla superficie del calcestruzzo.

01.03.01.A03 Corrosione

Decadimento delle armature metalliche all'interno del calcestruzzo a causa della combinazione con sostanze presenti nell'ambiente (ossigeno, acqua, anidride carbonica, ecc.).

01.03.01.A04 Deformazioni e spostamenti

Deformazioni e spostamenti dovuti a cause esterne che alterano la normale configurazione dell'elemento.

01.03.01.A05 Disgregazione

Decoesione caratterizzata da distacco di granuli o cristalli sotto minime sollecitazioni meccaniche.

01.03.01.A06 Distacco

Disgregazione e distacco di parti notevoli del materiale che può manifestarsi anche mediante espulsione di elementi prefabbricati dalla loro sede.

01.03.01.A07 Efflorescenze

Formazione di sostanze, generalmente di colore biancastro e di aspetto cristallino o polverulento o filamentoso, sulla superficie del manufatto. Nel caso di efflorescenze saline, la cristallizzazione può talvolta avvenire all'interno del materiale provocando spesso il distacco delle parti più superficiali: il fenomeno prende allora il nome di criptoefflorescenza o subefflorescenza.

01.03.01.A08 Erosione superficiale

Asportazione di materiale dalla superficie dovuta a processi di natura diversa. Quando sono note le cause di degrado, possono essere utilizzati anche termini come erosione per abrasione o erosione per corrosione (cause meccaniche), erosione per corrosione (cause chimiche e biologiche), erosione per usura (cause antropiche).

01.03.01.A09 Esfoliazione

Degradazione che si manifesta con distacco, spesso seguito da caduta, di uno o più strati superficiali subparalleli fra loro, generalmente causata dagli effetti del gelo.

01.03.01.A10 Esposizione dei ferri di armatura

Distacchi ed espulsione di parte del calcestruzzo (copriferro) e relativa esposizione dei ferri di armatura dovuta a fenomeni di corrosione delle armature metalliche per l'azione degli agenti atmosferici.

01.03.01.A11 Fessurazioni

Presenza di rotture singole, ramificate, ortogonale o parallele all'armatura che possono interessare l'intero spessore del manufatto dovute a fenomeni di ritiro del calcestruzzo e/o altri eventi.

01.03.01.A12 Lesioni

Si manifestano con l'interruzione delle superfici dell'elemento strutturale. Le caratteristiche, l'andamento, l'ampiezza ne caratterizzano l'importanza e il tipo.

01.03.01.A13 Mancanza

Caduta e perdita di parti del materiale del manufatto.

01.03.01.A14 Penetrazione di umidità

Comparsa di macchie di umidità dovute all'assorbimento di acqua.

01.03.01.A15 Polverizzazione

Decoesione che si manifesta con la caduta spontanea dei materiali sotto forma di polvere o granuli.

01.03.01.A16 Rigonfiamento

Variazione della sagoma che interessa l'intero spessore del materiale e che si manifesta soprattutto in elementi lastriformi. Ben riconoscibile essendo dato dal tipico andamento "a bolla" combinato all'azione della gravità.

01.03.01.A17 Scheggiature

Distacco di piccole parti di materiale lungo i bordi e gli spigoli degli elementi in calcestruzzo.

01.03.01.A18 Spalling

Avviene attraverso lo schiacciamento e l'esplosione interna con il conseguente sfaldamento di inerti dovuto ad alte temperature nei calcestruzzi.

CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

01.03.01.C01 Controllo di eventuale quadro fessurativo

Cadenza: ogni 12 mesi

Tipologia: Controllo a vista

Attraverso un esame visivo del quadro fessurativo approfondire ed analizzare eventuali dissesti strutturali anche con l'ausilio di indagini strumentali in situ.

- Requisiti da verificare: 1) *Resistenza meccanica.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Deformazioni e spostamenti;* 2) *Distacco;* 3) *Esposizione dei ferri di armatura;* 4) *Fessurazioni;* 5) *Lesioni;* 6) *Penetrazione di umidità.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

01.03.01.C02 Controllo di deformazioni e/o spostamenti

Cadenza: ogni 12 mesi

Tipologia: Controllo a vista

Controllare eventuali deformazioni e/o spostamenti dell'elemento strutturale dovuti a cause esterne che ne alterano la normale configurazione.

- Requisiti da verificare: 1) *Resistenza meccanica.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Deformazioni e spostamenti;* 2) *Distacco;* 3) *Esposizione dei ferri di armatura;* 4) *Fessurazioni;* 5) *Lesioni;* 6) *Penetrazione di umidità.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

01.03.01.I01 Interventi sulle strutture

Cadenza: quando occorre

Gli interventi riparativi dovranno effettuarsi a secondo del tipo di anomalia riscontrata e previa diagnosi delle cause del difetto accertato.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari.*

Strutture in elevazione in acciaio

Si definiscono strutture in elevazione gli insiemi degli elementi tecnici del sistema edilizio aventi la funzione di resistere alle azioni di varia natura agenti sulla parte di costruzione fuori terra, trasmettendole alle strutture di fondazione e quindi al terreno. In particolare le strutture verticali sono costituite da aste rettilinee snelle collegate fra loro in punti detti nodi secondo una disposizione geometrica realizzata in modo da formare un sistema rigidamente indeformabile. Le strutture in acciaio si possono distinguere in: strutture in carpenteria metallica e sistemi industrializzati. Le prime, sono caratterizzate dall'impiego di profilati e laminati da produzione siderurgica e successivamente collegati mediante unioni (bullonature, saldature, ecc.); le seconde sono caratterizzate da un numero ridotto di componenti base assemblati successivamente a seconde dei criteri di compatibilità.

REQUISITI E PRESTAZIONI (UT)

01.02.R01 Resistenza agli agenti aggressivi

Classe di Requisiti: Protezione dagli agenti chimici ed organici

Classe di Esigenza: Sicurezza

Le strutture di elevazione non debbono subire dissoluzioni o disgregazioni e mutamenti di aspetto a causa dell'azione di agenti aggressivi chimici.

Prestazioni:

Le strutture di elevazione dovranno conservare nel tempo, sotto l'azione di agenti chimici (anidride carbonica, solfati, ecc.) presenti in ambiente, le proprie caratteristiche funzionali.

Livello minimo della prestazione:

Per i livelli minimi si rimanda alle prescrizioni di legge e di normative vigenti in materia. In particolare al D.M. Infrastrutture e Trasporti 17.1.2018.

01.02.R02 Resistenza meccanica

Classe di Requisiti: Di stabilità

Classe di Esigenza: Sicurezza

Le strutture di elevazione dovranno essere in grado di contrastare le eventuali manifestazioni di deformazioni e cedimenti rilevanti dovuti all'azione di determinate sollecitazioni (carichi, forze sismiche, ecc.).

Prestazioni:

Le strutture di elevazione, sotto l'effetto di carichi statici, dinamici e accidentali devono assicurare stabilità e resistenza.

Livello minimo della prestazione:

Per i livelli minimi si rimanda alle prescrizioni di legge e di normative vigenti in materia. In particolare al D.M. Infrastrutture e Trasporti 17.1.2018.

01.02.R03 Utilizzo di materiali, elementi e componenti ad elevato potenziale di riciclabilità

Classe di Requisiti: Utilizzo razionale delle risorse

Classe di Esigenza: Salvaguardia ambiente

Utilizzo di materiali, elementi e componenti con un elevato grado di riciclabilità

Prestazioni:

Nelle scelte progettuali di materiali, elementi e componenti si dovrà tener conto del loro grado di riciclabilità in funzione dell'ubicazione del cantiere, del loro ciclo di vita, degli elementi di recupero, ecc.

Livello minimo della prestazione:

Calcolare la percentuale di materiali da avviare ai processi di riciclaggio. Determinare la percentuale in termini di quantità (kg) o di superficie (mq) di materiale impiegato nell'elemento tecnico in relazione all'unità funzionale assunta.

01.02.R04 Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità

Classe di Requisiti: Utilizzo razionale delle risorse

Classe di Esigenza: Salvaguardia ambiente

Utilizzo razionale delle risorse attraverso l'impiego di materiali con una elevata durabilità.

Prestazioni:

Nelle fasi progettuali dell'opera individuare e scegliere elementi e componenti caratterizzati da una durabilità elevata.

Livello minimo della prestazione:

Nella fase progettuale bisogna garantire una adeguata percentuale di elementi costruttivi caratterizzati da una durabilità elevata.

ELEMENTI MANUTENIBILI DELL'UNITÀ TECNOLOGICA:

° 01.02.01 Travi

Travi

Unità Tecnologica: 01.02

Strutture in elevazione in acciaio

Le travi sono elementi strutturali, che si pongono in opera in posizione orizzontale o inclinata per sostenere il peso delle strutture sovrastanti, con una dimensione predominante che trasferiscono, le sollecitazioni di tipo trasversale al proprio asse geometrico, lungo tale asse, dalle sezioni investite dal carico fino ai vincoli, garantendo l'equilibrio esterno delle travi in modo da assicurare il contesto circostante. Le travi in acciaio sono realizzate mediante profilati (IPE, HE, C, L, ecc.) . Il loro impiego diffuso è dovuto dalla loro maggiore efficienza a carichi flessionali, infatti la concentrazione del materiale sulle ali, le parti più distanti dal punto baricentrico della sezione, ne aumentano la loro rigidità flessionale. Vengono generalmente utilizzate nella realizzazione di telai in acciaio, per edifici, ponti, ecc..

ANOMALIE RISCONTRABILI

01.02.01.A01 Corrosione

Decadimento degli elementi metallici a causa della combinazione con sostanze presenti nell'ambiente (ossigeno, acqua, anidride carbonica, ecc.).

01.02.01.A02 Deformazioni e spostamenti

Deformazioni e spostamenti dovuti a cause esterne che alterano la normale configurazione dell'elemento.

01.02.01.A03 Imbozzamento

Deformazione dell'elemento che si localizza in prossimità dell'ala e/o dell'anima.

01.02.01.A04 Snervamento

Deformazione dell'elemento che si può verificare, quando all'aumentare del carico, viene meno il comportamento perfettamente elastico dell'acciaio.

01.02.01.A05 Basso grado di riciclabilità

Utilizzo nelle fasi manutentive di materiali, elementi e componenti con un basso grado di riciclabilità.

01.02.01.A06 Impiego di materiali non durevoli

Impiego di materiali non durevoli nelle fasi manutentive degli elementi.

CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

01.02.01.C01 Controllo di deformazioni e/o spostamenti

Cadenza: ogni 12 mesi

Tipologia: Controllo a vista

Controllare eventuali deformazioni e/o spostamenti dell'elemento strutturale dovuti a cause esterne che ne alterano la normale configurazione.

- Requisiti da verificare: 1) *Resistenza agli agenti aggressivi*; 2) *Resistenza meccanica*.
- Anomalie riscontrabili: 1) *Corrosione*; 2) *Deformazioni e spostamenti*.
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore*.

01.02.01.C02 Controllo del grado di riciclabilità (CAM)

Cadenza: quando occorre

Tipologia: Controllo

Controllare che nelle fasi manutentive vengano impiegati materiali,, elementi e componenti con un elevato grado di riciclabilità.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti ad elevato potenziale di riciclabilità*.
- Anomalie riscontrabili: 1) *Basso grado di riciclabilità*.
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore*.

01.02.01.C03 Controllo impiego di materiali durevoli (CAM)

Cadenza: quando occorre

Tipologia: Verifica

Verificare che nelle fasi manutentive degli elementi vengano utilizzati componenti caratterizzati da una durabilità elevata.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità*.
- Anomalie riscontrabili: 1) *Impiego di materiali non durevoli*.
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore*.

MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

01.02.01.I01 Interventi sulle strutture

Cadenza: a guasto

Gli interventi riparativi dovranno effettuarsi a secondo del tipo di anomalia riscontrata e previa diagnosi delle cause del difetto accertato.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari.*

Strutture in elevazione in legno lamellare

REQUISITI E PRESTAZIONI (UT)

01.04.R01 Rispetto delle Classi di Servizio

Classe di Requisiti: Funzionalità tecnologica

Classe di Esigenza: Funzionalità

Le strutture in legno dovranno tener conto della sensibilità del legno e delle variazioni di umidità.

Prestazioni:

Per tener conto della sensibilità del legno alla variazioni di umidità e dell'influenza di questa sulle caratteristiche di resistenza e di deformabilità. La durata del carico e l'umidità del legno influiscono sulle proprietà resistenti del legno. Le strutture (o parti di esse) devono rispettare le classi di servizio assegnate.

Livello minimo della prestazione:

Le strutture dovranno essere assegnate a secondo delle caratteristiche del materiale impiegato ed assegnate ad una delle 3 classi di servizio esplicitate nel D.M. 14.1.2008 e nella Circolare 2.2.2009, n.617, secondo i seguenti parametri:

- classe di servizio 1: essa è caratterizzata da un'umidità del materiale in equilibrio con l'ambiente a una temperatura di 20 °C e un'umidità relativa dell'aria circostante che non superi il 65%, se non per poche settimane all'anno;
- classe di servizio 2: essa è caratterizzata da un'umidità del materiale in equilibrio con l'ambiente a una temperatura di 20 °C e un'umidità relativa dell'aria circostante che superi l'85% solo per poche settimane all'anno;
- classe di servizio 3: essa è caratterizzata da umidità più elevata di quella della classe di servizio 2.

01.04.R02 Resistenza agli attacchi biologici

Classe di Requisiti: Protezione dagli agenti chimici ed organici

Classe di Esigenza: Sicurezza

Le strutture di elevazione, a seguito della presenza di organismi viventi (animali, vegetali, microrganismi), non dovranno subire riduzioni di prestazioni.

Prestazioni:

Le strutture di elevazione costituite da elementi in legno non dovranno permettere la crescita di funghi, insetti, muffe, organismi marini, ecc., ma dovranno conservare nel tempo le proprie caratteristiche funzionali anche in caso di attacchi biologici. Gli elementi in legno dovranno essere trattati con prodotti protettivi idonei.

Livello minimo della prestazione:

I valori minimi di resistenza agli attacchi biologici variano in funzione dei materiali, dei prodotti utilizzati, delle classi di rischio, delle situazioni generali di servizio, dell'esposizione a umidificazione e del tipo di agente biologico. Distribuzione degli agenti biologici per classi di rischio (UNI EN 335-1):

Classe di rischio 1

- Situazione generale di servizio: non a contatto con terreno, al coperto (secco);
- Descrizione dell'esposizione a umidificazione in servizio: nessuna;
- Distribuzione degli agenti biologici: insetti = U, termiti = L.

Classe di rischio 2

- Situazione generale di servizio: non a contatto con terreno, al coperto (rischio di umidificazione);
- Descrizione dell'esposizione a umidificazione in servizio: occasionale;
- Distribuzione degli agenti biologici: funghi = U; (*)insetti = U; termiti = L.

Classe di rischio 3

- Situazione generale di servizio: non a contatto con terreno, non al coperto;
- Descrizione dell'esposizione a umidificazione in servizio: frequente;
- Distribuzione degli agenti biologici: funghi = U; (*)insetti = U; termiti = L.

Classe di rischio 4;

- Situazione generale di servizio: a contatto con terreno o acqua dolce;
- Descrizione dell'esposizione a umidificazione in servizio: permanente;
- Distribuzione degli agenti biologici: funghi = U; (*)insetti = U; termiti = L.

Classe di rischio 5;

- Situazione generale di servizio: in acqua salata;
- Descrizione dell'esposizione a umidificazione in servizio: permanente;
- Distribuzione degli agenti biologici: funghi = U; (*)insetti = U; termiti = L; organismi marini = U.

U = universalmente presente in Europa

L = localmente presente in Europa

(*) il rischio di attacco può essere non significativo a seconda delle particolari situazioni di servizio.

01.04.R03 Durabilità

Classe di Requisiti: Durabilità tecnologica

Classe di Esigenza: Durabilità

Le strutture lignee dovranno assicurare la durabilità degli elementi impiegati durante il loro ciclo di vita.

Prestazioni:

La durabilità delle strutture lignee deve essere sempre assicurata, prevedendo in sede di progetto adeguati particolari costruttivi ed opportuni accorgimenti di protezione dagli agenti atmosferici e dagli attacchi biologici di funghi e/o insetti xilofagi, ed utilizzando le specie legnose più idonee per durabilità naturale o per possibilità di impregnazione, in relazione alle condizioni ambientali di esercizio. E' possibile anche prevedere elementi sacrificali da sostituire periodicamente secondo il piano di manutenzione da allegare al progetto, che comprende comunque tutte le altre operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria da mettere in atto durante la vita utile della struttura.

I mezzi di unione metallici strutturali devono, generalmente, essere intrinsecamente resistenti alla corrosione, oppure devono essere protetti contro la corrosione.

Livello minimo della prestazione:

Per i livelli minimi si rimanda alle prescrizioni di legge e di norme vigenti in materia. In particolare: D.M. 14.1.2008 (Norme tecniche per le costruzioni) e C.M. 2.2.2009, n.617 (Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14.1.2008).

01.04.R04 Resistenza meccanica

Classe di Requisiti: Di stabilità

Classe di Esigenza: Sicurezza

Le strutture di elevazione dovranno essere in grado di contrastare le eventuali manifestazioni di deformazioni e cedimenti rilevanti dovuti all'azione di determinate sollecitazioni (carichi, forze sismiche, ecc.).

Prestazioni:

Le strutture di elevazione, sotto l'effetto di carichi statici, dinamici e accidentali devono assicurare stabilità e resistenza.

Livello minimo della prestazione:

Per i livelli minimi si rimanda alle prescrizioni di legge e di normative vigenti in materia. In particolare D.M. 14.1.2008 (Norme tecniche per le costruzioni) e la Circolare 2.2.2009, n. 617 (Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14.1.2008).

01.04.R05 Resistenza al fuoco

Classe di Requisiti: Protezione antincendio

Classe di Esigenza: Sicurezza

La resistenza al fuoco rappresenta l'attitudine degli elementi che costituiscono le strutture a conservare, in un tempo determinato, la stabilità (R), la tenuta (E) e l'isolamento termico (I). Essa è intesa come il tempo necessario affinché la struttura raggiunga uno dei due stati limite di stabilità e di integrità, in corrispondenza dei quali non è più in grado sia di reagire ai carichi applicati sia di impedire la propagazione dell'incendio.

Prestazioni:

Gli elementi delle strutture di elevazione devono presentare una resistenza al fuoco (REI) non inferiore a quello determinabile in funzione del carico d'incendio, secondo le modalità specificate nel D.M. 9.3.2007.

Livello minimo della prestazione:

In particolare gli elementi costruttivi delle strutture di elevazione devono avere la resistenza al fuoco indicata di seguito, espressa in termini di tempo entro il quale le strutture di elevazioni conservano stabilità, tenuta alla fiamma, ai fumi ed isolamento termico:

- altezza antincendio (m): da 12 a 32 - Classe REI (min) = 60;
- altezza antincendio (m): da oltre 32 a 80 - Classe REI (min) = 90;
- altezza antincendio (m): oltre 80 - Classe REI (min) = 120.

01.04.R06 Resistenza al vento

Classe di Requisiti: Di stabilità

Classe di Esigenza: Sicurezza

Le strutture di elevazione debbono resistere alle azioni e depressioni del vento tale da non compromettere la stabilità e la funzionalità degli elementi che le costituiscono.

Prestazioni:

Le strutture di elevazione devono resistere all'azione del vento tale da assicurare durata e funzionalità nel tempo senza compromettere la sicurezza dell'utenza. L'azione del vento da considerare è quella prevista dal D.M. 14.1.2008 (che divide convenzionalmente il territorio italiano in zone), tenendo conto dell'altezza della struttura e del tipo di esposizione.

Livello minimo della prestazione:

I valori minimi variano in funzione del tipo di struttura in riferimento ai seguenti parametri dettati dal D.M. 14.1.2008. Il vento, la cui direzione si considera generalmente orizzontale, esercita sulle costruzioni azioni che variano nel tempo provocando, in generale, effetti dinamici.

Per le costruzioni usuali tali azioni sono convenzionalmente ricondotte alle azioni statiche equivalenti. Peraltro, per costruzioni di forma o tipologia inusuale, oppure di grande altezza o lunghezza, o di rilevante snellezza e leggerezza, o di notevole flessibilità e ridotte capacità dissipative, il vento può dare luogo ad effetti la cui valutazione richiede l'uso di metodologie di calcolo e sperimentali adeguate allo stato dell'arte e che tengano conto della dinamica del sistema.

- Velocità di riferimento

La velocità di riferimento V_b è il valore caratteristico della velocità del vento a 10 m dal suolo su un terreno di categoria di

esposizione II (vedi tab. 3.3.II), mediata su 10 minuti e riferita ad un periodo di ritorno di 50 anni. In mancanza di specifiche ed adeguate indagini statistiche v_b è data dall'espressione:

$V_b = V_{b,0}$ per $A_s \leq A_0$

$V_b = V_{b,0} + K_a (A_s - A_0)$ per $A_s > A_0$

dove:

$V_{b,0}$, A_0 , K_a sono parametri forniti nella Tab. 3.3.I e legati alla regione in cui sorge la costruzione in esame, in funzione delle zone;

A_s è l'altitudine sul livello del mare (in m) del sito ove sorge la costruzione.

Tabella 3.3.I

Zona: 1: Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino-Alto Adige, Veneto, Friuli-Venezia Giulia (con l'eccezione della Provincia di Trieste); $V_{ref,0}$ (m/s) = 25; A_0 (m) = 1000; K_a (1/s) = 0.010

Zona: 2: Emilia-Romagna; $V_{b,0}$ (m/s) = 25; A_0 (m) = 750; K_a (1/s) = 0.015

Zona: 3: Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria (esclusa la Provincia di Reggio Calabria); $V_{ref,0}$ (m/s) = 27; A_0 (m) = 500; K_a (1/s) = 0.020

Zona: 4: Sicilia e provincia di Reggio Calabria; $V_{ref,0}$ (m/s) = 28; A_0 (m) = 500; K_a (1/s) = 0.020

Zona: 5: Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'isola di La Maddalena); $V_{ref,0}$ (m/s) = 28; A_0 (m) = 750; K_a (1/s) = 0.015

Zona: 6: Sardegna (zona occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'isola di La Maddalena); $V_{ref,0}$ (m/s) = 28; A_0 (m) = 500; K_a (1/s) = 0.020

Zona: 7: Liguria; $V_{ref,0}$ (m/s) = 29; A_0 (m) = 1000; K_a (1/s) = 0.015

Zona: 8: Provincia di Trieste; $V_{ref,0}$ (m/s) = 31; A_0 (m) = 1500; K_a (1/s) = 0.010

Zona: 9: Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto; $V_{ref,0}$ (m/s) = 31; A_0 (m) = 500; K_a (1/s) = 0.020

Per altitudini superiori a 1500 m sul livello del mare si potrà fare riferimento alle condizioni locali di clima e di esposizione. I valori della velocità di riferimento possono essere ricavati da dati supportati da opportuna documentazione o da indagini statistiche adeguatamente comprovate. Fatte salve tali valutazioni, comunque raccomandate in prossimità di vette e crinali, i valori utilizzati non dovranno essere minori di quelli previsti per 1500 m di altitudine.

