

Ambito: PNRR

Misura: M4C1I3.3

**STUDIO DINAMO S.r.l. - Società di Ingegneria**

Via Albero n°3, 25047 Darfo B.T. (BS)
c.f./P.iva: 03690490986 - n°REA: BS-554731
tel/fax: 0364529662 - mail: info@studiodinamo.it
sito internet: www.studiodinamo.it

ALLEGATO**C****DATA:**

Luglio 2023

AGGIORN:**COMUNE:**

Darfo B.T.

PROVINCIA:

Brescia

DISEGNATORE:

Ing. Diego Macario

PROT. CAD:**PROGETTISTA:****IMPRESA ESECUTRICE:****COMMITTENTI:**

COMUNE DI DARFO B.T.,
Piazza Col Lorenzini, 4 - Darfo Boario Terme (BS)

PROGETTO:

PROGETTO ESECUTIVO LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO SCUOLA PRIMARIA DI
MONTECCHIO - CUP: J83H19000410005 – CIG: ZCC2C3BAF0

O G G E T T O: ALLEGATO "C"

Relazione di calcolo strutturale

spazio riservato al protocollo

PROVINCIA DI BRESCIA

COMUNE DI DARFO B.T.

RELAZIONE STRUTTURALE

FASCICOLO DEI CALCOLI

INTERVENTO DI ADEGUAMENTO SISMICO

SCUOLA PRIMARIA DELLA FRAZIONE DI MONTECCHIO

COMUNE DI DARFO B.T. (BS) VIA PONTE N.9

Il progettista e il direttore dei lavori:

Ing. Diego Macario

STUDIO DINAMO S.r.l. - Società di Ingegneria

Via Albera n°3, 25047 Darfo B.T. (BS)

tel/fax: 0364529662

mail: info@studiodinamo.it

sito internet: www.studiodinamo.it

Committente:

Amministrazione Comunale di Darfo B.T.

INDICE

INDICE 1

1	INTRODUZIONE.....	1
2	VALUTAZIONE STATO DI FATTO	7
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO E METODI DI CALCOLO.....	15
4	INDIVIDUAZIONE DEL CODICE DI CALCOLO.....	18
5	PARAMETRI DI CALCOLO E AZIONE SISMICA.....	20
6	MATERIALI.....	29
7	SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO E COMBINAZIONI	38
8	ANALISI DEI CARICHI	49
9	STATO DI FATTO – VERIFICHE	57
10	PROGETTO - VERIFICHE	61
11	SINTESI DEI RISULTATI NUMERICI ANALISI STATO DI FATTO/PROGETTO	162
12	VERIFICA SCALA ESTERNA.....	164
12.1	MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA: SEZIONI, NODI, TRAVI, PIASTRE, SOLAI, AZIONI	164
12.2	MODELLAZIONE DEI NODI	166
12.3	MODELLAZIONE DELLE TRAVI	168
12.4	MODELLAZIONE DEI SOLAI	170
12.5	ANALISI DEI CARICHI E CASI DI CARICO	172
12.6	CASI DI CARICO	173
12.7	COMBINAZIONI DI CARICO	177
12.8	CARATTERIZZAZIONE SISMICA E RISULTATI ANALISI SISMICHE.....	181
12.9	RISULTATI	188
12.10	VERIFICHE	192
12.11	STATI LIMITE DI ESERCIZIO E VALUTAZIONE DELLA FRECCIA.....	198
12.12	VALUTAZIONE DEGLI SPOSTAMENTI	199
13	CONCLUSIONI	201