- Azioni statiche equivalenti

Le azioni statiche del vento sono costituite da pressioni e depressioni agenti normalmente alle superfici, sia esterne che interne, degli elementi che compongono la costruzione.

L'azione del vento sul singolo elemento viene determinata considerando la combinazione più gravosa della pressione agente sulla superficie esterna e della pressione agente sulla superficie interna dell'elemento.

Nel caso di costruzioni o elementi di grande estensione, si deve inoltre tenere conto delle azioni tangenti esercitate dal vento.

L'azione d'insieme esercitata dal vento su una costruzione è data dalla risultante delle azioni sui singoli elementi, considerando come direzione del vento, quella corrispondente ad uno degli assi principali della pianta della costruzione; in casi particolari, come ad esempio per le torri a base quadrata o rettangolare, si deve considerare anche l'ipotesi di vento spirante secondo la direzione di una delle diagonali.

- Pressione del vento

La pressione del vento è data dall'espressione:

$$P = Q_b C_e C_p C_d$$

dove:

Q_b è la pressione cinetica di riferimento;

C_e è il coefficiente di esposizione;

C_p è il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento;

C_d è il coefficiente dinamico con cui si tiene conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alle vibrazioni strutturali.

- Azione tangente del vento

L'azione tangente per unità di superficie parallela alla direzione del vento è data dall'espressione:

$$P_f = Q_b C_e C_f$$

dove:

C_f è il coefficiente d'attrito funzione della scabrezza della superficie sulla quale il vento esercita l'azione tangente. Il suo valore può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento.

- Pressione cinetica di riferimento

La pressione cinetica di riferimento Q_b (in N/m²) è data dall'espressione:

$$Q_b = \frac{1}{2} \rho V_b^2$$

dove:

V_b è la velocità di riferimento del vento (in m/s);

ρ è la densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a 1,25 kg/cm³

- Coefficiente di esposizione

Il coefficiente di esposizione C_e dipende dall'altezza Z sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno, e dalla categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione. In assenza di analisi specifiche che tengano in conto la direzione di provenienza del vento e l'effettiva scabrezza e topografia del terreno che circonda la costruzione, per altezze sul suolo non maggiori di $Z = 200$ m, esso è dato dalla formula:

$C_e(Z) = K_r^2 C_t \ln(Z/Z_0) [7 + C_t \ln(Z/Z_0)]$ per $Z \geq Z_{min}$

$C_e(Z) = C_e(Z_{min})$ per $Z < Z_{min}$

dove:

K_r , Z_0 , Z_{min} sono assegnati in Tab. 3.3.II in funzione della categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione;

C_t è il coefficiente di topografia.

Tabella 3.3.II

Categoria di esposizione del sito: I; $K_r = 0,17$; Z_0 (m) = 0,01; Z_{min} (m) = 2

Categoria di esposizione del sito: II; $K_r = 0,19$; Z_0 (m) = 0,05; Z_{min} (m) = 4

Categoria di esposizione del sito: III; $K_r = 0,20$; Z_0 (m) = 0,10; Z_{min} (m) = 5

Categoria di esposizione del sito: IV; $K_r = 0,22$; Z_0 (m) = 0,30; Z_{min} (m) = 8

Categoria di esposizione del sito: V; $K_r = 0,23$; Z_0 (m) = 0,70; Z_{min} (m) = 12

In mancanza di analisi che tengano in conto sia della direzione di provenienza del vento sia delle variazioni di rugosità del terreno, la categoria di esposizione è assegnata in funzione della posizione geografica del sito ove sorge la costruzione e della classe di rugosità del terreno definita in Tabella 3.3.III. Il coefficiente di topografia C_t è posto di regola pari a 1 sia per le zone pianeggianti sia per quelle ondulate, collinose, montane. Nel caso di costruzioni ubicate presso la sommità di colline o pendii isolati il coefficiente di topografia ci deve essere valutato con analisi più approfondite.

Tabella 3.3.III

Classe di rugosità del terreno: A; Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15 m.

Classe di rugosità del terreno: B; Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive

Classe di rugosità del terreno: C; Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni, ecc.); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D.

Classe di rugosità del terreno: D; Aree prive di ostacoli o con al più rari ostacoli isolati (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innestate o ghiacciate, mare, laghi, ecc.).

Nota:

L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Affinché una costruzione possa dirsi ubicata in classe di rugosità A o B è necessario che la situazione che contraddistingue la classe permanga intorno alla costruzione per non meno di 1 km e comunque non meno di 20 volte l'altezza della costruzione.

Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, a meno di analisi rigorose, verrà assegnata la classe più sfavorevole.

01.04.R07 Durata della vita nominale (periodo di riferimento per l'azione sismica)

Classe di Requisiti: Durabilità tecnologica

Classe di Esigenza: Durabilità

La vita nominale di un'opera strutturale VN è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché è soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata.

Prestazioni:

Il periodo di riferimento VR di una costruzione, valutato moltiplicando la vita nominale VN (espressa in anni) per il coefficiente d'uso della costruzione Cu ($V_r = V_n C_u$), riveste notevole importanza in quanto, assumendo che la legge di ricorrenza dell'azione sismica sia un processo Poissoniano, è utilizzato per valutare, fissata la probabilità di superamento $P(V_r)$ corrispondente allo stato limite considerato (Tabella 3.2.1 della NTC), il periodo di ritorno T_r dell'azione sismica cui fare riferimento per la verifica. Per assicurare alle costruzioni un livello di sicurezza antisismica minimo irrinunciabile le NTC impongono, se $V_r \leq 35$ anni, di assumere comunque $V_r = 35$ anni.

Livello minimo della prestazione:

La vita nominale delle opere varia in funzione delle classi d'uso definite di seguito. In particolare la tabella mostra i valori di V_r corrispondenti ai valori di VN che individuano le frontiere tra i tre tipi di costruzione considerati (tipo 1, tipo 2, tipo 3); valori di VN intermedi tra detti valori di frontiera (e dunque valori di V_r intermedi tra quelli mostrati in tabella) sono consentiti ed i corrispondenti valori dei parametri a_g , F_0 e T_c necessari a definire l'azione sismica sono ricavati utilizzando le formule d'interpolazione fornite nell'Allegato A alle NTC. Gli intervalli di valori attribuiti a V_r al variare di VN e Classe d'uso sono:

- Classe d'uso = I e $V_n \leq 10$ allora $V_r = 35$;
- Classe d'uso = I e $V_n \geq 50$ allora $V_r \geq 35$;
- Classe d'uso = I e $V_n \geq 100$ allora $V_r \geq 70$;
- Classe d'uso = II e $V_n \leq 10$ allora $V_r = 35$;
- Classe d'uso = II e $V_n \geq 50$ allora $V_r \geq 50$;
- Classe d'uso = II e $V_n \geq 100$ allora $V_r \geq 100$;
- Classe d'uso = III e $V_n \leq 10$ allora $V_r = 35$;
- Classe d'uso = III e $V_n \geq 50$ allora $V_r \geq 75$;
- Classe d'uso = III e $V_n \geq 100$ allora $V_r \geq 150$;
- Classe d'uso = IV e $V_n \leq 10$ allora $V_r = 35$;
- Classe d'uso = IV e $V_n \geq 50$ allora $V_r \geq 100$;
- Classe d'uso = IV e $V_n \geq 100$ allora $V_r \geq 200$.

dove per classe d'uso si intende:

- Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli;
- Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni

pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza.

Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti;

- Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso;

- Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

ELEMENTI MANUTENIBILI DELL'UNITÀ TECNOLOGICA:

- ° 01.04.01 Travi

Travi

Unità Tecnologica: 01.04

Strutture in elevazione in legno lamellare

ANOMALIE RISCONTRABILI

01.04.01.A01 Alterazione cromatica

Alterazione che si può manifestare attraverso la variazione di uno o più parametri che definiscono il colore: tinta, chiarezza, saturazione. Può evidenziarsi in modo localizzato o in zone più ampie diversamente a secondo delle condizioni.

01.04.01.A02 Attacco biologico

Attacco biologico di funghi e batteri con marciscenza e disgregazione delle parti in legno.

01.04.01.A03 Attacco da insetti xilofagi

Attacco da insetti xilofagi con disgregazione delle parti in legno.

01.04.01.A04 Deformazione

Variazioni geometriche e morfologiche degli elementi per fenomeni di ritiro quali imbarcamento, svergolamento, ondulazione.

01.04.01.A05 Deformazioni e spostamenti

Deformazioni e spostamenti dovuti a cause esterne che alterano la normale configurazione dell'elemento.

01.04.01.A06 Distacco

Distacco di due o più strati di parti di elemento per insufficiente adesione delle parti.

01.04.01.A07 Delaminazione

Delaminazione delle lamelle delle parti di legno lamellare incollato

01.04.01.A08 Fessurazioni

Formazione di interruzioni di continuità nel materiale con distacco macroscopico delle parti.

01.04.01.A09 Lesione

Degradazione che si manifesta in seguito ad eventi traumatici con effetti di soluzione di continuità con o senza distacco tra le parti.

01.04.01.A10 Marcescenza

Degradazione che si manifesta con la formazione di masse scure polverulente dovuta ad umidità e alla scarsa ventilazione.

01.04.01.A11 Penetrazione di umidità

Comparsa di macchie di umidità dovute all'assorbimento di acqua.

CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

01.04.01.C01 Controllo di eventuale quadro fessurativo

Cadenza: ogni 12 mesi

Tipologia: Controllo a vista

Attraverso un esame visivo del quadro fessurativo approfondire ed analizzare eventuali dissesti strutturali anche con l'ausilio di indagini strumentali in situ.

- Requisiti da verificare: 1) Resistenza agli attacchi biologici; 2) Resistenza meccanica.
- Anomalie riscontrabili: 1) Attacco biologico; 2) Attacco da insetti xilofagi; 3) Deformazioni e spostamenti; 4) Distacco; 5) Delaminazione; 6) Fessurazioni; 7) Lesione; 8) Marcescenza; 9) Penetrazione di umidità.
- Ditte specializzate: Tecnici di livello superiore.

01.04.01.C02 Controllo di deformazioni e/o spostamenti

Cadenza: ogni 12 mesi

Tipologia: Controllo a vista

Controllare eventuali deformazioni e/o spostamenti dell'elemento strutturale dovuti a cause esterne che ne alterano la normale configurazione.

- Requisiti da verificare: 1) Resistenza agli attacchi biologici; 2) Resistenza meccanica.
- Anomalie riscontrabili: 1) Attacco biologico; 2) Attacco da insetti xilofagi; 3) Deformazioni e spostamenti; 4) Delaminazione; 5) Fessurazioni; 6) Lesione; 7) Marcescenza; 8) Penetrazione di umidità.
- Ditte specializzate: Tecnici di livello superiore.

01.04.01.I01 Interventi sulle strutture

Cadenza: quando occorre

Gli interventi riparativi dovranno effettuarsi a secondo del tipo di anomalia riscontrata e previa diagnosi delle cause del difetto accertato.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari.*

6. Relazione sui risultati sperimentali – Indagini specialistiche

6.1. Relazione geologica: indagini, caratterizzazione e modellazione geologica del sito

Spessore strato [m]	Peso unità di volume [Kg/m³]	Peso unità di volume saturo [Kg/m³]	Angolo di attrito [°]	Coesione [Kg/cm²]	Coesione non drenata [Kg/cm²]	Modulo Elastico [Kg/cm²]	Modulo Edometrico [Kg/cm²]	Poisson	Coeff. consolidaz. primaria [cmq/s]
3,8	1650,0	1750,0	0,0	0,0	0,3	28,5	30,0	0,0	0,0
4,5	1900,0	2000,0	30,0	0,0	0,0	250,0	200,0	0,30	0,0

Tutta la relazione si trova in allegato.

6.2. Relazione geotecnica: indagini, caratterizzazione e modellazione del volume significativo di terreno

Per poter ottenere informazioni precise circa la portanza del terreno in oggetto e la sua stratigrafia, è stata visionata la Relazione Geologica redatta dalla Geotesta (che si trova in allegato).

Classe del suolo: B

Verranno dimensionate sia le nuove fondazioni che il rinforzo a quelle esistenti.

6.3. Relazione sulla modellazione sismica concernente la “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione

Già compresa nella relazione geologica.

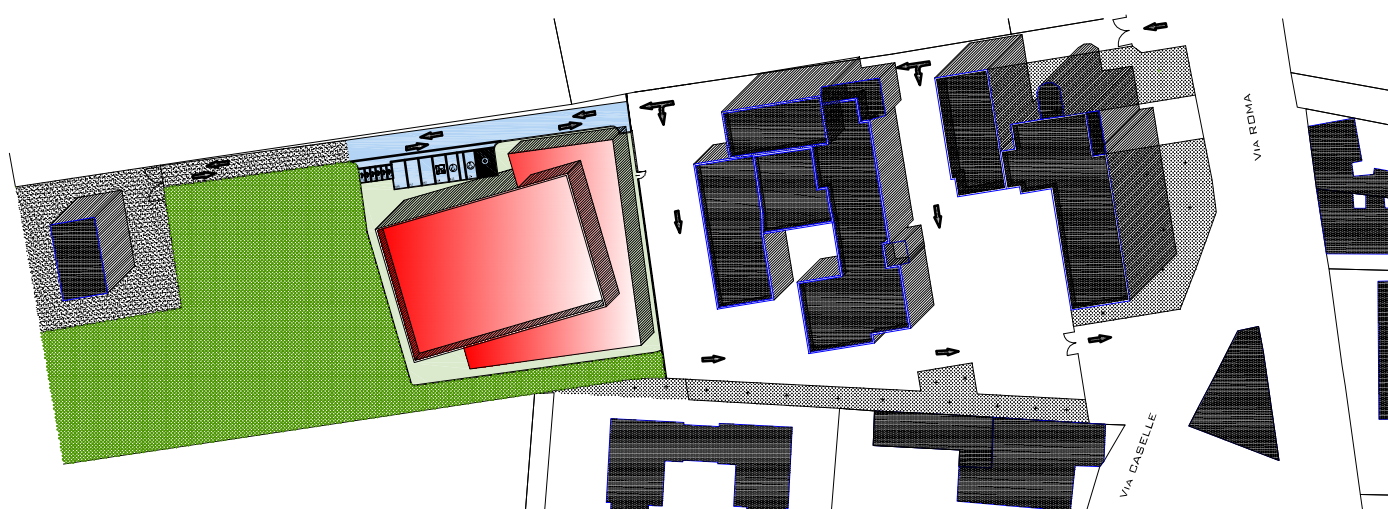


COMUNE DI GRAGNANO TREBBIENSE

Servizio Lavori Pubblici,
Manutenzione Patrimonio e Demanio

CENTRO SCOLASTICO DI GRAGNANO TREBBIENSE REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA PALESTRA

CUP: C47 B14 00053 0005



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Responsabile del Procedimento
Ing. Stefano Ambrosino

Ing. Marco Girani in RTP

Progettista Architettonico: Arch. Enrico Gandolfi
Progettista Strutturale: Ing. Marco Girani
Progettista Impianti Elettrici: Ing. Daniele Vetrucchi
Progettista Impianti Termoidraulici: Arch. Enrico Gandolfi
Progettista Ambientale: Arch. Letizia Anelli
Coordinatore Sicurezza: Geom. Giuseppe Pastorelli

Approvazione

Validazione

Elaborato:

**PROGETTO STRUTTURALE
RELAZIONE GEOLOGICA-GEOTECNICA**

n° tavola

SG.01.rel

rev	data	oggetto revisione
4	-	-
3	-	-
2	20-06-2019	Revisione come indicato nel Rapporto Tecnico n°1 di Verifica di Progetto
1	29-04-2019	inserita capacità portante platea
0	21-05-2019	emissione

Relazione geologica

- Modello Geologico
- Modello Geotecnico Preliminare
- Modello Sismico

Tecnici Incaricati

Dott. Geol. Baldini Adriano



REGIONE EMILIA ROMAGNA
PROVINCIA DI PIACENZA (PC)
COMUNE DI GRAGNANO T.SE



Oggetto

Relazione Geologico-Tecnica
relativa alla verifica di
fattibilità geologica del
progetto che prevede la
realizzazione di una nuova
palestra comunale sull'area
sottesa dal Mappale n. 1328
del Foglio n. 15 della Mappa
Catastale.

Committente

Comune di Gragnano T.se
Via Roma, 121
29010 Gragnano T.se (PC)

Treviso, 6 febbraio 2019

GeoTest

0) GENERALITÀ

Il sottoscritto Baldini Adriano, iscritto all'Ordine Regionale Geologi dell'Emilia Romagna al n.749, residente in Trevozzo Comune di Alta Val Tidone - Via E. Fermi n. 113, dipendente di Geotest s.r.l., redige la presente relazione geologico-tecnica in ossequio a quanto sancito dal D.M. 17/01/2018 e dalle altre normative nazionali e regionali in materia di tutela ambientale, e a seguito dello specifico incarico conferitogli dall'Amministrazione Comunale di Gragnano Trebbiense.

1) PREMESSA

Con la presente relazione vengono valutati gli aspetti geologici, geotecnici, geomorfologici, geofisici ed idrogeologici, relativi al progetto di realizzazione di una nuova palestra comunale, di circa 1300 mq di superficie, ubicata nella porzione centro occidentale del capoluogo di Gragnano Trebbiense (fig. 1). Nel dettaglio l'area interessata dall'intervento risulta essere quella sottesa dal mappale n. 1328 del foglio n. 15 della Planimetria Catastale (fig. 2). Per la descrizione dettagliata dell'intervento si rimanda alla relazione tecnica allegata alla pratica di progetto.

Ad evasione di una vostra specifica richiesta, e con lo scopo di verificare la compatibilità geologico-geotecnica di quanto in progetto, lo scrivente ha eseguito il giorno 29/01/2019 un sopralluogo geologico generale durante il quale sono state raccolte tutte quelle informazioni di carattere geologico-geomorfologico necessarie per procedere ad una corretta valutazione circa la compatibilità tra l'intervento in progetto e la realtà geologica locale.

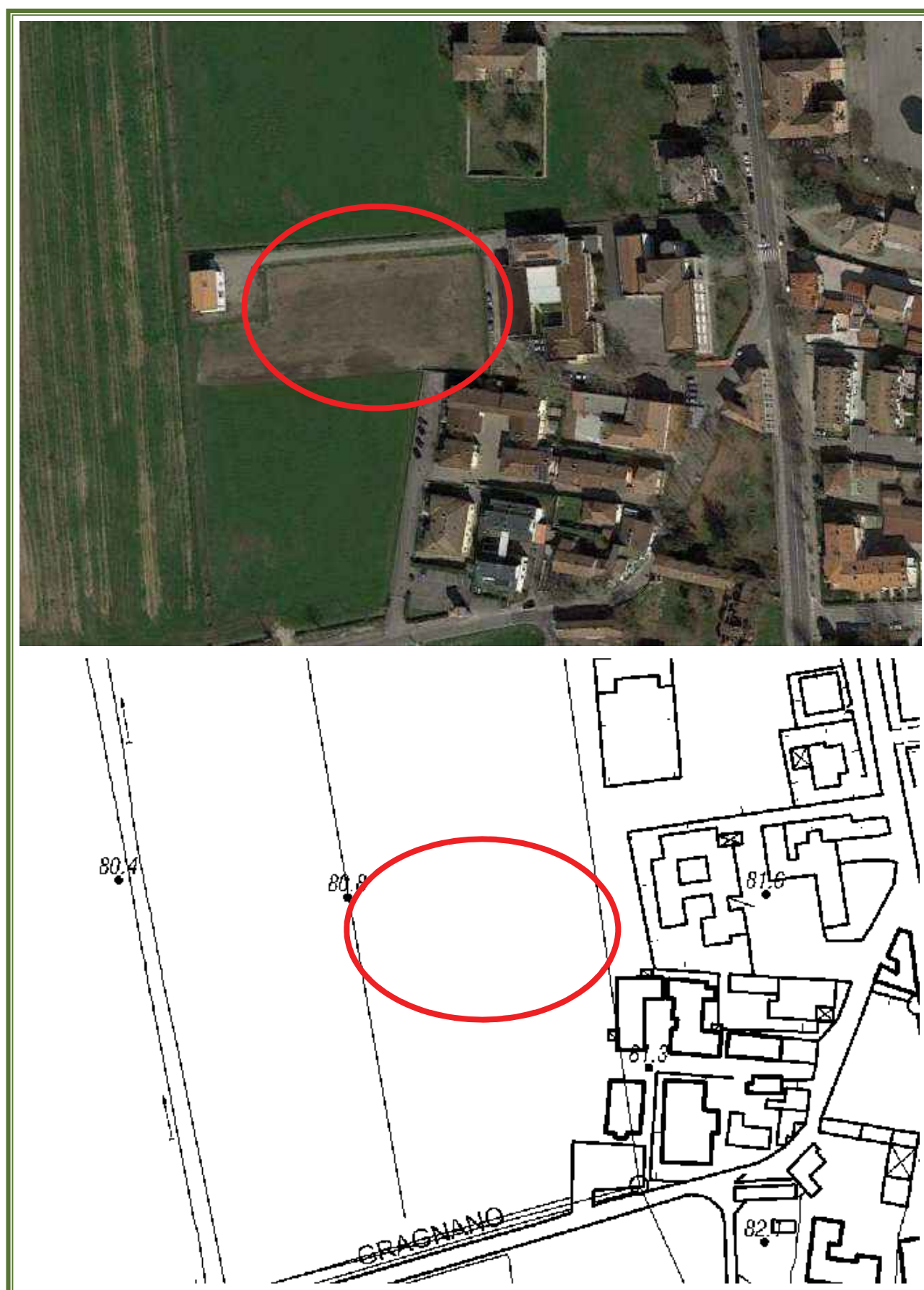


Fig. 1: Corografia – Carta Tecnica Regionale 1:5.000

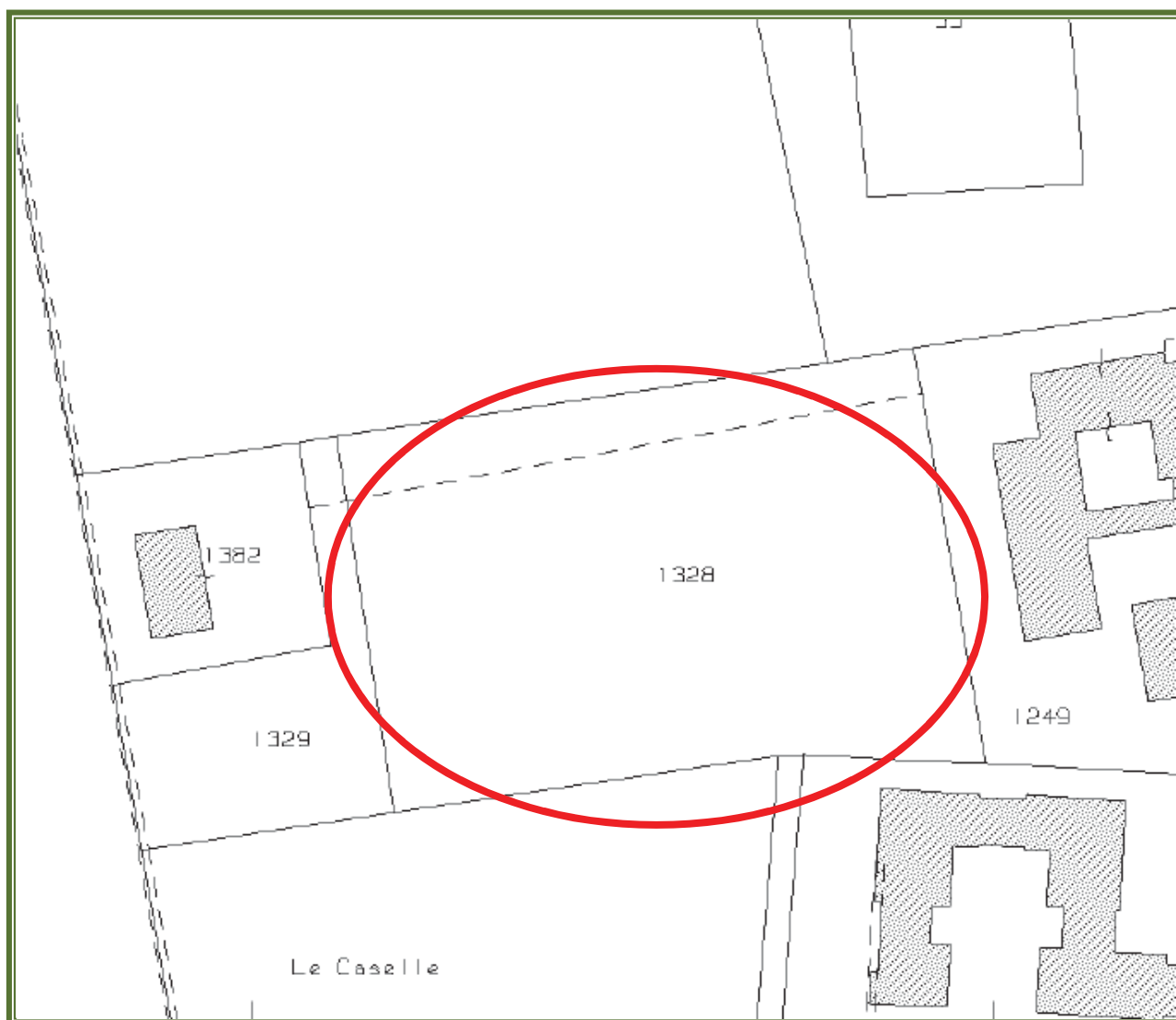


Fig. 2: Estratto di Mappa Catastale

Per verificare l'assetto stratigrafico dell'area e per avere informazioni di massima circa i parametri geotecnici del terreno presente in sito, lo scrivente ha condotto, entro il perimetro d'interesse, le seguenti indagini geognostiche la cui ubicazione è illustrata in fig. 3:

- n. 4 prove penetrometriche dinamiche eseguite con penetrometro Pagani TG 63-200 le cui elaborazioni e risultati sono riportati in **allegato 1**
- Indagini geofisiche di superficie (trattazione specifica in **allegato 2**) consiste in:
 - n. 1 prova MASW per la caratterizzazione della categoria di suolo sismico (V_{Seq})
 - n. 1 prova HVSR tipo Nakamura per la determinazione della frequenza sito specifica.

Un importante supporto, che integra ed approfondisce la conoscenza del territorio, è dato dalle informazioni bibliografiche e d'archivio disponibili tra cui risultanze ottenute in occasione di pregresse indagini geognostiche svolte in aree più o meno prossime a quella di interesse e correlabili al contesto geologico locale. I dati a disposizione permettono di delineare, nel loro insieme, una conoscenza di sito approfondita incrementando la risoluzione ed il dettaglio delle informazioni disponibili.

L'insieme delle informazioni raccolte ed il confronto dei risultati ottenuti hanno consentito di procedere, in un primo tempo, alla modellizzazione geologica e caratterizzazione geotecnica preliminare dei terreni investigati e, successivamente, ad una valutazione e stima preliminare del Carico Limite (SLU) a cui può essere assoggettato il terreno sede di imposta delle fondazioni del futuro manufatto.

Sinteticamente le indagini eseguite si sono sostanziate nelle seguenti operazioni:

- a) rilevamento geologico, geomorfologico ed indagini geognostiche di superficie utili alla modellazione geologica ed idrogeologica preliminare sito specifica;
- b) caratterizzazione geomeccanica di massima del terreno presente nel sottosuolo dell'area in esame, definizione della categoria di suolo sismico di fondazione e della frequenza sito specifica;
- c) considerazioni geotecniche qualitative e semi-quantitative sull'interazione tra opera/e in progetto ed assetto geologico locale con attenzione al sistema terreno/fondazione in termini di capacità portante e cedimenti attesi;
- d) valutazioni in merito alla compatibilità tra l'intervento in progetto ed il contesto/pericolosità geoambientale/i in cui si inserisce il volume significativo individuato.

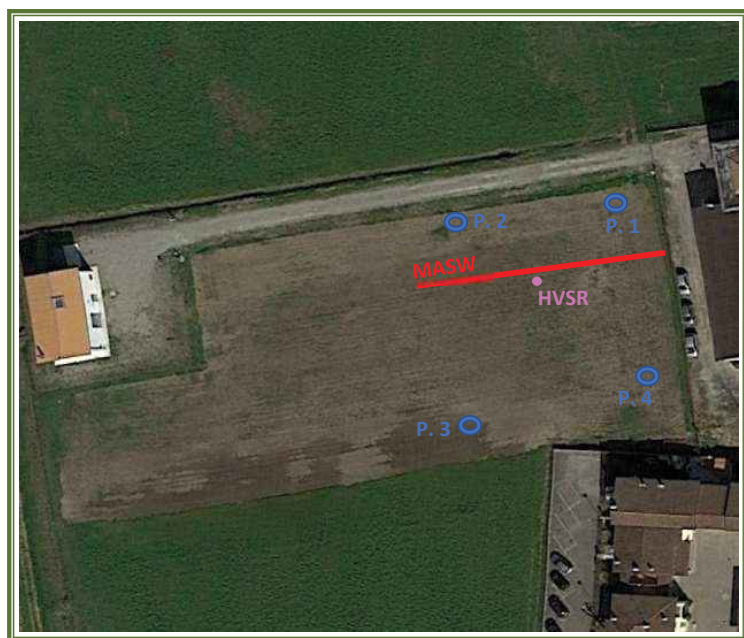


Fig. 3: Ubicazione indagini effettuate (prove penetrometriche dinamiche, prova sismica MASW e HVSR)

2) NORMATIVE DI RIFERIMENTO

D.M. LL.PP. del 11/03/1988

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 e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

D.M. LL.PP. del 14/02/1992

Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

D.M. 9 Gennaio 1996

Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche

D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi

D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche

Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996

Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996

Decreto n. 159 del 14.9.2005

Normative Tecniche per le costruzioni in zona sismica.

Eurocodice 7

Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali.

Eurocodice 8

Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

D.M 14/01/2008

Norme Tecniche per le Costruzioni

D.M 17/01/2018

Aggiornamento alle Norme Tecniche per le Costruzioni

3) INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO

L'area oggetto del presente studio è ubicata nella porzione occidentale del centro abitato di Gragnano Trebbiense ad una quota di circa 81 m s.l.m. (fig. 1).

3.1 Inquadramento Geologico – Geomorfologico Regionale

I caratteri geologici e geomorfologici entro cui si sviluppa il territorio comunale di Gragnano T.se sono il risultato dell'impilamento di prismi di accrezione (falde) avvenuto a seguito di movimenti ricollegabili alle varie fasi tettoniche sviluppate a partire dal Cretacico sup. con momenti di culmine rappresentati dalla fase ligure (Eocene medio), subligure (Oligocene sup.-Miocene inf.), burdigaliana e toscana (Tortoniano), per concludersi con i movimenti messiniani e plio-pleistocenici. I terreni interessati dalle deformazioni tettoniche sono di origine marina e hanno subito traslazioni di entità differente a seconda della loro originaria posizione paleogeografica. Le successioni continentali invece (sostanzialmente quaternarie), non evidenziano, nelle porzioni superficiali affioranti, deformazioni duttili e fragili che, invece, sono documentate nel sottosuolo della pianura.

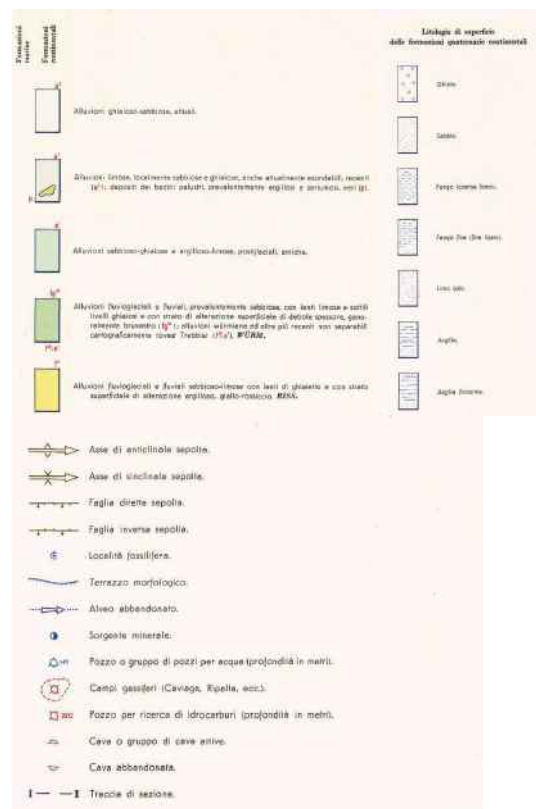
Le importanti traslazioni mio-pleistoceniche dell'edificio appenninico hanno portato le successioni emiliane ad avanzare verso settentrione, accavallandosi sui depositi medio miocenici oggi presenti nel sottosuolo. Le successioni marine della zona marginale sono ricoperte, attraverso una vasta superficie erosionale, da depositi continentali quaternari di piana e conoide alluvionale. Quest'ultimi depositi, presenti nell'intero territorio comunale, sono andati progressivamente a suturare i resti del bacino marino padano, attraverso un'alternanza di fasi erosive e deposizionali: anche il bacino padano risulta interessato dalla strutturazione plio-pleistocenica con una serie di accavallamenti che si spingono verso N, oltre l'attuale corso del Po, costituendo nel loro insieme il cosiddetto "Fronte sepolto dell'Appennino". Coinvolte in fasi tettoniche recenti, infine, le unità quaternarie hanno registrato, soprattutto nei processi morfogenetici, chiari fenomeni di un sollevamento tettonico che ha dato origine a forme di ringiovanimento del territorio (Fig. 4-5).

CARTA GEOLOGICA D'ITALIA 1:100.000

PIACENZA Foglio 60



Fig. 4: Estratto Carta Geologica d'Italia 1:100.000 – Foglio n. 60



SEZIONE GEOLOGICA DELLA PIANURA

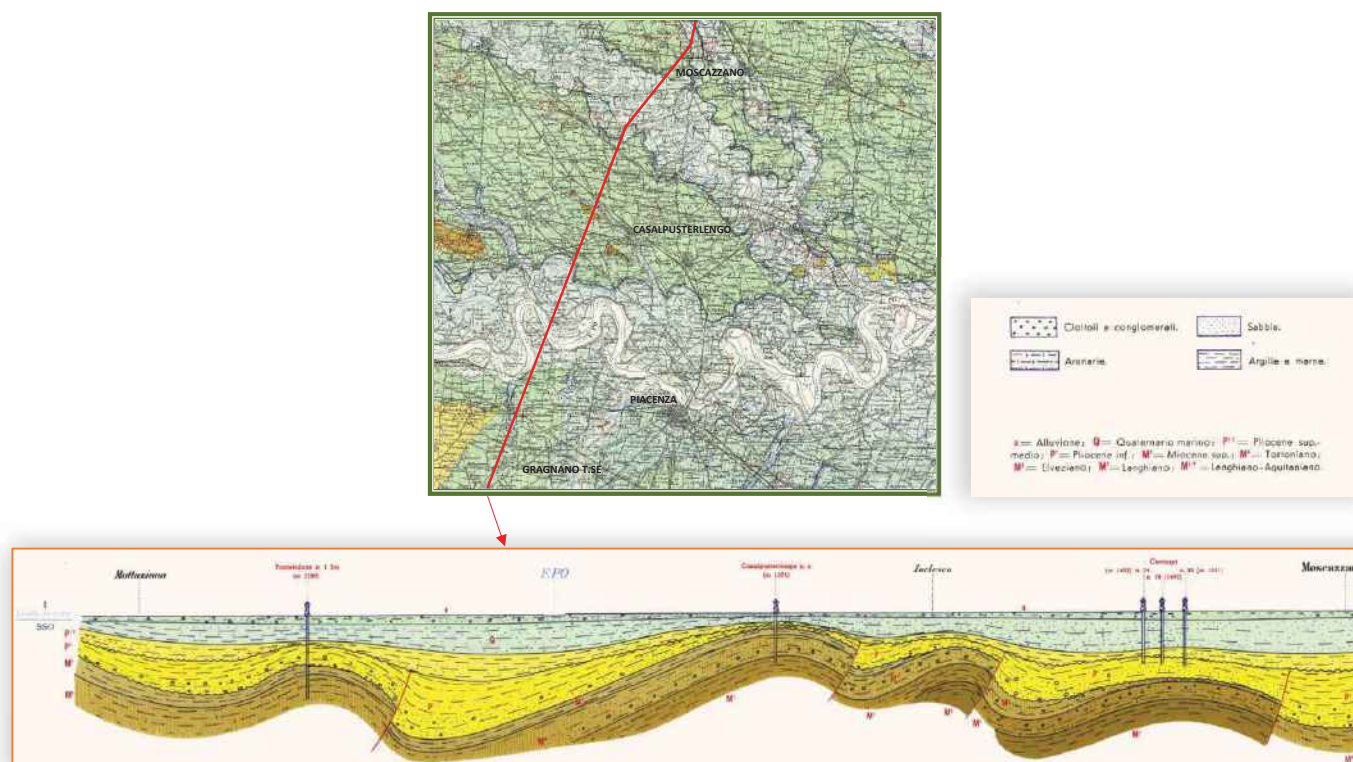


Fig. 5: Sezione dalla Carta geologica d'Italia scala 1:100.000; Foglio n. 60

3.2 Aspetti Geologici – Geomorfologici dell'area in esame

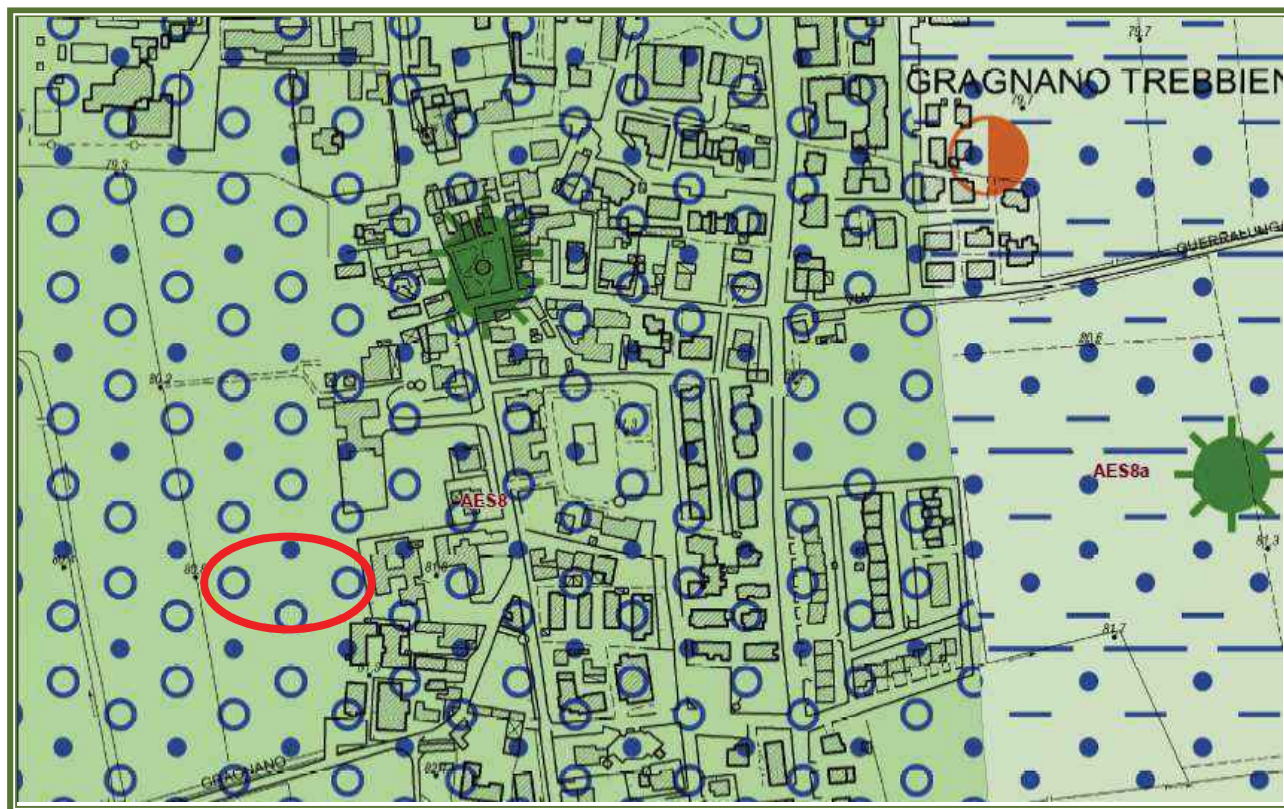
La zona interessata dal presente studio è ubicata nella porzione centro-occidentale del capoluogo comunale e risulta, dal punto di vista geologico e geomorfologico, ubicata in corrispondenza della parte terminale di un sistema di terrazzi depositatesi nelle varie fasi interglaciali. Più precisamente l'area in oggetto risulta ubicata a circa 500 m a ovest dalla scarpata, ormai poco riconoscibile, che separa i depositi fluvio-glaciali riconducibili all'ultima fase interglaciale (Fase Wurmiana) dai depositi appartenenti alla prima fase postglaciale (Alluvioni antiche). Oggi tali sedimenti vengono attribuiti, secondo la nuova classificazione dei Depositi Quaternari, al Subsistema di Ravenna (Fig. 6).

Tale "sistema terrazzato" prograda con una pendenza media del 5% verso nord e risulta limitato, verso Est, dalla scarpata che fa da raccordo alle geometricamente sottostanti "Alluvioni Postglaciali" del F. Trebbia, mentre verso Sud il limite è costituito dalle scarpate, non sempre riconoscibili, che separano il terrazzo wurmiano dai più elevati ed antichi terreni dei terrazzi rissiani e mindeliani. A ovest il limite è costituito dall'incisione del T. Tidone.

Nel dettaglio, i depositi affioranti nell'area oggetto di studio sono stati identificati come appartenenti al AES - Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore (Pleistocene medio-Olocene) – AES8 – Subsistema di Ravenna. Tale unità è costituita da ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati con copertura discontinua di limi argillosi: depositi intravallivi terrazzati e di conoide ghiaiosa. Limi e limi sabbiosi: depositi di interconoide. Il profilo di alterazione varia da qualche decina di cm fino ad 1 m. Il tetto dell'unità è rappresentato dalla superficie deposizionale, per gran parte relitta, corrispondente al piano topografico, mentre il contatto di base è discordante sulle unità più antiche. Lo spessore massimo dell'unità è inferiore a 20 metri.

Nell'areale oggetto dell'intervento sono state condotte specifiche indagini geognostiche e geofisiche che hanno registrato una potenza del materiale di copertura argilloso-limoso poco addensato, dell'ordine di circa 3.0/4.0 m al di sotto del quale si rinviene materiale granulare ben addensato (sabbia ghiaiosa/ghiaie).

CARTA GEOLOGICA DELLA REGIONE EMILIA - ROMAGNA



Legenda

 pozzo per acqua

Ambienti deposiz. e litologie

 Ghiaia Sabbiosa - Piana alluvionale

 Sabbia limoso argillosa - Piana alluvionale

Coperture quaternarie

 AES8 - Subsistema di Ravenna

 AES8a - Unità di Modena

AES8 – Subsistema di Ravenna

Descrizione tipologica: Ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati con copertura discontinua di limi argillosi: depositi intravallivi terrazzati e di conoide ghiaiosa. Limi e limi sabbiosi: depositi di interconoide. Il profilo di alterazione varia da qualche decina di cm fino ad 1 m. Il tetto dell'unità è rappresentato dalla superficie deposizionale, per gran parte relitta, corrispondente al piano topografico, mentre il contatto di base è discordante sulle unità più antiche. Lo spessore massimo dell'unità è inferiore a 20 metri.

Tessitura: Ghiaia Sabbiosa (GS)

Ambiente: Piana alluvionale

Ubicazione: Pianura

Fig. 6: Estratto Carta Geologica Regionale

3.3 Idrografia ed Idrogeologia (cenni)

Il reticolo idrografico presenta come elemento principale il Fiume Trebbia, ubicato circa due chilometri ad est dal sito, a cui si aggiunge una fitta rete di corpi idrici secondari (rii e canali di ordine inferiore) tra cui il Rio Gandore circa 350 m a ovest e il canale di scolo Rio Bianco circa 100 m ad ovest.

Il F. Trebbia, nel tratto relativo al territorio comunale di Gragnano T.se, è caratterizzato da una configurazione di drenaggio tipo “braided”, comunemente detta anche a canali intrecciati. Esso è costituito da una distesa d’alluvioni ciottolose (ghiaie eterometriche pulite e/o in scarsa matrice sabbiosa) solcata da una rete anastomizzata di canali appena incisi che, con un caratteristico andamento sinuoso variamente accentuato, sostituiscono un definitivo alveo di magra.

La suddivisione morfologica del territorio con distinzione della fascia di pianura, dei terrazzi e della fascia collinare-montana è utile anche per definire lo schema di circolazione idrica del sottosuolo: le acque sotterranee, infatti, sono ospitate in corpi acquiferi costituiti dagli stessi depositi delle unità terziarie e quaternarie, di permeabilità e trasmissività così caratteristiche da assumere anche il connotato di Unità idrogeologiche (Fig. 7).

Il regime idrico sotterraneo è tipicamente caratterizzato da falde freatiche e semiconfinate negli acquiferi superficiali e falde confinate in quelli profondi. Gli assi principali di flusso di tali falde sono generalmente diretti verso Nord – Nord/Est, in accordo con l’orientamento della rete idrografica principale e del gradiente topografico determinando un andamento idrodinamico della superficie piezometrica piuttosto regolare. L’alimentazione della falda è principalmente dovuta a filtrazioni di subalveo degli apparati fluviali e all’infiltrazione nel terreno delle piogge efficaci.

Dalla cartografia idrogeologica del PSC di Gragnano (Fig. 8), si osserva che nell’area in esame la falda si trova a 10-15 metri di profondità dal piano campagna con variazioni della soggiacenza in funzione del regime stagionale delle precipitazioni (nei periodi di forti precipitazioni la stessa può attestarsi a quote più prossime al piano campagna). La stessa area è stata classificata come zona con vulnerabilità alta, con una litologia di superficie costituita prevalentemente da limo; il tetto delle ghiaie è situato a profondità inferiori a 10 metri e le falde sono a pelo libero.

Le verticali penetrometriche eseguite non hanno intercettato la falda di superficie, confermando per essa una soggiacenza > 4.0 m.

SEZIONI GEOLOGICHE DELLA PIANURA EMILIANO - ROMAGNOLA

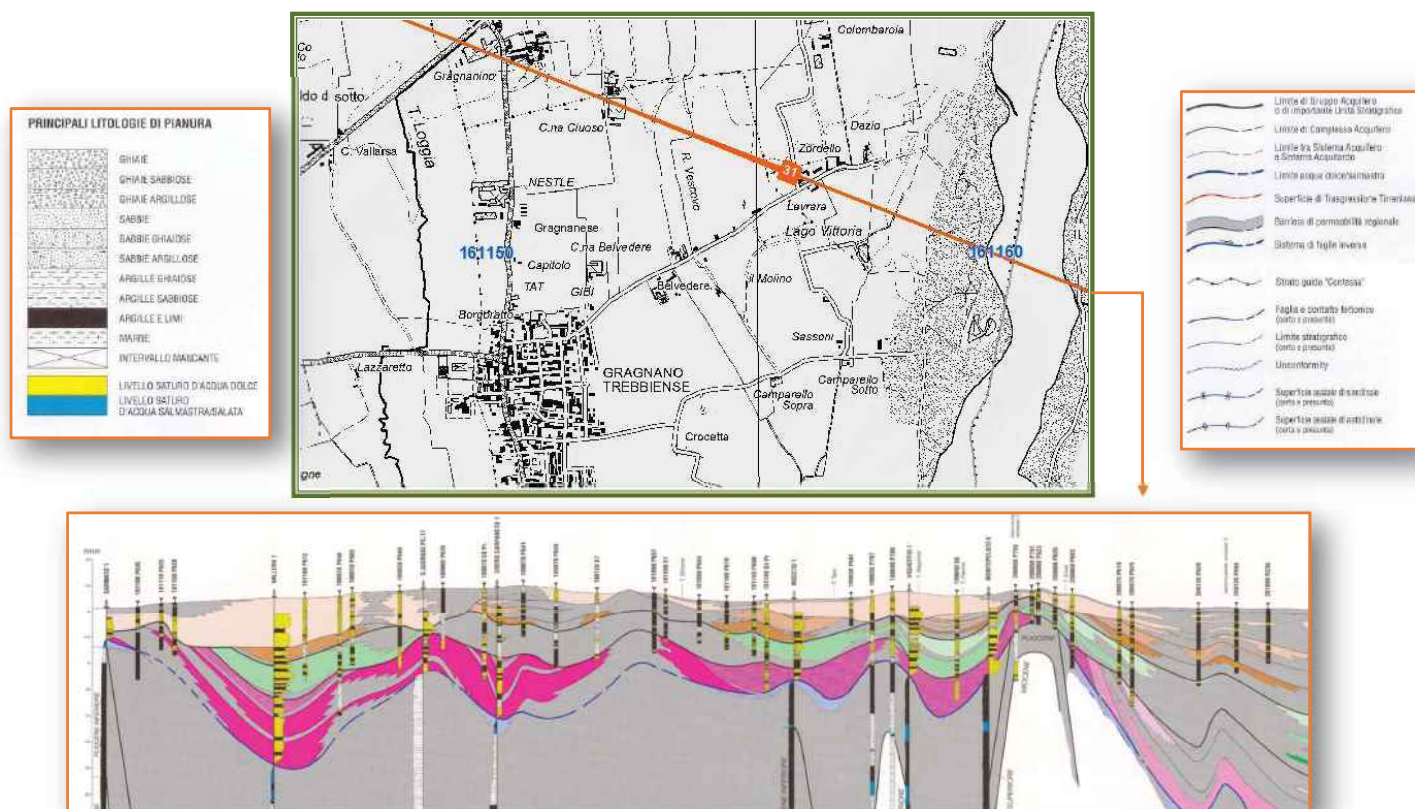
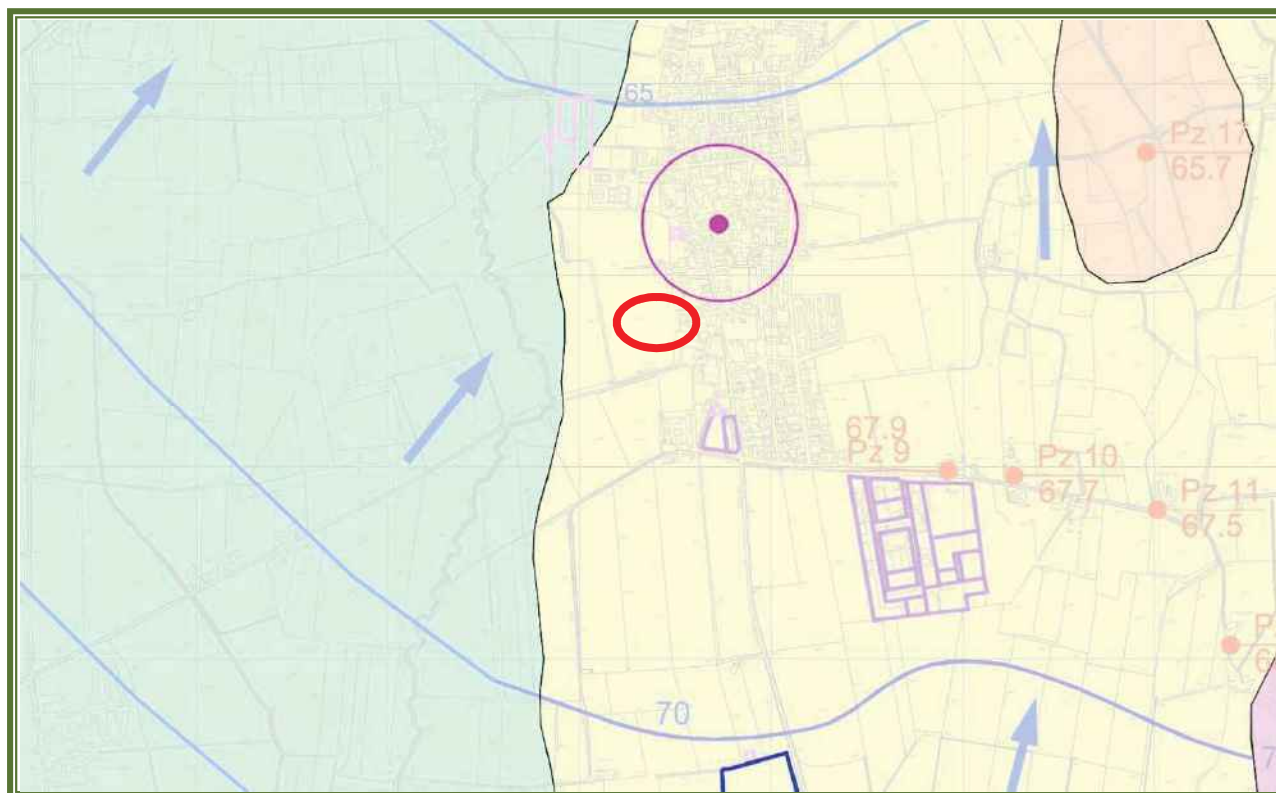


Fig. 7: Sezione sismica interpretata

CARTA IDROGEOLOGICA PSC



- Zone con vulnerabilità Estremamente Elevata**
Serbatoi idrici senza nessuna protezione da parte di strati di copertura a litologia fine con falda idrica a pelo libero affiorante e subaffiorante (zone d'alveo del F. Trebbia)
- Zone con vulnerabilità Elevata**
Litologia affiorante costituita da ghiaie e/o sabbie rappresentanti la zona insatura soprastante l'acquifero principale; copertura fine assente o presente con spessori ridotti, perturbata dai processi biologici delle radici e degli animali; falda a pelo libero
- Zone con vulnerabilità Alta**
Litologia affiorante costituita da terreni limosi e tendenzialmente limosi, a copertura di un substrato ghiaioso relegato a profondità inferiori di 10 metri dal piano campagna; falda a pelo libero
- Zone con vulnerabilità Media**
Litologia affiorante costituita da terreni limosi e tendenzialmente limosi, a copertura di un substrato ghiaioso relegato a profondità maggiori di 10 metri dal piano campagna, oppure caratterizzata da terreni argillosi e tendenzialmente argillosi, a copertura di un substrato ghiaioso relegato a profondità inferiori di 10 metri dal piano campagna; falda a pelo libero
- Zone con vulnerabilità Bassa localmente Media**
Litologia affiorante costituita da terreni argillosi e tendenzialmente argillosi alternati a terreni argillosi e tendenzialmente argillosi, a copertura di un substrato ghiaioso relegato a profondità maggiori di 5 metri dal piano campagna; falda a pelo libero

Pz 7
89.9
Punti di misura del livello idrico

89
Isopieze (m s.l.m.) - campagna di misura giugno 1998
Definiscono l'assetto morfo-planimetrico del livello idrico

Direzione del flusso idrico sotterraneo
Esprime la direzione del moto della falda idrica

Pozzi ad uso idropotabile con relativa fascia di rispetto dei 200 m

Area produttiva esteri

Attrezzature tecnologiche esistenti

Grado di vulnerabilità	Litologie di superficie	Profondità tetto ghiaie	Caratteristiche dell'acquifero
B Basso	Argilla Limo	> 5 m > 10 m	Falda a pelo libero o in pressione Falda in pressione
M Medio	Argilla Limo Limo Sabbia	< 5 m > 10 m < 10 m > 10 m	Falda a pelo libero Falda a pelo libero Falda in pressione Falda in pressione
A Alto	Sabbia Sabbia e/o Ghiaia	> 10 m < 10 m	Falda a pelo libero Falda a pelo libero
E Elevato	Limo Sabbia	< 10 m < 10 m	Falda a pelo libero
EE Estremamente elevato	Ghiaia (alveo)	0 m	

Classi di vulnerabilità degli acquiferi (GNDCI - CNR, AA.VV., 1988)

Fig. 8: Estratto Carta Idrogeologica del PSC – Comune di Gragnano T.se

Tale dato consente di escludere una sua interazione diretta con il manufatto in progetto e, in particolare, con le fondazioni dello stesso. Si ricorda che dal punto di vista geotecnico sono le falde più superficiali (ospitate nella coltre di copertura) e generalmente di carattere effimero a causare i problemi maggiori alle strutture, in quanto condizionano fortemente le caratteristiche geotecniche del terreno determinando un decadimento delle stesse a causa, soprattutto, del regime stagionale che le caratterizza e interagendo anche con le fondazioni dei manufatti.

3.4 Pericolosità Geo-ambientale e Strumenti Urbanistici

Per quanto concerne la gestione territoriale in termini di strumentazione urbanistica, l'area di nostro interesse, come precedentemente evidenziato, viene inserita nella cartografia del P.S.C. (Fig. 8) tra le aree a vulnerabilità alta dal punto di vista idrogeologico. Va altresì evidenziato che la stessa area ricade nelle immediate vicinanze della fascia di rispetto di 200 m di un pozzo ad uso idropotabile. In merito alla "Fattibilità delle trasformazioni" (Fig. 9) l'area ricade in una zona a fattibilità con modeste limitazioni all'insediamento residenziale e industriale.

SISTEMA IDROGEOLOGICO: FATTIBILITÀ TRASFORMAZIONI

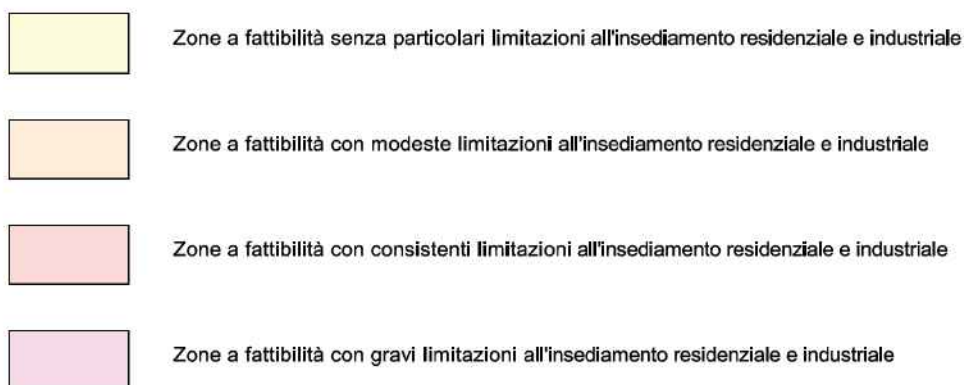
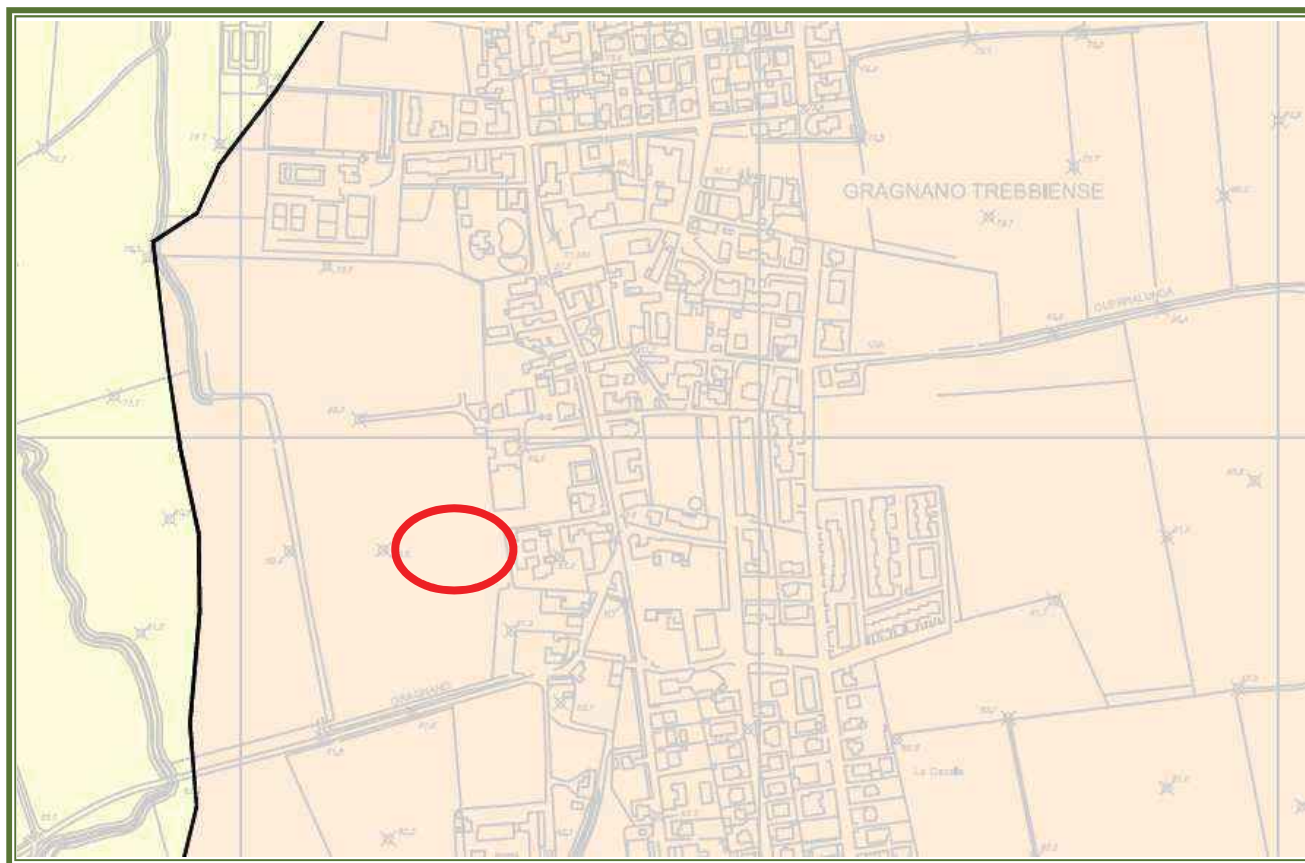


Fig. 9: Estratto Carta “Sistema idrogeologico: fattibilità delle trasformazioni” (PSC)

4) INDAGINI EFFETTUATE E MODELLO GEOLOGICO GEOTECNICO PRELIMINARE

Allo scopo di verificare la fattibilità dell'opera in progetto e valutarne la compatibilità rispetto al contesto geologico-idrogeologico in cui si inserisce, lo scrivente ha effettuato, il giorno 29 gennaio 2019, un sopralluogo geologico generale durante il quale sono stati presi in considerazione gli aspetti geologici, geomorfologici ed idrologici per un intorno significativo del sito in esame.

Osservazione e rilevamento geologico di superficie sono stati integrati con indagini sito specifiche finalizzate alla modellazione geologica ed individuazione delle principali unità litotecniche costituenti il primo sottosuolo dell'area di studio.

La campagna geognostica è consistita nell'esecuzione di:

- n. 4 prove *penetrometriche dinamiche* eseguite con penetrometro Pagani TG 63-200 il quale, tramite un maglio di 63.5 Kg di peso che cade da 75 cm di altezza, infigge nel terreno una serie di aste lunghe un metro cadauna all'estremità delle quali vi è una punta standardizzata di 20.43 cm² di sezione. Le letture su passo strumentale (n. di colpi ogni 20 cm di infissione dell'asta), elaborazioni e risultati sono riportati in **allegato 1**. La parametrizzazione geomeccanica restituita in fase interpretativa, costituisce una base per la valutazione preliminare della capacità portante e dei cedimenti attesi sviluppata nel capitolo successivo del presente documento.
- Indagini geofisiche di superficie (trattazione specifica in **allegato 2**) consistite in n. 1 prova MASW per la caratterizzazione della categoria di suolo sismico (VS_{eq}) e n. 1 prova HVSr tipo Nakamura per la determinazione della frequenza sito specifica.

Una preliminare analisi dei contenuti derivanti dallo stato dell'arte nonché il reperimento di documentazione tecnica esistente (esempio pregresse campagne geognostiche correlabili per contesto specifico) costituiscono passi necessari alla comprensione della realtà indagata e, pertanto, alla limitazione del grado di incertezza interpretativa.

Dalla sinergia degli strumenti conoscitivi sopra descritti è stato possibile definire in via preliminare un modello geologico rappresentativo dell'assetto lito-stratigrafico di sito, nonché l'individuazione e caratterizzazione delle principali unità litotecniche interagenti con le opere in progetto.

La campagna di indagini eseguita è stata dimensionata in relazione all'attuale fase di stato progettuale. Ne consegue una finalità ed un grado di definizione del modello geologico coerente con il livello di approfondimento adottato. In considerazione del fatto che la definizione del piano delle indagini, la caratterizzazione e la modellazione geotecnica sono responsabilità del progettista (con riferimento alla normativa nazionale), potranno effettuarsi integrazioni alle prove eseguite sotto indicazione e richiesta di quest'ultimo. Di seguito, per maggior chiarezza sull'argomento, si riportano estratti normativi dedicati alla progettazione geotecnica (DECRETO 17 gennaio 2018 - Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»).

Estratto Articolo 6.2.1 "Caratterizzazione e Modellazione Geologica del Sito"

Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17.01.2018)

"Il modello geologico di riferimento è la ricostruzione concettuale della storia evolutiva dell'area di studio. La caratterizzazione e la modellazione geologica del sito deve comprendere la ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio, descritti e sintetizzati dal modello geologico di riferimento. In funzione del tipo di opera, di intervento e della complessità del contesto geologico nel quale si inserisce l'opera, specifiche indagini saranno finalizzate alla documentata ricostruzione del modello geologico. Il modello geologico deve essere sviluppato in modo da costituire elemento di riferimento per il progettista per inquadrare i problemi geotecnici e per definire il programma delle indagini geotecniche".

Estratto Articolo 6.2.2 “Indagini, caratterizzazione e modellazione geotecnica”
Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17.01.2018).

“Le indagini geotecniche devono essere programmate in funzione del tipo di opera e/o di intervento e devono riguardare il volume significativo di terreno (parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione del manufatto e che influenza il manufatto stesso). Le indagini devono permettere la definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo necessari alla progettazione. Della definizione del piano delle indagini, della caratterizzazione e della modellazione geotecnica è responsabile il progettista. I valori caratteristici delle grandezze fisiche e meccaniche da attribuire ai terreni devono essere ottenuti mediante specifiche prove di laboratorio su campioni indisturbati di terreno e attraverso l'interpretazione dei risultati di prove e misure in sito. Per valore caratteristico di un parametro geotecnico deve intendersi una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro nello stato limite considerato. Ai fini dell'analisi quantitativa di uno specifico problema, per modello geotecnico di sottosuolo si intende uno schema rappresentativo del volume significativo di terreno, suddiviso in unità omogenee sotto il profilo fisico-meccanico, che devono essere caratterizzate con riferimento allo specifico problema geotecnico. È responsabilità del progettista la definizione del piano delle indagini, la caratterizzazione e la modellazione geotecnica. Nel caso di costruzioni o di interventi di modesta rilevanza, che ricadano in zone ben conosciute dal punto di vista geotecnico, la progettazione può essere basata su preesistenti indagini e prove documentate sull'esperienza e sulle conoscenze disponibili, ferma restando la piena responsabilità del progettista su ipotesi e scelte progettuali”.

Il modello di sottosuolo schematizzato può definirsi “Modello geologico – geotecnico preliminare” in quanto oltre a costituire un primo rapporto di prefattibilità ambientale dell'opera, supportato da valutazioni ed indagini geologiche – idrogeologiche, introduce una preliminare definizione del “livello di pericolosità geologica” e del “comportamento” del sito in quanto accompagnato da indagini e prove geotecniche finalizzate al problema specifico, ante operam.

La redazione di un modello geologico-geotecnico “definitivo” potrà essere sviluppata sulla base di un progetto esecutivo ad opera del progettista, mediante disamina approfondita delle “problematiche esaminate” e delle “verifiche analitiche in sede di progettazione esecutiva”.