1 INTRODUZIONE

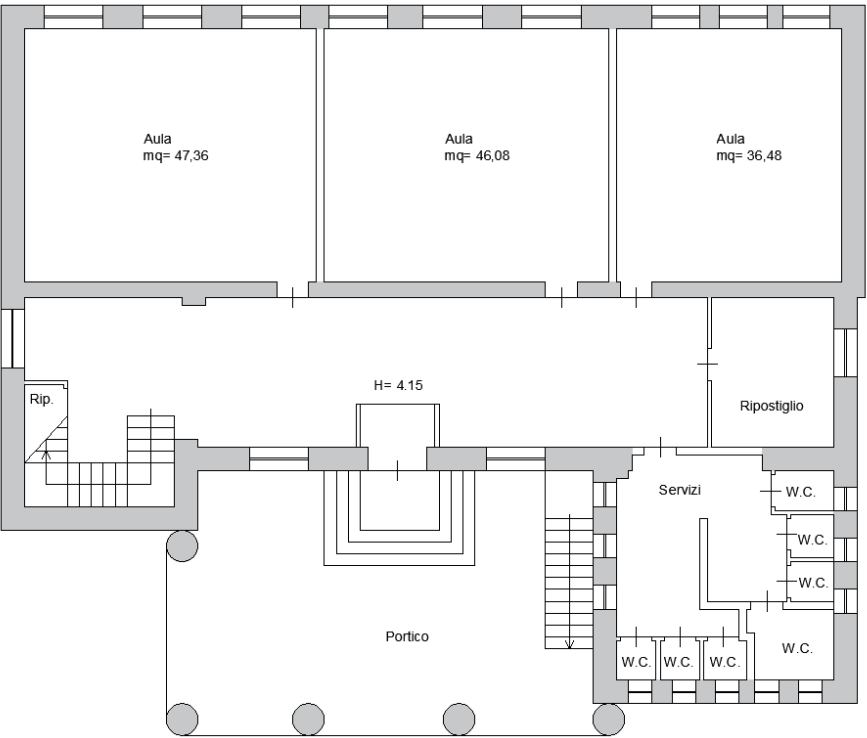
La presente relazione strutturale è relativa allo studio di vulnerabilità e conseguente progetto di adeguamento sismico della scuola primaria di Montecchio, via Ponte 9, Darfo Boario Terme(BS), di proprietà dell'amministrazione comunale. Nella relazione di calcolo verranno presentati e trattati gli aspetti puramente strutturali, in riferimento alla nuova norma tecnica per le costruzioni NTC 2018 in vigore dal 22 marzo 2018.

La filosofia progettuale adottata è sintetizzata nelle fasi di seguito elencate:

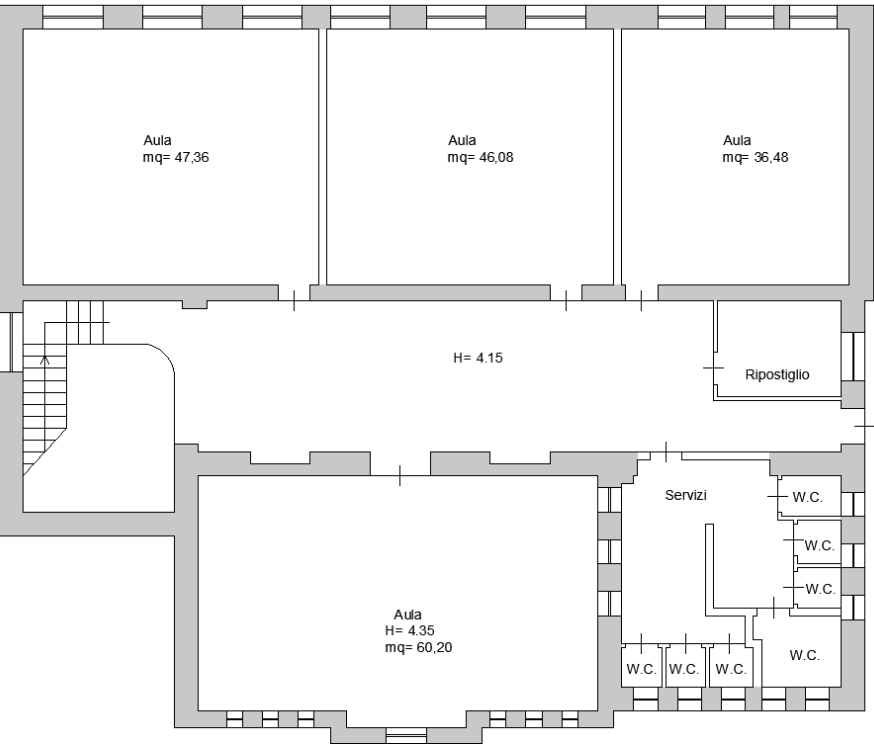
- Fase preliminare di raccolta dati, indagini in situ, rilievo geometrico-strutturale;
- Determinazione del livello di conoscenza e relativo fattore di confidenza per l'immobile in oggetto;
- Elaborazione del modello di calcolo dell'edificio tramite software di calcolo ad elementi finiti;
- Determinazione dell'indice di vulnerabilità ante-opera e individuazione degli elementi strutturali caratterizzati dalle maggiori carenze;
- Definizione degli interventi di rinforzo atti all'incremento della resistenza globale;
- Elaborazione del modello di calcolo dell'edificio post-intervento e determinazione della resistenza di progetto degli elementi strutturali a seguito di rinforzo, indicizzato rispetto alla massima accelerazione attesa ag.