Nel modello proposto, la scelta dei valori caratteristici da attribuire alle grandezze fisiche e meccaniche del terreno si basa sulla valutazione di più fattori: analisi cautelativa dei risultati ottenuti da specifiche prove e misure eseguite in sito; condizioni di stato limite considerato; complessità della realtà geologica sito specifica e pericolosità geologiche riscontrate entro il volume significativo considerato.

Ad integrazione delle conoscenze di sito e a supporto interpretativo delle indagini condotte, sono state inoltre utilizzate le informazioni bibliografiche e d’archivio disponibili.

4.1 Modello Geologico Geotecnico Preliminare

Unità 1. Profondità da 0.0 a 3.0/3.8 m circa. L’unità risulta costituita da un orizzonte di natura prevalentemente argillosa e limosa e le proprietà geomeccaniche ad esso associate sono scadenti. La porzione più superficiale di sottosuolo (circa primo metro di profondità) è infatti oggetto di ripetuti cicli stagionali che determinano una variazione nel contenuto naturale di acqua (nei periodi siccitosi il terreno si presenta sovraconsolidato). Per terreni in cui i minerali argillosi costituenti appaiono in percentuale non trascurabile, l’alternanza di umattazione ed essiccamento comporta un decadimento delle proprietà fisiche e geomeccaniche del materiale. Generalmente, oltre al metro di profondità tale aspetto può considerarsi trascurabile. Le caratteristiche geomeccaniche principali possono così riassumersi: peso unità di volume $\gamma = 1.60/1.65$ T/mc; coesione non drenata $C_u = 2.0/3.5$ T/mq; modulo edometrico $E_d = 25/35$ kg/cmq. $N_{spt} = 2.45/4.73$.

Unità 2. Profondità oltre i 3.0/3.8 m circa (verticale penetrometrica spinta fino a 4.2/4.8 m dal p.c.). Dalle stratigrafie rese disponibili dall’archivio della Regione Emilia Romagna tale Unità sembra estendersi fino ad una profondità di 16/20 m circa. Si registra un netto miglioramento delle caratteristiche geotecniche del materiale dovuto ad un incremento nella componente granulare attritiva, che diventa prevalente su quella fine coesiva (ghiaia sabbiosa). I principali parametri geotecnici possono essere così schematizzati: peso unità di volume $\gamma = 2.15/2.20$ T/mc; modulo di Young $E_y = > 350$ kg/cmq; angolo di resistenza al taglio $= 38^\circ - 40^\circ$. $N_{spt} = 42.63/46.13$.

Dalle indagini geofisiche (allegato 2) viene confermata la stratigrafia sopra esposta con uno strato superficiale a bassa velocità, quindi a granulometria più fine e a carattere coesivo, fino a circa 3.0-

4.0 m, profondità alla quale avviene un aumento della velocità riconducibile a litotipi ben addensati a granulometria principalmente ghiaioso-sabbiosa che si estendono fino a 7.0-8.0 m di profondità. Un'inversione di velocità, registrata da questa quota fino ad una profondità di circa 13.0 m, è riconducibile a materiale a minore granulometria e addensamento mentre il netto aumento dei valori di velocità più in profondità indica la presenza di litotipi granulari ben addensati con probabili locali livelli cementati.

5) VERIFICA DEL CARICO LIMITE/Stato Limite Ultimo - Formula Brinch-Hansen(EC7-EC8)

Il presente capitolo illustra l'ipotesi fondazionale preliminare riferita all'intervento/i oggetto della presente relazione.

La verifica riportata costituisce uno strumento ulteriore per valutare la compatibilità geologica dell'intervento/i in progetto: non assume, pertanto, una valenza ed un significato ingegneristico.

Rimanendo, lo scopo della verifica preliminare, confinato all'individuazione qualitativa di eventuali problematiche geotecniche del sistema terreno/fondazione, si prenderà in esame solamente un'ipotesi di pressione normale di progetto e non il completo schema delle forze agenti.

Segnalazioni emerse in questa fase verranno valutate e quantificate dal progettista incaricato in fase di progettazione definitiva.

Il Carico Limite, determinato secondo le direttive NTC 2018, è stato calcolato utilizzando la formula di Brinch - Hansen (1970), ed avanzando una duplice ipotesi fondazionale superficiale: plinti aventi quota fondazionale a - 3.80 m rispetto al piano campagna (ipotesi in condizione drenata); platea avente quota fondazionale a - 1.00 m rispetto al piano campagna (ipotesi in condizione non drenata).

5.1 Dati Generali - PLINTI

Coordinate Lat./Long.	45.011263/9.567177
Normativa	NTC 2018
Larghezza fondazione	2,5 m
Lunghezza fondazione	2,5 m
Profondità piano di posa	3,8 m
Altezza di incastro	3,8 m
Effetto sismico secondo	NTC 2018

5.2 Coefficienti Sismici (N.T.C.)

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	75,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	B
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	45,0	0,36	2,56	0,22
S.L.D.	75,0	0,45	2,52	0,25
S.L.V.	712,0	1,1	2,48	0,29
S.L.C.	1462,0	1,42	2,47	0,29

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,432	0,2	0,0088	0,0044
S.L.D.	0,54	0,2	0,011	0,0055
S.L.V.	1,32	0,24	0,0323	0,0162
S.L.C.	1,704	0,24	0,0417	0,0209

5.3 Stratigrafia Terreno

Spessore strato [m]	Peso unità di volume [Kg/m³]	Peso unità di volume saturo [Kg/m³]	Angolo di attrito [°]	Coesione [Kg/cm²]	Coesione non drenata [Kg/cm²]	Modulo Elastico [Kg/cm²]	Modulo Edometrico [Kg/cm²]	Poisson	Coeff. consolidaz. primaria [cmq/s]
3,8	1650,0	1750,0	0,0	0,0	0,3	28,5	30,0	0,0	0,0
4,5	1900,0	2000,0	30,0	0,0	0,0	250,0	200,0	0,30	0,0

Carichi di progetto agenti sulla fondazione

Nr.	Nome combinazioni	Pressione normale di progetto [Kg/cm²]	N [Kg]	Mx [Kg·m]	My [Kg·m]	Hx [Kg]	Hy [Kg]	Tipo
1	A1+M1+R3	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Progetto
2	SISMA	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Progetto
3	S.L.E.	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Servizio
4	S.L.D.	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Servizio

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef. Rid. Capacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	2,3	1,1
2	Si	1	1	1	1	1	2,3	1,1
3	No	1	1	1	1	1	1	1
4	No	1	1	1	1	1	1	1

5.4 Carico Limite Fondazione combinazione A1+M1+R3

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	29,44	
Fattore [Nc]	42,16	
Fattore [Ng]	38,37	
Fattore forma [Sc]	1,58	
Fattore profondità [Dc]	1,27	
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0	
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1,0	
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0	
Fattore forma [Sq]	1,56	
Fattore profondità [Dq]	1,26	
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0	
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,0	
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0	
Fattore forma [Sg]	0,7	
Fattore profondità [Dg]	1,0	
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0	
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,0	
Fattore inclinazione base [Bg]	1,0	
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0	
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0	
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0	
Carico limite	43,21	Kg/cm ²
Costante di sottofondo	17,29	Kg/cm ³

5.5 Stima dei Cedimenti Elastici

I cedimenti immediati di una fondazione di dimensioni B x L posta sulla superficie di un semispazio elastico si possono calcolare in base ad una equazione basata sulla teoria dell'elasticità (Timoshenko e Goodier -1951):

$$\Delta H = q_0 B' \frac{1-\mu^2}{E_s} \left(I_1 + \frac{1-2\mu}{1-\mu} I_2 \right) I_F \quad (1)$$

dove:

q_0 = Intensità della pressione di contatto

B' = Minima dimensione dell'area reagente,

E e μ = Parametri elastici del terreno.

I_i = Coefficienti di influenza dipendenti da: L/B' , spessore dello strato H , coefficiente di Poisson μ , profondità del piano di posa D ;

Il modulo elastico per terreni stratificati viene calcolato come media pesata dei moduli elastici degli strati interessati dal cedimento immediato.

CEDIMENTI ELASTICI

Pressione normale di progetto	1,5 Kg/cm ²
Spessore strato	2,0 m
Profondità substrato roccioso	2,0 m
Modulo Elastico	250,0 Kg/cm ²
Coefficiente di Poisson	0,3
Coefficiente di influenza I1	0,24
Coefficiente di influenza I2	0,07
Coefficiente di influenza Is	0,28
Cedimento al centro della fondazione	2,48 mm
Coefficiente di influenza I1	0,1
Coefficiente di influenza I2	0,08
Coefficiente di influenza Is	0,15
Cedimento al bordo	0,68 mm

5.6 Stima dei Cedimenti Edometrici

Il calcolo dei cedimenti con l'approccio edometrico consente di valutare un cedimento di consolidazione di tipo monodimensionale, prodotto dalle tensioni indotte da un carico applicato in condizioni di espansione laterale impedita.

Il cedimento edometrico viene calcolato per stimare l'entità dei cedimenti a medio e lungo termine (Cedimento di consolidazione + Cedimento viscoso) con il Metodo logaritmico di Terzaghi.

Nel caso fondazionale ipotizzato si ottiene:

Pressione normale di progetto 1,5 Kg/cm²

Z: Profondità media dello strato; Dp: Incremento di tensione; Wc: Cedimento consolidazione;
Ws: Cedimento secondario; Wt: Cedimento totale.

Strato	Z (m)	Tensione (Kg/cm ²)	Dp (Kg/cm ²)	Metodo	Wc (cm)	Ws (cm)	Wt (cm)
2	4,325	0,727	0,834	Edometrico	0,396	--	0,396

Cedimento totale Wt = 0,40 cm

L'esame dei cedimenti evidenzia come questi ultimi, in base all'ipotesi fondazionale fatta e con un carico stimato di 1.5 Kg/cm², raggiungano un valore massimo totale pari a circa 6/7 mm di cui circa 4.0 mm nel medio e lungo periodo mentre circa 2.0-3.0 mm è l'entità del cedimento immediato, simultaneo alle diverse fasi di carico. Si ricorda come il margine di errore afferente la stima dei cedimenti sia piuttosto ampio in quanto si possono verificare differenze pari a circa il $\pm 20\%$ o $\pm 30\%$ rispetto a quanto stimato.

I cedimenti stimati non considerano l'interazione delle altre strutture adiacenti, trascurando pertanto gli effetti indotti dalla sovrapposizione dei bulbi tensionali di ciascun manufatto.

Si lascia comunque il compito al progettista incaricato di verificare la compatibilità tra la struttura in progetto ed i cedimenti attesi nel tempo in funzione dei reali carichi di esercizio.

5.7 Dati Generali - PLATEA

Coordinate Lat./Long.	45.011263/9.567177
Normativa	NTC 2018
Larghezza fondazione	6,0 m
Lunghezza fondazione	15,0 m
Profondità piano di posa	1,0 m
Altezza di incastro	1,0 m
Effetto sismico secondo	NTC 2018

5.8 Carico Limite Fondazione combinazione A1+M1+R3

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione non drenata)

Fattore [Nq]	1,0	
Fattore [Nc]	5,14	
Fattore forma [Sc]	1,08	
Fattore profondità [Dc]	1,0	
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0	
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1,0	
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0	
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0	
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0	
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0	
Carico limite	1,73	Kg/cm ²
Costante di sottofondo	0,69	Kg/cm ³

5.9 Stima dei Cedimenti Elastici

I cedimenti immediati di una fondazione di dimensioni B x L posta sulla superficie di un semispazio elastico si possono calcolare in base ad una equazione basata sulla teoria dell'elasticità (Timoshenko e Goodier -1951):

$$\Delta H = q_0 B' \frac{1-\mu^2}{E_s} \left(I_1 + \frac{1-2\mu}{1-\mu} I_2 \right) I_F \quad (1)$$

dove:

q_0 = Intensità della pressione di contatto

B' = Minima dimensione dell'area reagente,

E e μ = Parametri elastici del terreno.

I_i = Coefficienti di influenza dipendenti da: L/B' , spessore dello strato H , coefficiente di Poisson μ , profondità del piano di posa D ;

Il modulo elastico per terreni stratificati viene calcolato come media pesata dei moduli elastici degli strati interessati dal cedimento immediato.

CEDIMENTI ELASTICI

Pressione normale di progetto	0,3 Kg/cm ²
Spessore strato	2,0 m
Profondità substrato roccioso	2,0 m
Modulo Elastico	30,0 Kg/cm ²
Coefficiente di Poisson	0,3
Coefficiente di influenza I1	0,06
Coefficiente di influenza I2	0,1
Coefficiente di influenza Is	0,12
Cedimento al centro della fondazione	4,78 mm
Coefficiente di influenza I1	0,02
Coefficiente di influenza I2	0,06
Coefficiente di influenza Is	0,06
Cedimento al bordo	1,1 mm

5.10 Stima dei Cedimenti Edometrici

Il calcolo dei cedimenti con l'approccio edometrico consente di valutare un cedimento di consolidazione di tipo monodimensionale, prodotto dalle tensioni indotte da un carico applicato in condizioni di espansione laterale impedita.

Il cedimento edometrico viene calcolato per stimare l'entità dei cedimenti a medio e lungo termine (Cedimento di consolidazione + Cedimento viscoso) con il Metodo logaritmico di Terzaghi.

Nel caso fondazionale ipotizzato si ottiene:

Pressione normale di progetto 0,3 Kg/cm²

Z: Profondità media dello strato; Dp: Incremento di tensione; Wc: Cedimento consolidazione;
Ws: Cedimento secondario; Wt: Cedimento totale.

Strato	Z (m)	Tensione (Kg/cm ²)	Dp (Kg/cm ²)	Metodo	Wc (cm)	Ws (cm)	Wt (cm)
1	2,4	0,396	0,111	Edometrico	0,9109	--	0,9109
2	4,3	0,722	0,082	Edometrico	0,0412	--	0,0412

Cedimento totale Wt = 0,952 cm

L'esame dei cedimenti evidenzia come questi ultimi, in base all'ipotesi fondazionale fatta e con un carico stimato di 0.3 Kg/cm², raggiungano un valore massimo totale pari a circa 14/15 mm di cui circa 9.0/10.0 mm nel medio e lungo periodo mentre circa 4.0/5.0 mm è l'entità del cedimento immediato, simultaneo alle diverse fasi di carico. Si ricorda come il margine di errore afferente la stima dei cedimenti sia piuttosto ampio in quanto si possono verificare differenze pari a circa il $\pm 20\%$ o $\pm 30\%$ rispetto a quanto stimato.

I cedimenti stimati non considerano l'interazione delle altre strutture adiacenti, trascurando pertanto gli effetti indotti dalla sovrapposizione dei bulbi tensionali di ciascun manufatto.

Si lascia comunque il compito al progettista incaricato di verificare la compatibilità tra la struttura in progetto ed i cedimenti attesi nel tempo in funzione dei reali carichi di esercizio.

6) CONCLUSIONI

Date le dimensioni e la tipologia del manufatto in progetto e valutate le risultanze delle indagini espletate, si evince come lo stesso non comporti una significativa variazione dell'equilibrio geologico-geomorfologico-idrogeologico della zona risultando quindi essere, nel complesso, **geologicamente compatibile**.

Si raccomanda tuttavia di adottare alcuni interventi cautelativi ed accorgimenti costruttivi di normale uso nella zona:

- La tipologia fondazionale più idonea a conferire le migliori garanzie di stabilità per il futuro manufatto dovrà essere scelta e dimensionata in funzione dei reali carichi di esercizio ed in modo da trasmettere al sistema terreno-fondazione pressioni compatibili;
- Le risultanze scaturite dalle indagini sito specifiche condotte, hanno evidenziato la presenza di due unità litotecniche principali caratterizzate da un differente comportamento geomeccanico: prettamente coesivo per quanto concerne l'orizzonte più superficiale ed attritivo relativamente all'unità granulare sottostante. Coerentemente con la diversità nella natura geotecnica che li caratterizza, si consiglia di immorsare le fondazioni entro l'unità litotecnica granulare in quanto avente migliori caratteristiche prestazionali;
- Nel caso di piano fondazionale immorsato entro l'orizzonte superficiale coesivo, si consiglia di prevedere e dimensionare la messa in opera di idoneo cassonetto in materiale granulare stabilizzato costituente il sottofondo fondazionale allo scopo di ridurre i cedimenti attesi nonché di tenere strutturalmente separate le strutture aventi differenti tipologie fondazionali;
- La compresenza di eterogenei sistemi terreno/fondazione (per diversità di tipologia fondazionale impiegata e/o di comportamento geomeccanico del terreno fondazionale), può determinare problematiche di cedimento differenziale;

- La stima dei cedimenti effettuata in fase di ipotesi preliminare, non considera l'eventuale azione di bulbi di pressione relazionabili ad adiacenti manufatti;
- Si rimanda al progettista il dimensionamento e la scelta fondazionale più idonea in considerazione anche degli aspetti tecnici sopra affrontati;
- Per quanto possibile cercare di mantenere asciutto il terreno di fondazione, avendo una particolare cura per l'allontanamento delle acque meteoriche, da realizzarsi mediante la costruzione di un efficiente sistema di pluviali che impedisca alle acque di infiltrarsi in aderenza alla fondazione del futuro manufatto, compromettendo nel tempo la stabilità dello stesso.

Nel dichiararmi a disposizione per eventuali ulteriori delucidazioni integrative colgo l'occasione per porgere distinti saluti.

Trevozzo V.T. 06/02/2019

Geotest s.r.l.



Dott. Geologo Adriano Baldini

Allegato 1

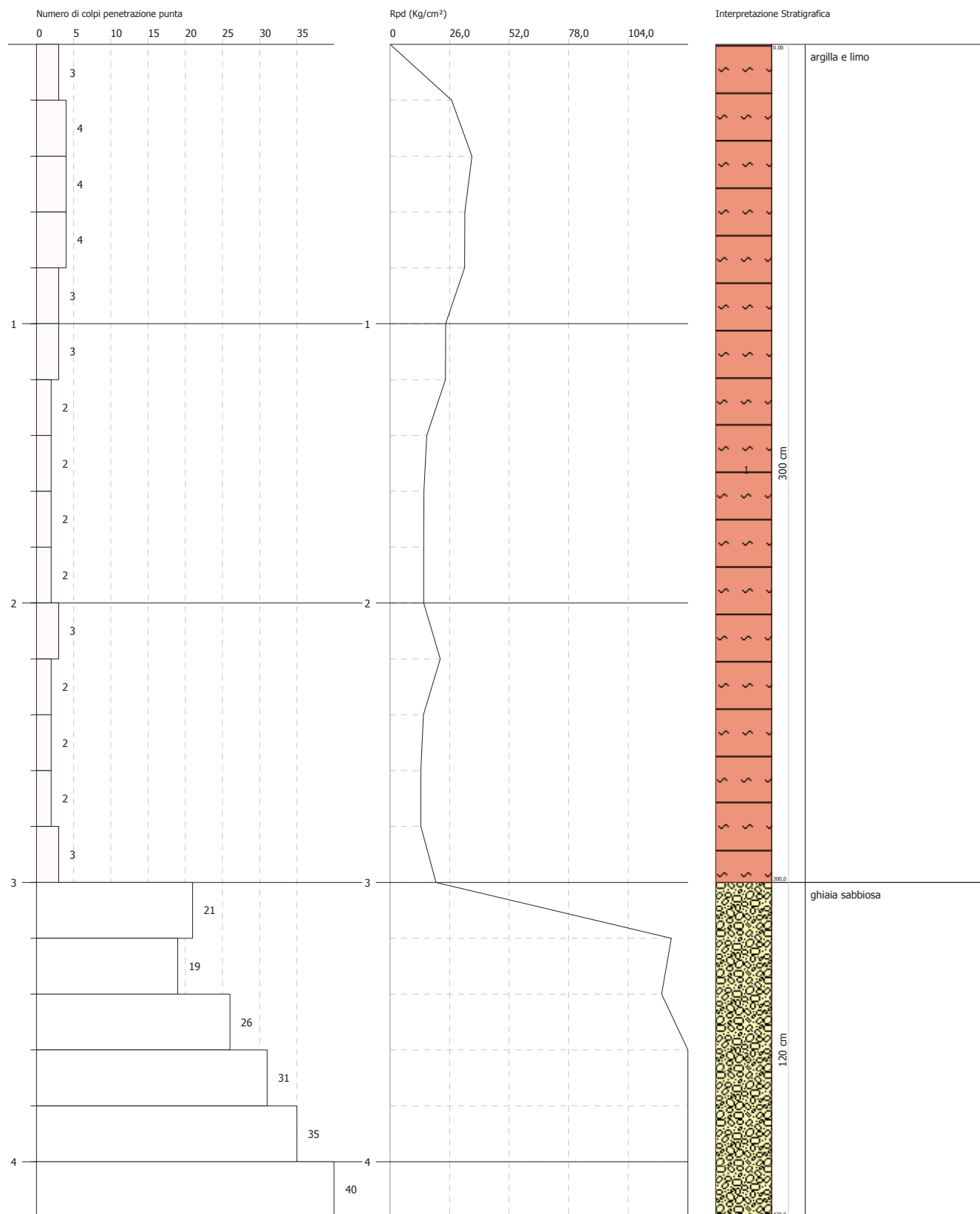
Prove Penetrometriche

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P 1
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Comune di Gragnano T.se
Descrizione: Nuova palestra comunale
Località: Gragnano T.se

Data: 29/01/2019

Scala 1:20



ESECUTORE INDAGINI:

GeoTest s.r.l.