Descrizione edificio

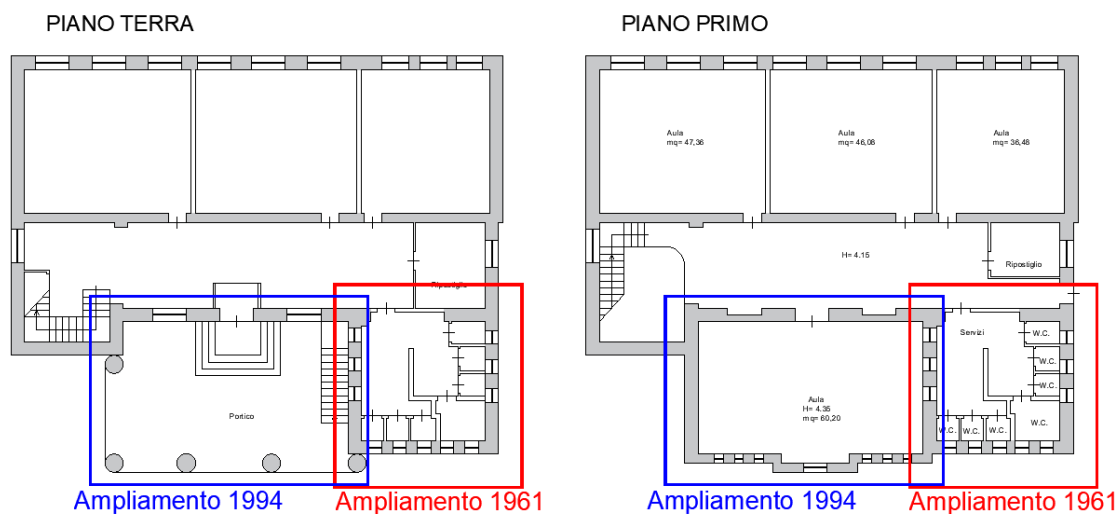


Pianta piano terra



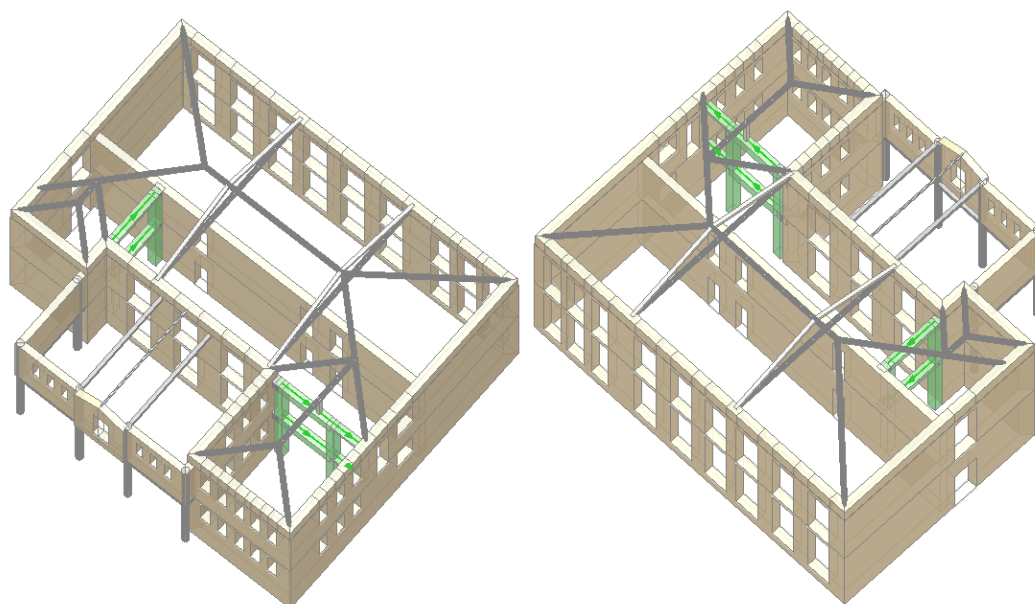
Pianta piano primo

Dalla documentazione a disposizione si desume che l'edificio originario risale alla metà del '900, ed è stato oggetto di due ampliamenti, il primo nel 1961, ed il secondo nel 1994, come evidenziato in figura.