COMMITTENTE: Comune di Gragnano Trebbiense

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P.1

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato (1) argilla e limo	4,01	0.00-3,00	Schmertmann 1975	0,39

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (1) argilla e limo	4,01	0.00-3,00	Robertson (1983)	8,02

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato (1) argilla e limo	4,01	0.00-3,00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	42,69

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato (1) argilla e limo	4,01	0.00-3,00	Apollonia	40,10

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) argilla e limo	4,01	0.00-3,00	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato (1) argilla e limo	4,01	0.00-3,00	Meyerhof	1,70

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato (1) argilla e limo	4,01	0.00-3,00	Meyerhof	1,87

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (2) ghiaia sabbiosa	42,63	3,00-4,20	42,63	Skempton 1986	74,45

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (2) ghiaia sabbiosa	42,63	3,00-4,20	42,63	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	40,29

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
Strato (2) ghiaia sabbiosa	42,63	3,00-4,20	42,63	Schmertmann (1978) (Sabbie)	341,04

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
Strato (2) ghiaia sabbiosa	42,63	3,00-4,20	42,63	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	228,13

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (2) ghiaia sabbiosa	42,63	3,00-4,20	42,63	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m³)
Strato (2) ghiaia sabbiosa	42,63	3,00-4,20	42,63	Meyerhof et al.	2,21

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m³)
Strato (2) ghiaia sabbiosa	42,63	3,00-4,20	42,63	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,12

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (2) ghiaia sabbiosa	42,63	3,00-4,20	42,63	(A.G.I.)	0,27

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm²)
Strato (2) ghiaia sabbiosa	42,63	3,00-4,20	42,63	Ohsaki (Sabbie pulite)	2212,31

ALLEGATO 1 – ELABORAZIONE PROVE PENETROMETRICHE

Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_H / \sigma_V$

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K_0
Strato (2) ghiaia sabbiosa	42,63	3,00-4,20	42,63	Navfac 1971-1982	7,21

Q_c (Resistenza punta Penetrometro Statico)

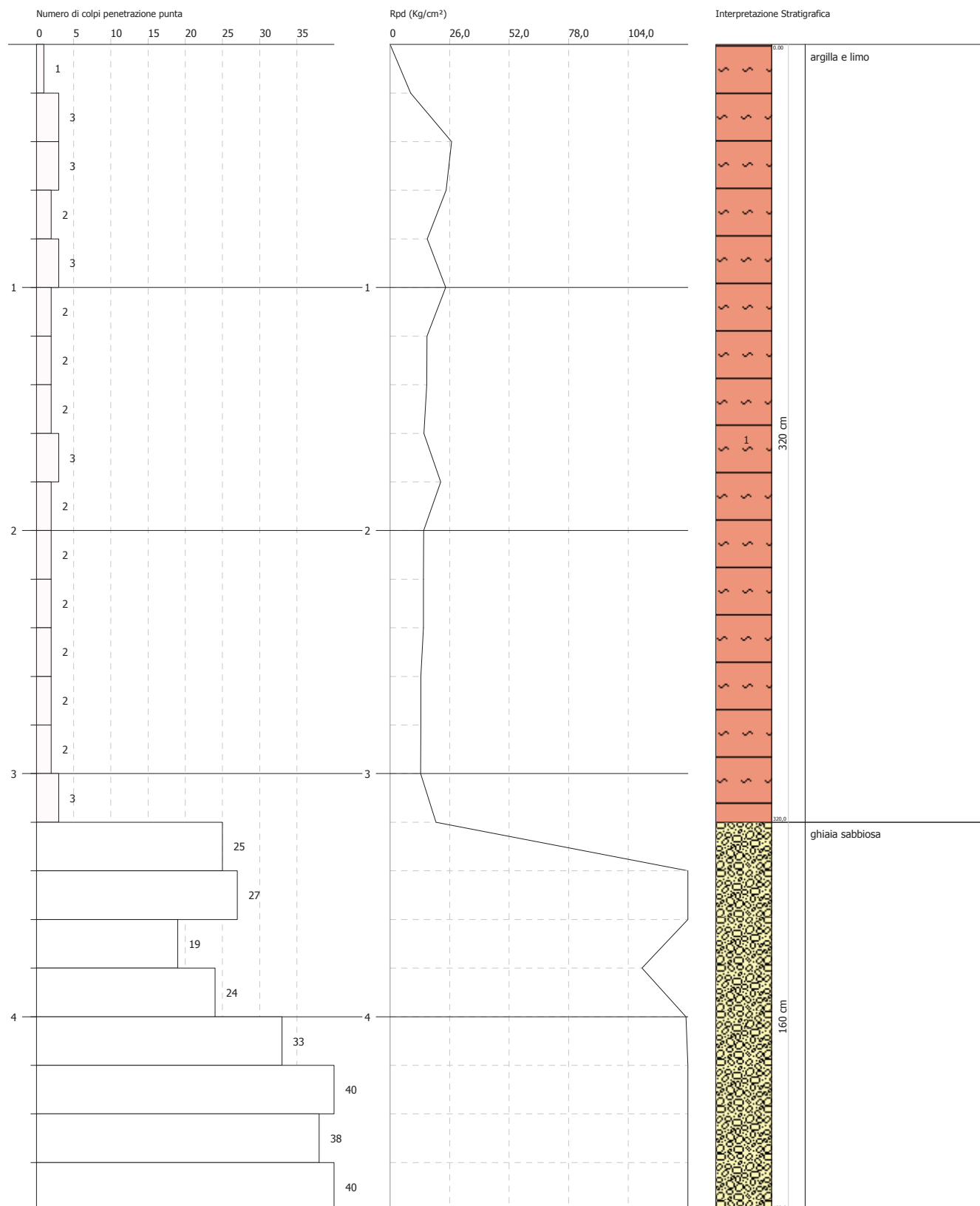
Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Q_c (Kg/cm ²)
Strato (2) ghiaia sabbiosa	42,63	3,00-4,20	42,63	Robertson 1983	85,26

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P 2
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Comune di Gragnano T.se
Descrizione: Nuova palestra comunale
Località: Gragnano T.se

Data: 29/01/2019

Scala 1:23



ESECUTORE INDAGINI:**GeoTest s.r.l.****COMMITTENTE: Comune di Gragnano Trebbiense****STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P.2****TERRENI COESIVI**

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato (1) argilla e limo	3,31	0.00-3,20	Schmertmann 1975	0,32

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (1) argilla e limo	3,31	0.00-3,20	Robertson (1983)	6,62

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato (1) argilla e limo	3,31	0.00-3,20	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	35,55

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato (1) argilla e limo	3,31	0.00-3,20	Apollonia	33,10

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) argilla e limo	3,31	0.00-3,20	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato (1) argilla e limo	3,31	0.00-3,20	Meyerhof	1,66

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato (1) argilla e limo	3,31	0.00-3,20	Meyerhof	1,86

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (2) ghiaia sabbiosa	46,13	3,20-4,80	46,13	Skempton 1986	77,21

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (2) ghiaia sabbiosa	46,13	3,20-4,80	46,13	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	41,3

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
Strato (2) ghiaia sabbiosa	46,13	3,20-4,80	46,13	Schmertmann (1978) (Sabbie)	369,04

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
Strato (2) ghiaia sabbiosa	46,13	3,20-4,80	46,13	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	243,74

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (2) ghiaia sabbiosa	46,13	3,20-4,80	46,13	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m³)
Strato (2) ghiaia sabbiosa	46,13	3,20-4,80	46,13	Meyerhof et al.	2,22

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m³)
Strato (2) ghiaia sabbiosa	46,13	3,20-4,80	46,13	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,14

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (2) ghiaia sabbiosa	46,13	3,20-4,80	46,13	(A.G.I.)	0,26

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm²)
Strato (2) ghiaia sabbiosa	46,13	3,20-4,80	46,13	Ohsaki (Sabbie pulite)	2382,64

ALLEGATO 1 – ELABORAZIONE PROVE PENETROMETRICHE

Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_H / \sigma_V$

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K_0
Strato (2) ghiaia sabbiosa	46,13	3,20-4,80	46,13	Navfac 1971-1982	7,66

Q_c (Resistenza punta Penetrometro Statico)

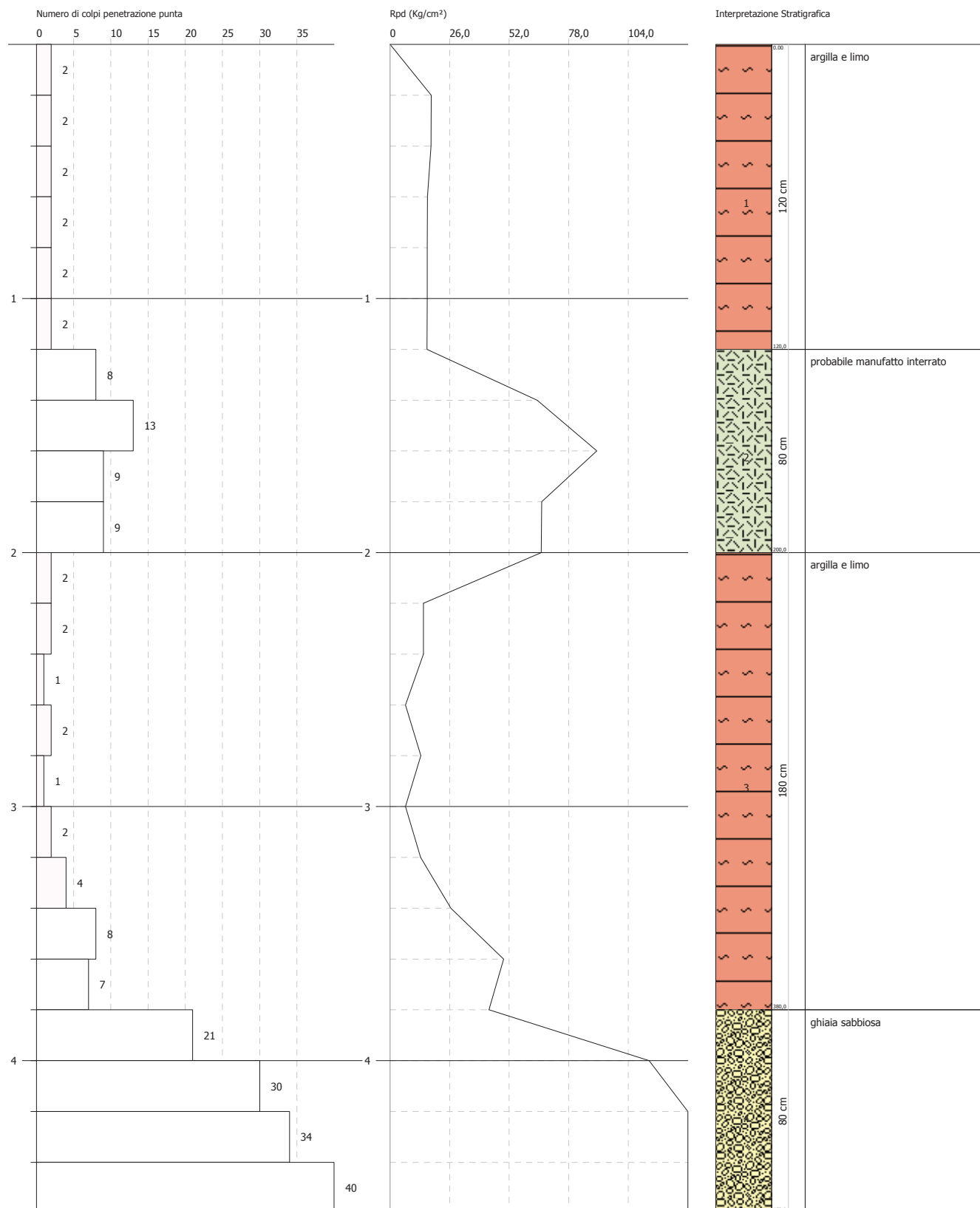
Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Q_c (Kg/cm ²)
Strato (2) ghiaia sabbiosa	46,13	3,20-4,80	46,13	Robertson 1983	92,26

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P 3
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Comune di Gragnano T.se
Descrizione: Nuova palestra comunale
Località: Gragnano T.se

Data: 29/01/2019

Scala 1:22



ESECUTORE INDAGINI:**GeoTest s.r.l.****COMMITTENTE: Comune di Gragnano Trebbiense****STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P.3****TERRENI COESIVI**

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato (1) argilla e limo	2,94	0.00-1,20	Schmertmann 1975	0,28
Strato (3) argilla e limo	4,73	2,00-3,80	Schmertmann 1975	0,46

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (1) argilla e limo	2,94	0.00-1,20	Robertson (1983)	5,88
Strato (3) argilla e limo	4,73	2,00-3,80	Robertson (1983)	9,46

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato (1) argilla e limo	2,94	0.00-1,20	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	31,78
Strato (3) argilla e limo	4,73	2,00-3,80	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	50,04

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato (1) argilla e limo	2,94	0.00-1,20	Apollonia	29,40
Strato (3) argilla e limo	4,73	2,00-3,80	Apollonia	47,30

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) argilla e limo	2,94	0.00-1,20	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
Strato (3) argilla e limo	4,73	2,00-3,80	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato (1) argilla e limo	2,94	0.00-1,20	Meyerhof	1,63
Strato (3) argilla e limo	4,73	2,00-3,80	Meyerhof	1,74

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato (1) argilla e limo	2,94	0.00-1,20	Meyerhof	1,86
Strato (3) argilla e limo	4,73	2,00-3,80	Meyerhof	1,88

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (2) probabile manufatto interrato	14,33	1,20-2,00	14,33	Skempton 1986	41,79
Strato (4) ghiaia sabbiosa	46,31	3,80-4,60	46,31	Skempton 1986	77,35

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (2) probabile manufatto interrato	14,33	1,20-2,00	14,33	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	29,66
Strato (4) ghiaia sabbiosa	46,31	3,80-4,60	46,31	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	41,36

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato (2) probabile manufatto interrato	14,33	1,20-2,00	14,33	Schmertmann (1978) (Sabbie)	114,64
Strato (4) ghiaia sabbiosa	46,31	3,80-4,60	46,31	Schmertmann (1978) (Sabbie)	370,48

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (2) probabile manufatto interrato	14,33	1,20-2,00	14,33	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	101,91
Strato (4) ghiaia sabbiosa	46,31	3,80-4,60	46,31	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	244,54

ALLEGATO 1 – ELABORAZIONE PROVE PENETROMETRICHE

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (2) probabile manufatto interrato	14,33	1,20-2,00	14,33	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (4) ghiaia sabbiosa	46,31	3,80-4,60	46,31	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m³)
Strato (2) probabile manufatto interrato	14,33	1,20-2,00	14,33	Meyerhof et al.	1,86
Strato (4) ghiaia sabbiosa	46,31	3,80-4,60	46,31	Meyerhof et al.	2,22

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m³)
Strato (2) probabile manufatto interrato	14,33	1,20-2,00	14,33	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,94
Strato (4) ghiaia sabbiosa	46,31	3,80-4,60	46,31	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,14

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (2) probabile manufatto interrato	14,33	1,20-2,00	14,33	(A.G.I.)	0,33
Strato (4) ghiaia sabbiosa	46,31	3,80-4,60	46,31	(A.G.I.)	0,26

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm²)
Strato (2) probabile manufatto interrato	14,33	1,20-2,00	14,33	Ohsaki (Sabbie pulite)	793,93
Strato (4) ghiaia sabbiosa	46,31	3,80-4,60	46,31	Ohsaki (Sabbie pulite)	2391,38

Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_H / \sigma_V$

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K_0
Strato (2) probabile manufatto interrato	14,33	1,20-2,00	14,33	Navfac 1971-1982	2,99
Strato (4) ghiaia sabbiosa	46,31	3,80-4,60	46,31	Navfac 1971-1982	7,68

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

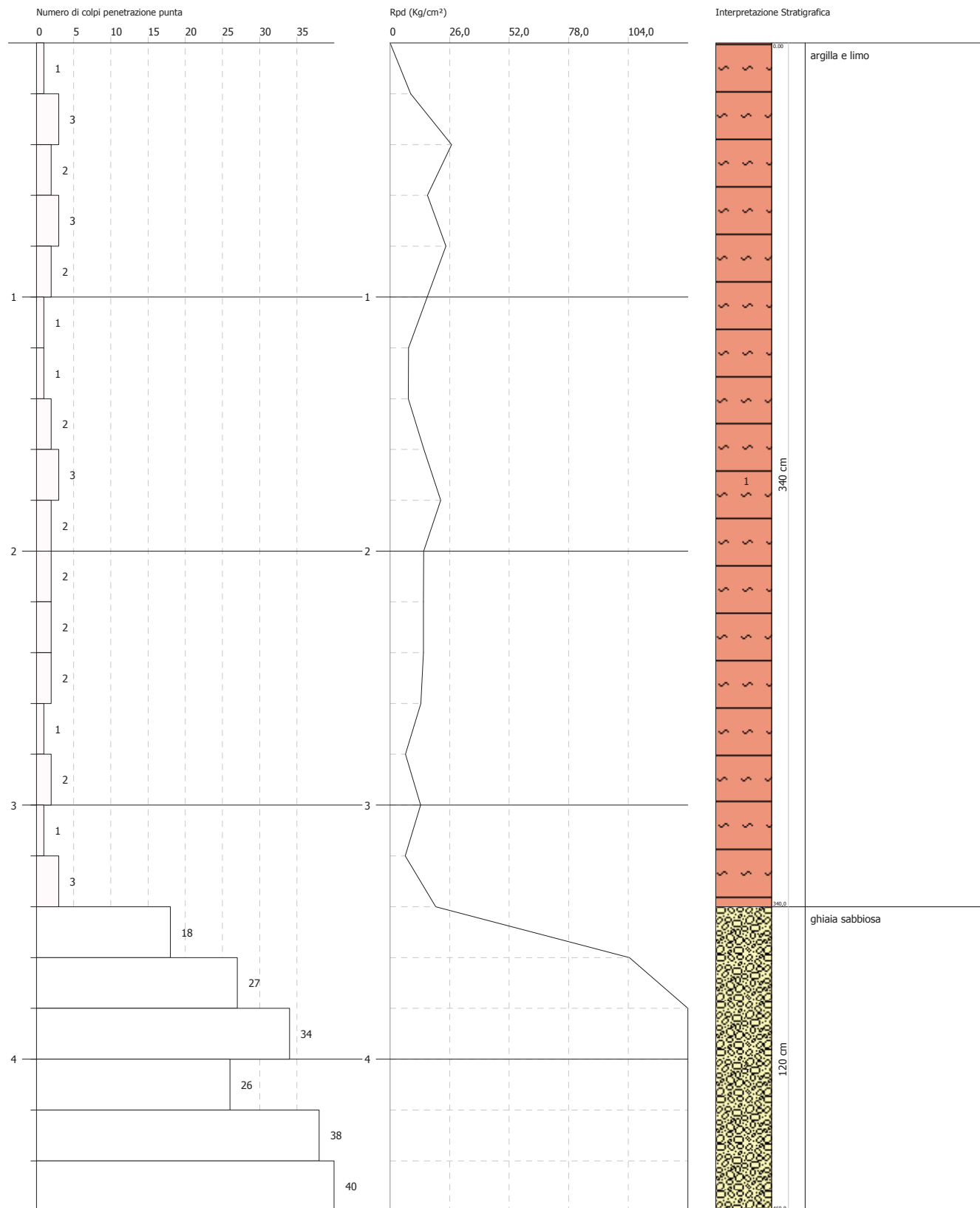
Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (2) probabile manufatto interrato	14,33	1,20-2,00	14,33	Robertson 1983	28,66
Strato (4) ghiaia sabbiosa	46,31	3,80-4,60	46,31	Robertson 1983	92,62

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P 4
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Comune di Gragnano T.se
Descrizione: Nuova palestra comunale
Località: Gragnano T.se

Data: 29/01/2019

Scala 1:22



ESECUTORE INDAGINI:**GeoTest s.r.l.****COMMITTENTE: Comune di Gragnano Trebbiense****STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P.4****TERRENI COESIVI**

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato (1) argilla e limo	2,85	0.00-3,40	Schmertmann 1975	0,28

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (1) argilla e limo	2,85	0.00-3,40	Robertson (1983)	5,70

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato (1) argilla e limo	2,85	0.00-3,40	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	30,86

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato (1) argilla e limo	2,85	0.00-3,40	Apollonia	28,50

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) argilla e limo	2,85	0.00-3,40	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato (1) argilla e limo	2,85	0.00-3,40	Meyerhof	1,62

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato (1) argilla e limo	2,85	0.00-3,40	Meyerhof	1,86

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (2) ghiaia sabbiosa	44,83	3,40-4,60	44,83	Skempton 1986	76,18

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (2) ghiaia sabbiosa	44,83	3,40-4,60	44,83	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	40,93

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
Strato (2) ghiaia sabbiosa	44,83	3,40-4,60	44,83	Schmertmann (1978) (Sabbie)	358,64

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
Strato (2) ghiaia sabbiosa	44,83	3,40-4,60	44,83	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	237,94

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (2) ghiaia sabbiosa	44,83	3,40-4,60	44,83	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m³)
Strato (2) ghiaia sabbiosa	44,83	3,40-4,60	44,83	Meyerhof et al.	2,22

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m³)
Strato (2) ghiaia sabbiosa	44,83	3,40-4,60	44,83	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,13

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (2) ghiaia sabbiosa	44,83	3,40-4,60	44,83	(A.G.I.)	0,26

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm²)
Strato (2) ghiaia sabbiosa	44,83	3,40-4,60	44,83	Ohsaki (Sabbie pulite)	2319,47

ALLEGATO 1 – ELABORAZIONE PROVE PENETROMETRICHE

Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_H / \sigma_V$

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K_0
Strato (2) ghiaia sabbiosa	44,83	3,40-4,60	44,83	Navfac 1971-1982	7,49

Q_c (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Q_c (Kg/cm ²)
Strato (2) ghiaia sabbiosa	44,83	3,40-4,60	44,83	Robertson 1983	89,66

Allegato 2

Indagine Geofisica di Superficie

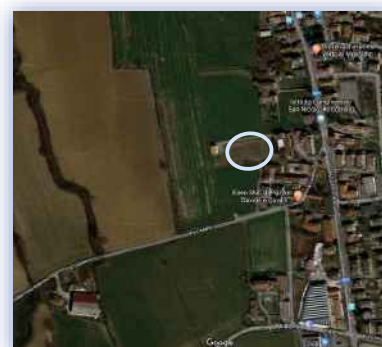
Indagine Geofisica

PROVA SISMICA MULTICANALE MASW

DATI GENERALI

- **COMMITTENTE** : COMUNE DI GRAGNANO TREBBIENSE
- **CANTIERE** : REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA PALESTRA
- **LOCALITÀ** : VIA ROMA
29010 GRAGNANO TREBBIENSE (PC)

COROGRAFIA



UBICAZIONE INDAGINI



STENDIMENTO



PROVA SISMICA MULTICANALE MASW (MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES)

1.1 PREMESSA

Su incarico e per conto della Committenza "Comune di Gragnano Trebbiense", è stata eseguita in data 29 gennaio 2019, una indagine geofisica mediante il metodo di analisi spettrale delle onde di superficie (Rayleigh) con tecnica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves), eseguita in Via Roma di Gragnano Trebbiense (PC).

L'utilizzo di tale metodologia ha permesso di ricavare le velocità delle onde di taglio S , le quali hanno consentito il calcolo del valore del parametro V_{s30} , necessario per la definizione della categoria di suolo di fondazione come previsto da normativa vigente "Aggiornamento Norme Tecniche per le Costruzioni" (D.M. 17 Gennaio 2018).

1.2 CENNI METODOLOGICI

Il metodo M.A.S.W. (*Multichannel Analysis of Surface Waves*) è una tecnica di indagine non invasiva che permette di individuare il profilo di velocità delle onde di taglio V_s , sulla base della misura delle onde superficiali eseguita in corrispondenza di diversi sensori (geofoni nel caso specifico) posti sulla superficie del suolo secondo uno stendimento lineare.

Tale metodo di indagine è di tipo attivo in quanto le onde superficiali sono generate in un punto sulla superficie del suolo (tramite energizzazione con mazza battente parallelamente all'array). Il metodo attivo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5 Hz e 70Hz, quindi fornisce informazioni sulla parte più superficiale del suolo, generalmente compresa tra i 30 m ed i 50 m, in funzione della rigidità del suolo e delle caratteristiche della sorgente e presenta una maggiore affidabilità per profondità di circa 20 m.

Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde.

In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive (fenomeno della dispersione geometrica), cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. and Richards, P.G., 1980) o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione.

La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano anche gli strati più profondi del suolo.

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale.

L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

La profondità investigata dalle onde di Rayleigh dipende dalla lunghezza d'onda, dalla velocità delle onde di taglio Vs e dalla frequenza (Stokoe II and Santamarina, 2000): onde di Rayleigh con diversa lunghezza d'onda forniscono informazioni a diverse profondità del sito. Le informazioni sulla velocità delle onde di taglio Vs del sito fornite, sono da intendersi come informazioni medie lungo la profondità.

Il risultato finale del processo di elaborazione è il profilo verticale delle velocità delle onde S.

I **vantaggi** della tecnica M.A.S.W. possono essere così riassunti:

1. particolarmente indicata per terreni attenuanti ed ambienti rumorosi;
2. è in grado di evidenziare inversioni di velocità nel profilo di velocità;
3. buona risoluzione.

I **limiti teorici** del metodo MASW fanno riferimento ad un semispazio stratificato con strati paralleli, orizzontali ed omogenei, quindi una limitazione alla sua applicabilità potrebbe essere appresentata dalla presenza di pendenze significative superiori a 20°. Si rammenta, in ogni caso, che la valutazione delle velocità e degli spessori dei singoli strati viene effettuata con un margine di incertezza, insita proprio nei metodi geofisici, che si aggira generalmente attorno al 10-20 %.

L'**elaborazione** dei dati con il metodo M.A.S.W. prevede tre principali fasi di lavoro:

1. la prima fase prevede il calcolo della velocità di fase (o curva di dispersione) apparente sperimentale;
2. la seconda fase consiste nel calcolare la velocità di fase apparente numerica;
3. la terza ed ultima fase consiste nell'individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , agendo sui parametri sotto elencati mediante loro modifica fino a raggiungere la sovrapposizione ottimale tra la velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale e la velocità di fase (o curva di dispersione) numerica corrispondente al modello di suolo assegnato:
 - 3.1 spessore strati considerati (h_{iesimo});
 - 3.2 velocità delle onde di taglio (V_s) e delle onde di compressione (V_p) o, in alternativa alle velocità V_p , è possibile assegnare il coefficiente di Poisson (σ);
 - 3.3 densità di massa degli strati che costituiscono il modello del suolo.

Generalmente l'operatore simula un modello geotecnico sintetico iniziale definendo un certo numero di strati ed assegnando a ciascuno di essi il corrispettivo valore del peso dell'unità di volume e del coefficiente di Poisson. Le principali variabili al raggiungimento del miglior fitting fra la curva di dispersione sperimentale e la curva di dispersione teorica, saranno pertanto lo spessore dei singoli strati (h_{iesimo}) e la corrispettiva velocità (V_s).

La curva di dispersione teorica ottenuta manualmente tramite intervento attivo dell'utente nella definizione di un primo modello di sottosuolo (e quindi di profilo di velocità delle onde di taglio verticali), si affianca una combinazione automatica di ricerca del profilo di velocità / modello di sottosuolo ottimale. Quest'ultima si affida ad un algoritmo di ricerca globale o locale per minimizzare l'errore tra la curva sperimentale e la curva numerica.

Il processo descritto è detto "**di Inversione**" e consiste, appunto, nella modifica reiterata dei parametri del modello geotecnico sintetico fino ad avvicinare il più possibile (tendenza alla sovrapposizione) la curva di dispersione teorica con quella sperimentale ed ottenere il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidità.

In genere quando l'errore relativo, tra curva sperimentale e curva numerica è compresa tra il 5% ed il 10% si ha un soddisfacente accordo tra le due pertanto, il profilo di velocità delle onde di taglio V_s e la definizione di suolo sismico conseguente rappresentano una soluzione valida dal punto di vista ingegneristico.

1.3 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA E MODALITÀ ESECUTIVE

La strumentazione utilizzata per l'acquisizione dei dati consiste in un sismografo a 24 canali *ECHO 12-24/2002 della "Ambrogeo"*, n° 12 geofoni verticali con periodo proprio di 4,5 Hz, mazza battente di 8 kg dotata di uno starter da accoppiare al circuito trigger del sismografo, piastra di battuta in alluminio 15x15x2.5 cm, batteria ricaricabile 12V, cavo per sismica a rifrazione 75 mt con 12 takeouts a 5 metri di intervallo, computer portatile Toshiba.



Figura 1: Sismografo Echo 24/2002 Seismic UNIT Ambrogeo

La geometria di acquisizione ha previsto uno stendimento di 12 geofoni spazati di 5 m (distanza intergeofonica) con offset sorgente di 5 m (distanza di energizzazione dal primo geofono).

La configurazione temporale di acquisizione è consistita in durata di acquisizione pari a 1002.3 msec e periodo di campionamento 0.131 msec.

Si ricorda che il punto di determinazione del profilo delle Vs in profondità, si riferisce al centro dello stendimento geofonico.

I dati sismici registrati in campagna sono stati elaborati utilizzando il software *"winMASW 7.3 versione Professional della Eliosof"* il quale consente l'operazione di processing mediante "modellazione diretta" e fitting tra la curva di dispersione e lo spettro di velocità ottenuto dai dati acquisiti per arrivare ad un modello del profilo verticale Vs il più coerente possibile con l'andamento della curva di dispersione sperimentale misurata.

1.4 ELABORAZIONE DATI

I dati sismici registrati in campagna sono stati elaborati utilizzando il software "winMASW 7.3 versione Professional della Elicosof". In una prima fase è stata calcolata la velocità di fase (o curva di dispersione) apparente sperimentale.

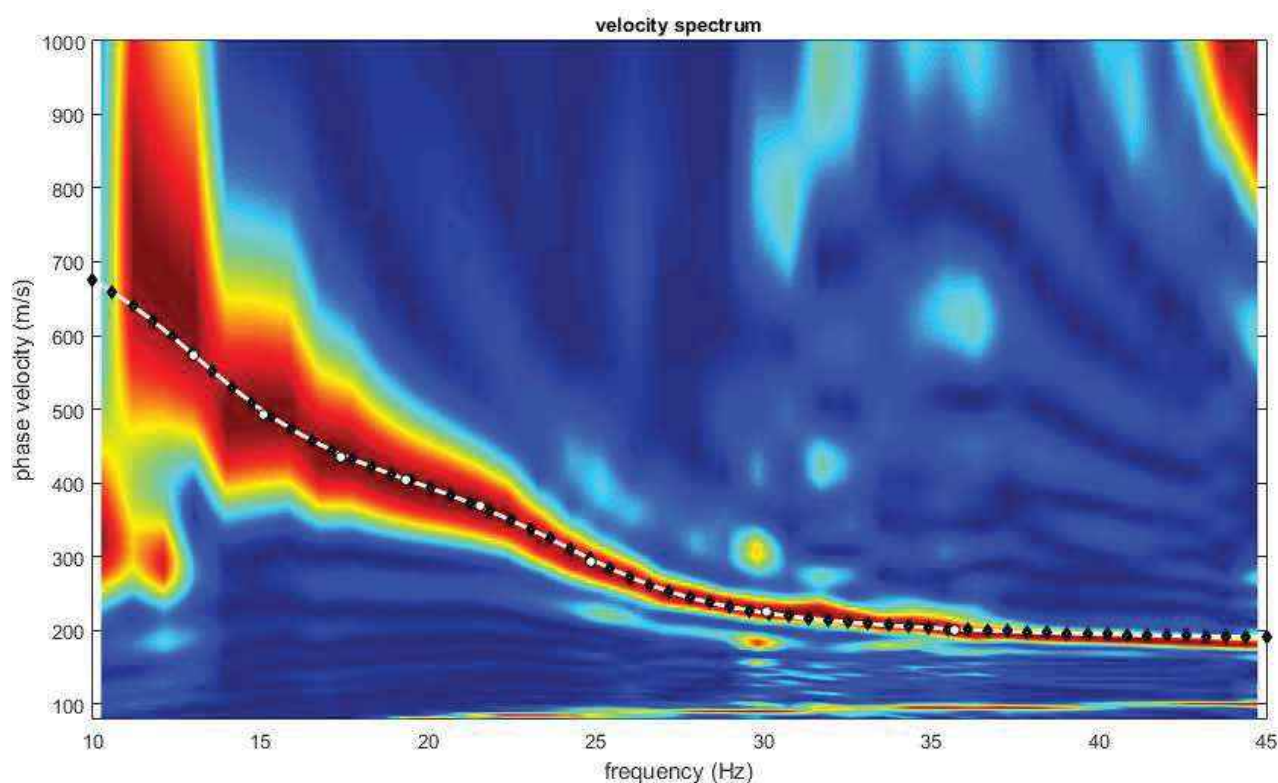


Figura 2: Grafico velocità di fase-frequenza e curva di dispersione dell'area d'interesse

Successivamente è stato definito il profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , modificando opportunamente, per ciascun strato individuato, i seguenti parametri: spessore h , velocità delle onde di taglio V_s e di compressione V_p o, in alternativa, il coefficiente di Poisson (σ) e il peso dell'unità di volume. Lo scopo è quello di ottenere un modello di velocità, e quindi di sottosuolo, a cui corrisponda una curva di dispersione numerica che si sovrapponga (o avvicini) alla velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale.

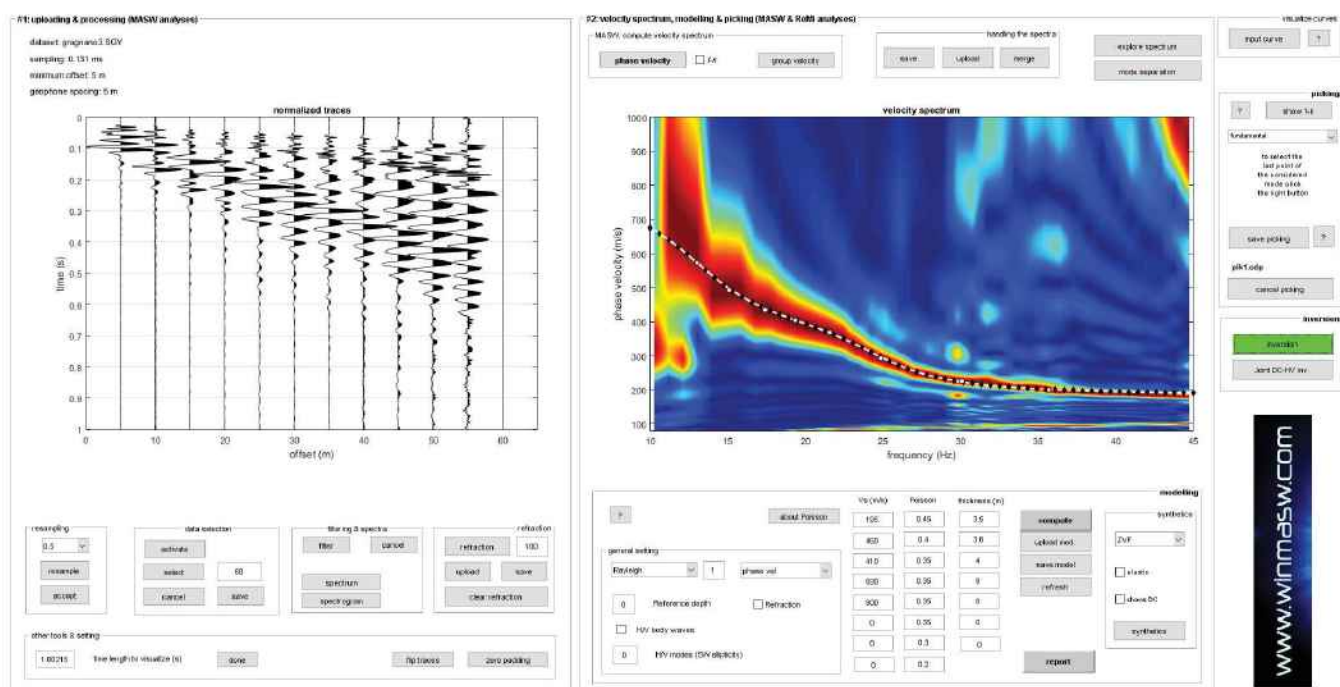
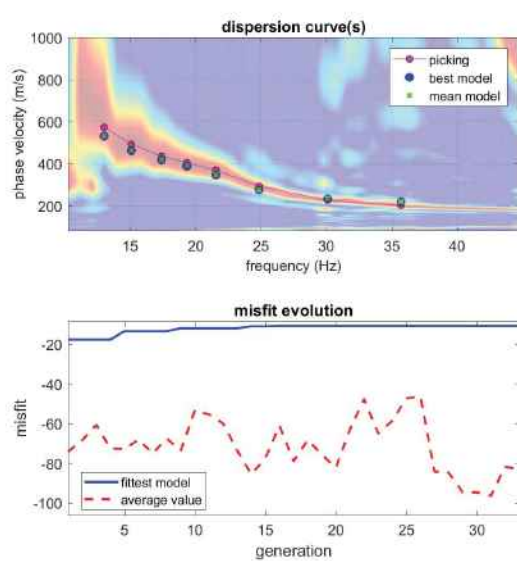
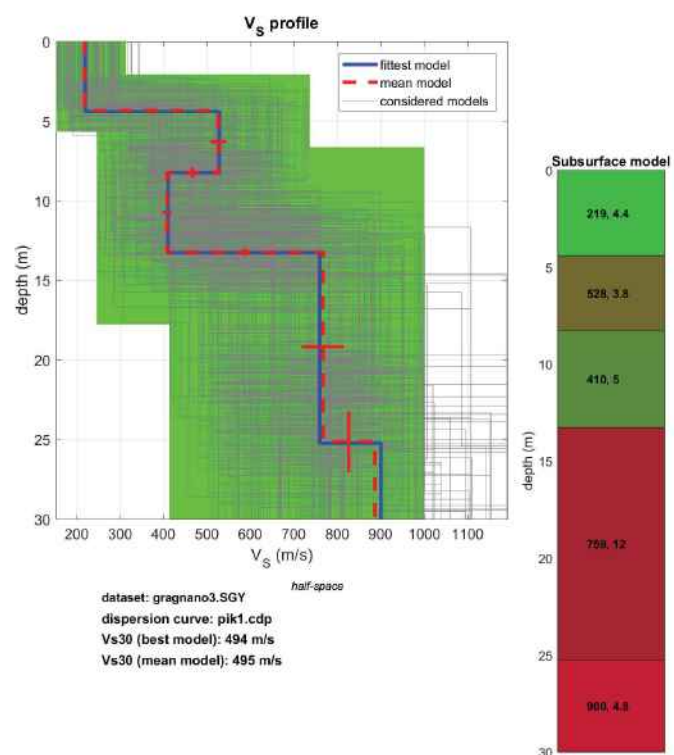


Figura 3: Sulla sinistra i dati di campagna e sulla destra lo spettro di velocità calcolato



www.winmasw.com



dataset: gragnano3.SGY
 dispersion curve: pik1.cdp
 Vs30 (best model): 494 m/s
 Vs30 (mean model): 495 m/s

Figura 4: Risultati della modellazione diretta con relativa curva di dispersione. A destra Profilo verticale Vs successivo al processo di inversione

1.5 ANALISI DEI RISULTATI

I dati sismici acquisiti, ed elaborati, hanno consentito di interpretare un profilo di velocità delle onde "S" fino ad oltre 30 m dal p.c.

Tale risultato costituisce un importante supporto nell'interpretazione della successione litostratigrafica di sito. L'indagine geofisica M.A.S.W., unitamente alle risultanze di prove geognostiche (tra cui penetrometrie dinamiche e/o statiche) nonché di informazioni bibliografiche e d'archivio, consente la definizione dei principali orizzonti geotecnici. La velocità di propagazione delle onde di taglio costituisce un parametro geomeccanico del mezzo attraversato, pertanto fornisce indicazioni sulle caratteristiche e sullo stato dello scheletro del materiale stesso (le velocità variano al variare delle caratteristiche geomeccaniche e fisiche dei litotipi coinvolti): generalmente la velocità delle onde di taglio aumenta in corrispondenza di materiali addensati e con buone caratteristiche geomeccaniche, mentre diminuisce in materiali poco consistenti e con scadenti caratteristiche geotecniche.

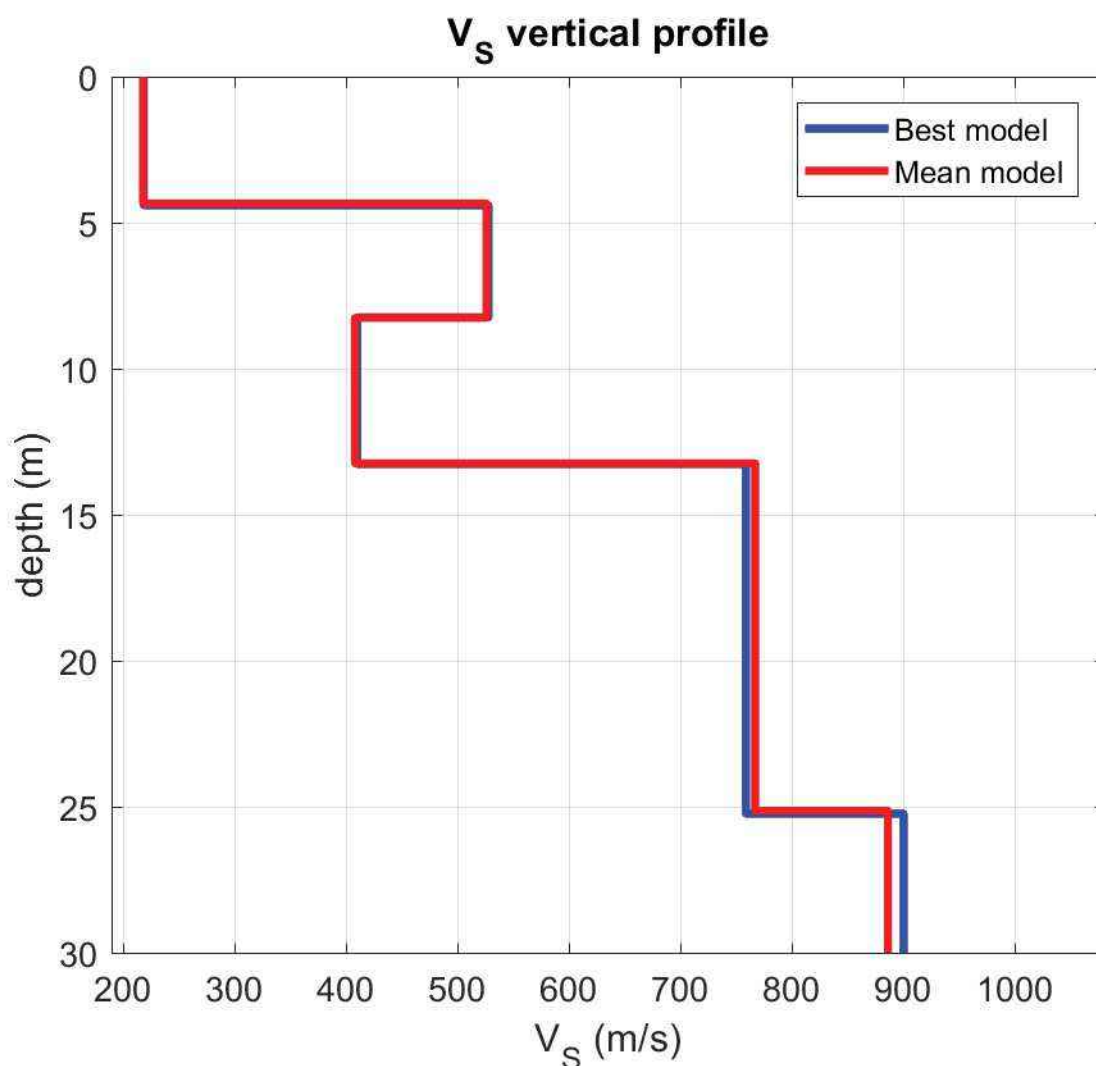


Figura 5: Profilo verticale di velocità delle onde "S" (V_S)

1.6 CONSIDERAZIONI INTERPRETATIVE CONCLUSIVE

I risultati della prova MASW appaiono coerenti con l'assetto geologico sito specifico.

In ottemperanza a quanto definito dalla vigente normativa "Aggiornamento Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17 Gennaio 2018", la classificazione di suolo sismico relativo al sito oggetto di studio, è stata ottenuta sulla base delle condizioni stratigrafiche e del valore di velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio $V_{s,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

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

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.

Per le fondazioni superficiali, tale profondità è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali.

Nei depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità (da intendersi i primi 30 m di profondità rispetto al piano fondazionale ovvero, velocità media delle onde di taglio nei primi 30 m di profondità, considerando come quota di riferimento il piano fondazionale p.f. = 0 m). In altri termini, ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente $V_{s,30}$ di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità.

Nei depositi con profondità H del substrato inferiore a 30 m la categoria di suolo non è più definita sulla base del calcolo del V_s relativo a 30 m ma la classificazione del sottosuolo dovrà effettuarsi in base ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio $V_{s,eq}$ (rispetto al piano di imposta) entro lo spessore H del substrato, caratterizzato da V_s non inferiori a 800 m/s: per strati con $V_s \geq 800$ m/s posti a profondità inferiore ai 30 m si considera infatti solo tale profondità.

$V_{s25, eq}$ (m / sec) = 456 calcolato al piano campagna (p.c.)

$V_{s21.5, eq}$ (m / sec) = 552 calcolato al piano fondazionale (p.f.) = - 3.5 m dal p.c.

Da quanto esposto la categoria del sottosuolo di fondazione è di tipo "B"



Categoria	Descrizione	Vs min [m/sec]	Vs max [m/sec]
A	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.	800	-
B	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.	360	800
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.	180	360
D	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.	100	180
E	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.	-	-

Su incarico conferito dal Comune di Gragnano Trebbiense, è stata eseguita in data 29 gennaio 2019, una indagine geofisica mediante il metodo di analisi spettrale delle onde di superficie (Rayleigh) con tecnica MASW, in Via Roma di Gragnano Trebbiense (PC). Dall'esame del profilo verticale di velocità delle onde "S" (Vs) ottenuto, è stato possibile caratterizzare sismicamente l'area di studio, qualificando e quantificando le caratteristiche geosismiche dei terreni coinvolti. Il modello simo-stratigrafico restituito, ha mostrato un'apprezzabile correlatività con l'assetto geologico della zona evidenziando un modello geosismico di sito costituito da n. 5 sismostrati:

- Sismostrato superficiale con spessore di circa 4.0 – 4.5 m costituito da terreni prevalentemente fini costituenti l'areato superficiale. I valori di Vs si mantengono inferiori a 250 m/s indicando la presenza di materiale poco addensato;
- Fra 4.0 – 4.5 e 8.0 metri circa, i valori aumentano nettamente collocandosi sui 500 m/s, segnalando la presenza di litotipi con grado di addensamento alto. Trattasi verosimilmente di litotipi granulari di natura ghiaioso-sabbiosa;
- A partire da circa 8.0 m fino a circa 13.0 – 14.0 m dal piano campagna (p.c.), si passa ad un terzo sismostrato, costituito sempre da materiali di natura geomeccanica prevalentemente attritiva a medio alto grado di addensamento con possibili intercalazioni di materiale fine;
- Più in profondità i valori di velocità subiscono un incremento significativo superando gli 800 m/s per profondità superiori a 25.0 m, indicando materiale granulare molto addensato e la probabile presenza, nella successione ghiaiosa, di locali livelli cementati;
- I valori di Vs eq calcolati da p.c. e p.f. sono rispettivamente di 456 e 552 m/s corrispondenti ad un suolo di fondazione di tipo **"B"**.

Treviso, 30 gennaio 2019

Geotest s.r.l.



Dott. Geol. Adriano Baldini



Dott. Geol. Sara Bozzini

Indagine Geofisica

MISURA DEI RAPPORTI SPETTRALI HVSR

MISURA DEI RAPPORTI SPETTRALI HVSR - HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO (IPOTESI DI NAKAMURA)

1.1 CENNI METODOLOGICI

Il metodo dei rapporti spettrali di singola stazione (HVSr) è largamente utilizzato in paesi con elevato rischio sismico, quali il Giappone, per la stima degli effetti di amplificazione di sito.

Tale metodo si basa sulla misura del microtremore, un'impercettibile oscillazione naturale del suolo presente in qualsiasi punto della superficie terrestre, che consiste per lo più nelle onde sismiche prodotte dal vento e dal moto ondoso marino negli strati superficiali della Terra. Anche le attività umane (industrie, traffico stradale ecc.) possono produrre localmente microtremore, ma in genere tale segnale viene attenuato piuttosto rapidamente a causa delle sue caratteristiche di alta frequenza.

Il microtremore naturale del suolo, agendo da oscillatore naturale, permette tramite adeguata strumentazione, la misura diretta delle frequenze di vibrazione dei terreni e dei manufatti.

La tecnica utilizzata, proposta da Nakamura (Nakamura, Y., 1989. A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremor on the ground surface. QR of RTRI, Vol. 30, No.1, 25-33) per lo studio delle amplificazioni di sito, assume che i microtremori consistano principalmente di onde di Rayleigh che si propagano in un singolo strato sovrapposto su semispazio e che la presenza di questo strato sia la causa dell'amplificazione al sito. Tale tecnica permette di separare i termini di sorgente-percorso e di sito tramite i rapporti tra le componenti del moto, senza utilizzare alcun sito di riferimento.

Le ipotesi su cui si basa la tecnica di Nakamura sono le seguenti:

- *I microtremori sono generati da sorgenti locali, e non da sorgenti profonde i cui contributi sono trascurabili;*
- *Le sorgenti dei microtremori in superficie non influenzano i microtremori alla base dello strato considerato;*
- *La componente verticale del moto non risente di effetti di amplificazione locale;*
- *Il picco visibile nei rapporti H/V (rapporto tra l'ampiezza spettrale della componente orizzontale e l'ampiezza spettrale della componente verticale) è indipendente dalle caratteristiche della sorgente del rumore ed è invece fortemente dipendente dalle condizioni stratigrafico-litologiche del terreno. Tale picco è inoltre ben correlato con la frequenza fondamentale di vibrazione del terreno soggetto alla propagazione di onde S verticali e con il picco fondamentale delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh.*

Le principali applicazioni delle prove H/V si possono così sintetizzare:

- *Misura delle frequenze di risonanza dei suoli;*
- *Effetti di sito e microzonazione sismica (curve H/V, metodo di Nakamura);*
- *Stratigrafia sismica passiva;*
- *Vs30 da fit vincolato della curva H/V;*
- *Segnalazione dei possibili fenomeni di doppia risonanza suolo-struttura.*

Di particolare importanza è la frequenza di vibrazione del sito, caratterizzata dal maggiore rapporto di ampiezze **H/V**, nell'intervallo di frequenze di interesse ingegneristico (frequenze generalmente inferiori a 10 Hz), denominata frequenza fondamentale di vibrazione **f₀**.

È possibile poi determinare la profondità degli strati sismici mediante la misura diretta delle frequenze di vibrazione, associata alla misura delle velocità delle onde S tramite la relazione:

$$f_0 = \frac{V_s}{4H}$$

dove:

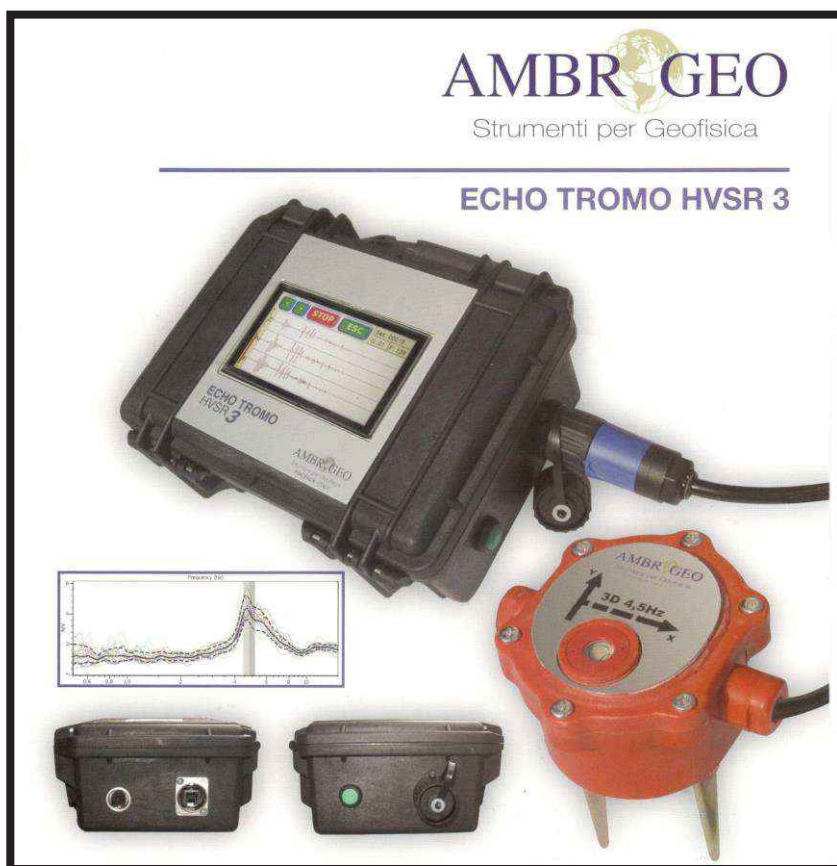
- **V_s** è la velocità media delle onde di taglio;
- **H** è la profondità dello strato sismico in corrispondenza di un netto aumento di velocità sismiche.

Le misure HVSR permettono inoltre, se associate a misure di dispersione delle onde di superficie (Masw, Esac, ReMi ecc.), di vincolare il profilo Vs e quindi di ottenere una ricostruzione più "robusta" del profilo di velocità e raggiungere profondità non direttamente raggiungibili dalle altre prove.

A causa della pesante non-univocità della soluzione, una modellazione del solo HVSR senza quantitative informazioni sulle Vs ottenute da misure Masw / Esac-ReMi. e un solido ancoraggio di taratura, non risulta affidabile per la determinazione del profilo di velocità delle onde S e quindi della valutazione della Vs30.

1.2 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA E MODALITA' DI ACQUISIZIONE

Per la registrazione dei dati (1 Prova) è stato utilizzato un tromografo "ECHO TROMO HVSR3" (Ambrogeo Instruments) a 3 canali interfacciato ad un geofono 3D da superficie con sensori a frequenza propria di 4.5 Hz, acquisendo registrazioni di rumore sismico di lunghezza pari a 20 minuti (1200 sec) con campionamento a 172 Hz.



1.3 ELABORAZIONE ED ANALISI DEI DATI

Per l'elaborazione dei dati sismici è stato utilizzato il software winMASW 7.3 versione Professional della Eliaosof.

Di seguito i risultati ottenuti dall'elaborazione della prova effettuata:

1.3.1 DATA ACQUISITION

- Station Coordinates = 45.011318N 9.567075E
- Località = Via Roma, 29010 Gragnano Trebbiese (PC)

1.3.2 DATA PROCESSING

- Sampling frequency (Hz): 64
- Window length (sec): 20
- Minimum frequency soundly determined [10 cycles]: 0.5Hz
- Tapering (%): 5
- Smoothing (%): 10

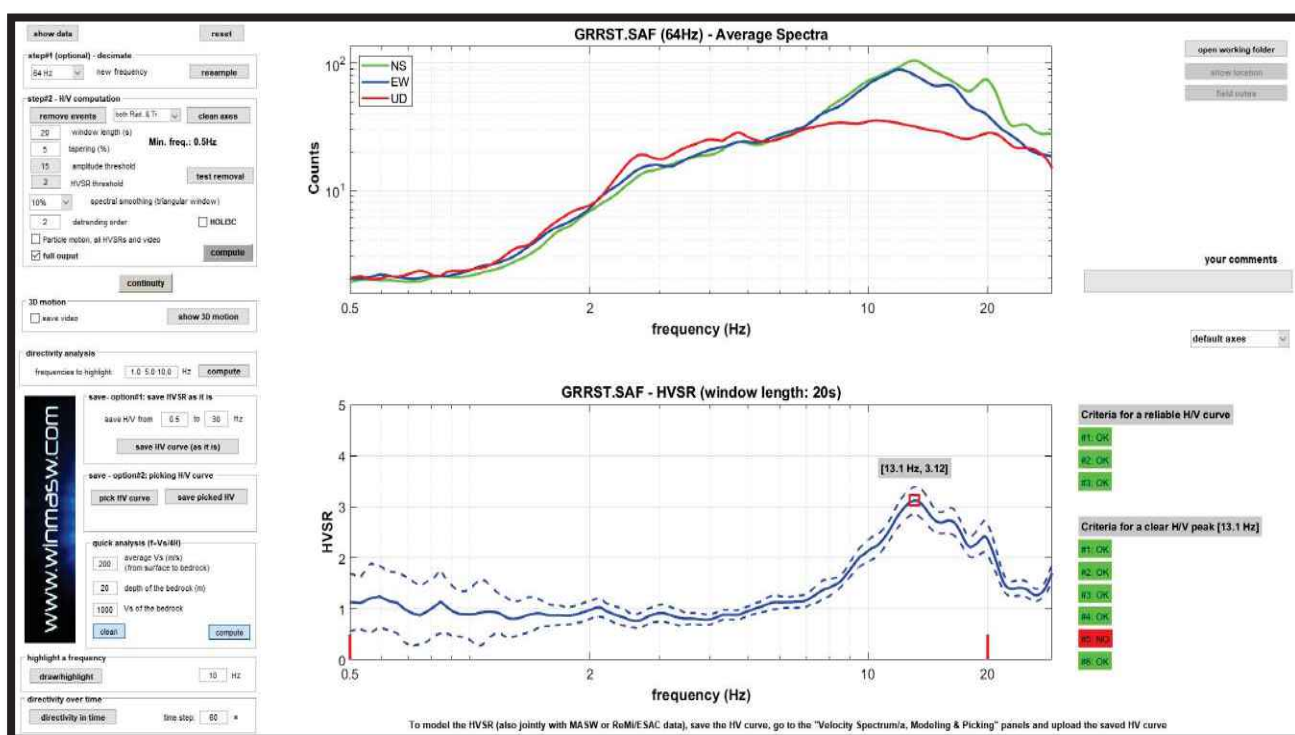


Figura 1: Prova HVSr_1 la riga continua indica il valore medio, le tratteggiate le deviazioni standard

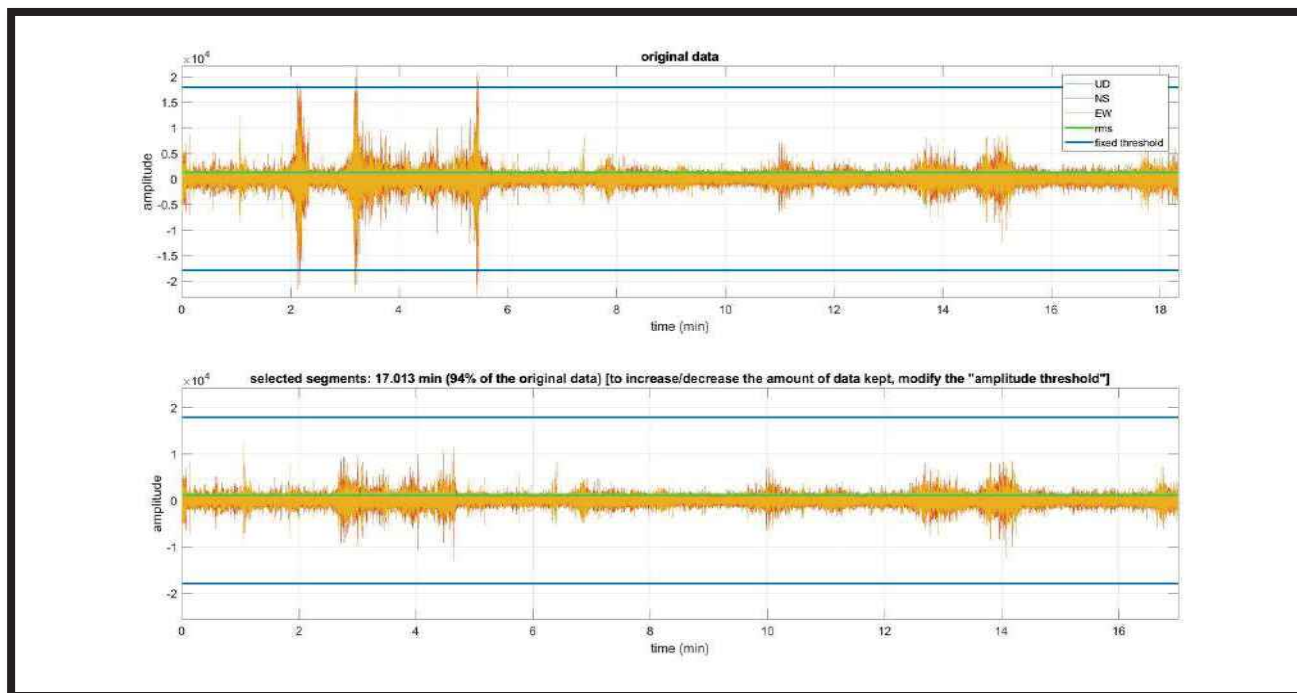


Figura 2: Prova HVSR_1 dati originali e dati “puliti”

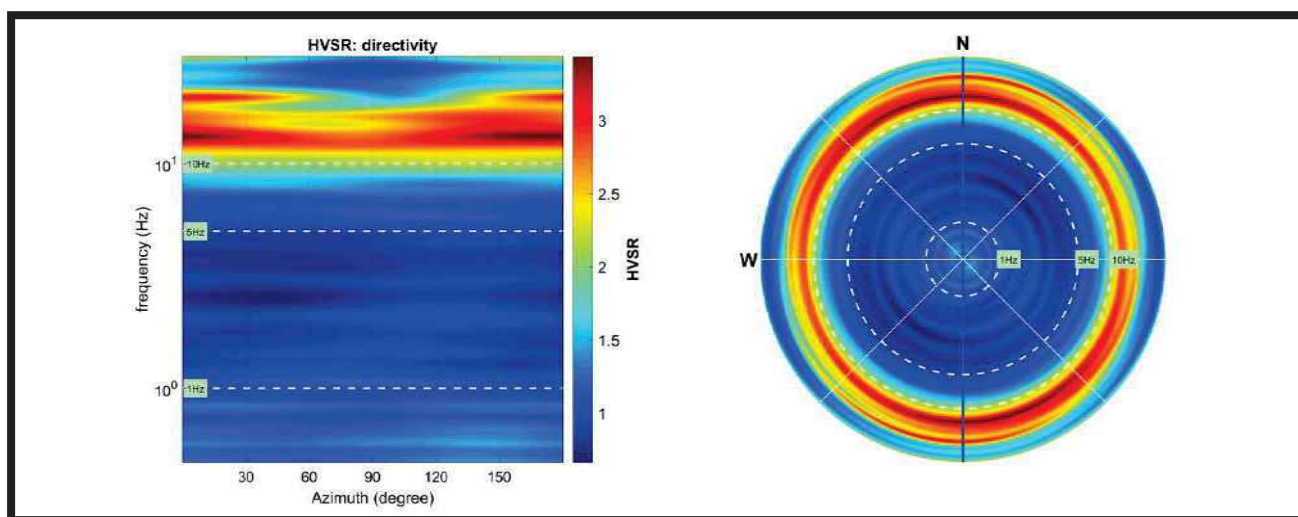


Figura 3: Prova HVSR_1 directivity

1.4 CONSIDERAZIONI INTERPRETATIVE CONCLUSIVE

Analizzando i risultati della prova si possono fare le seguenti considerazioni:

- La frequenza caratteristica del sito si colloca sui **13.1 Hz**;
- Il picco del rapporto **H/V** presenta un valore elevato [**3.12(±0.3)**] indicando un contrasto d'impedenza sismica piuttosto superficiale ma significativo entro la successione litostratigrafica. In prima approssimazione possiamo collocare tale passaggio ad una profondità di circa 3.5/4.0 metri dal p.c;
- Il picco del rapporto H/V individuato rientra nel campo delle frequenze di interesse ingegneristico (generalmente 1-10/15 Hz).
- In relazione alla frequenza di vibrazione del terreno individuata, gli edifici potenzialmente soggetti a fenomeni di risonanza sono quelli piuttosto bassi e rigidi.

Treviso, 30 gennaio 2019

Geotest s.r.l.



Dott. Geol. Adriano Baldini



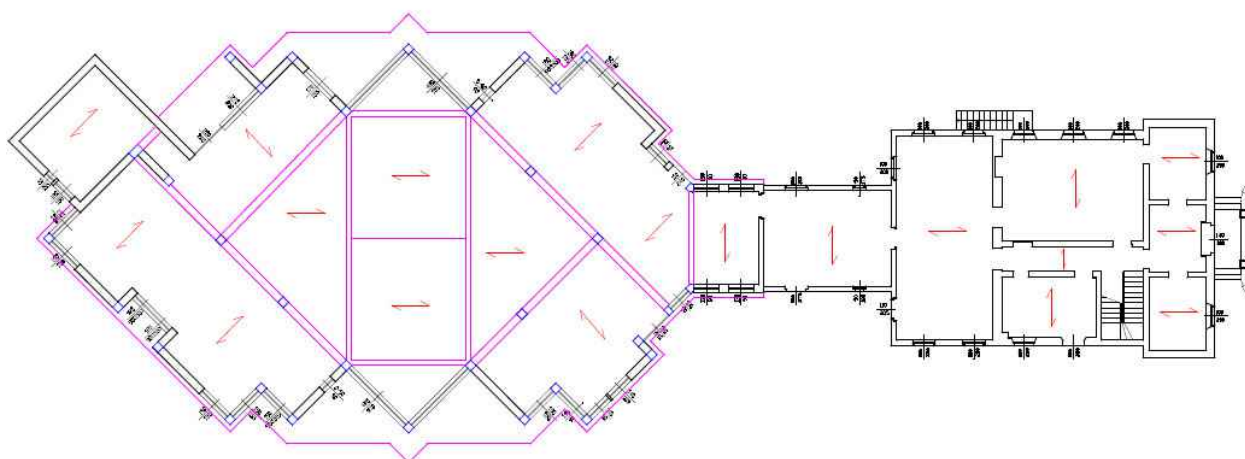
Dott. Geol. Sara Bozzini

7.1 Costruzioni esistenti: Elaborati rilievo geometrico-strutturale

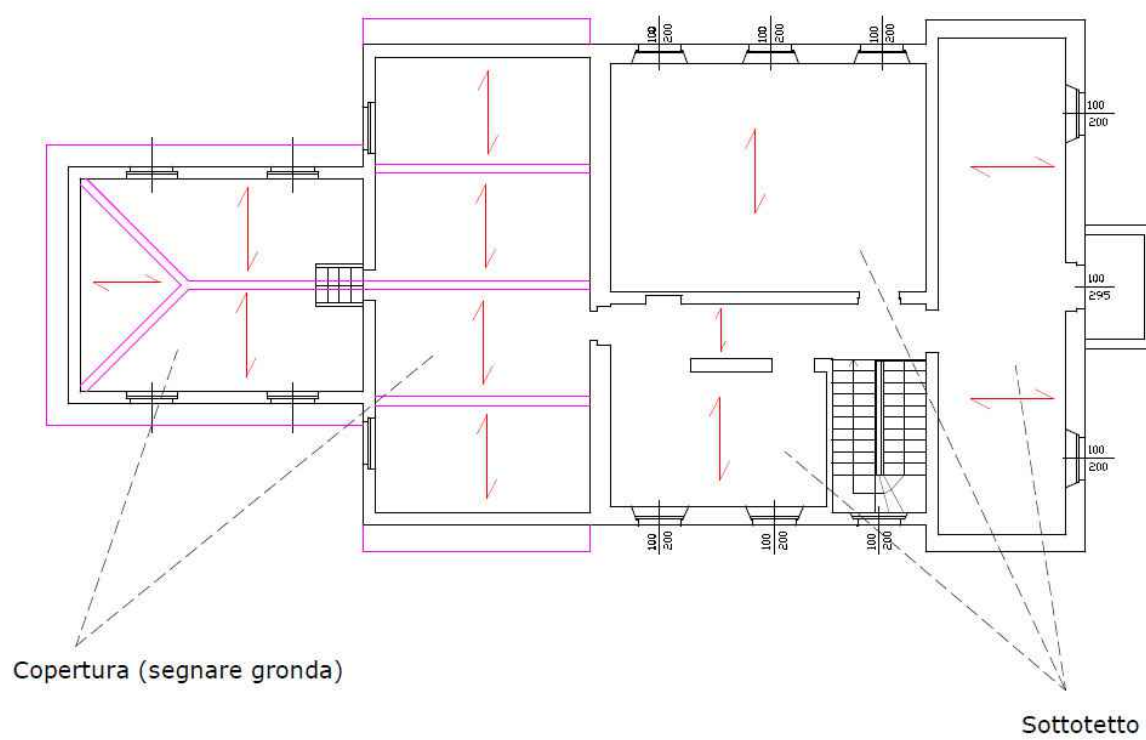
Il presente elaborato riguarda il rilievo geometrico-strutturale del fabbricato esistente.

Si trovano di seguito le tavole del rilievo.

Piano terra:



Piano primo:



[illegible]

7.2 Costruzioni esistenti: Valutazione sicurezza

Sono stati fatti rilievo dello stato dei luoghi per verificare la tipologia dei materiali



Crepa corpo C



Copertura corpo B



Archivio edificio in
calcestruzzo

7.3 Costruzioni esistenti: Documentazione fotografica

Di seguito si trova la documentazione fotografica.