Il fabbricato è caratterizzato da due livelli fuori terra, ad eccezione della porzione ampliata nel 1961, in cui è presente un locale seminterrato adibito a centrale termica.

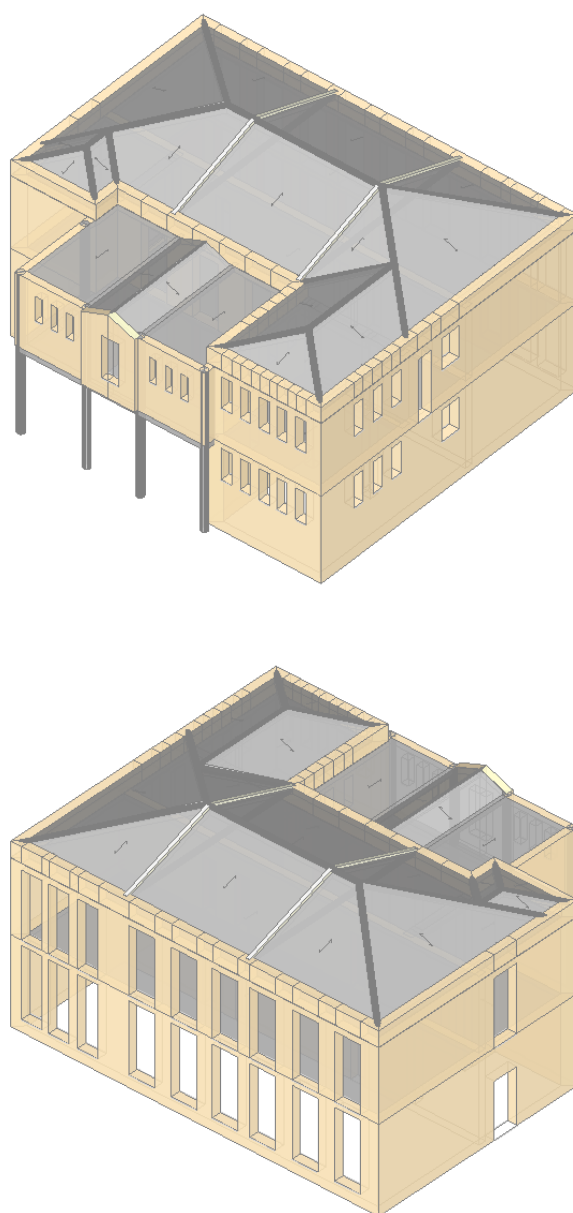
La struttura portante verticale è costituita da muri perimetrali e di spina in pietrame disordinato, di spessore rispettivamente 55cm e 45cm circa. In corrispondenza del varco di accesso alle scale e dei locali adibiti a servizi, sono presenti inoltre pilastri in c.a. armato a sostegno di trave di pari materiale.



Assonometria muri portanti in pietrame disordinato, evidenziati in verde portali in c.a. esistenti

Gli orizzontamenti dell'edificio originario sono in latero-cemento di altezza 24cm al piano primo e 20cm al piano sottotetto non praticabile, con copertura lignea a doppia falda e presenza di capriate intermedie. La porzione in ampliamento del 1961 ha caratteristiche analoghe, mentre la porzione del 1994 è caratterizzata da un telaio in c.a., costituito da pilastri di sezione circolare al piano terra, visibili in corrispondenza del porticato, che sostengono travi in spessore portanti orizzontamenti in latero cemento 4+20+4cm. Al piano primo tali pilastri assumono sezione poligonale, mantenendosi in asse con i sottostanti pilastri circolari, e portanti copertura piana posta a quota pressochè coincidente con il secondo orizzontamento (solaio sottotetto nucleo originario).

L'edificio, comprensivo di successivi ampliamenti, è un'unità strutturale indipendente.



Assonometria ingombri modello di calcolo

Nella porzione di destra, in corrispondenza del parcheggio che affianca la struttura, è presente una scala di emergenza con struttura metallica che dal piano primo porta al cortile fronte istituto che non viene considerata nella modellazione globale in quanto costituisce un appendice isostatica ininfluente ai fini sismici rispetto all'edificio scolastico. Nei capitoli dedicati si riporta la verifica della struttura in elevazione sia in condizione statica sia in condizione sismica adottando come fattore di struttura il valore 1.5 per edifici esistenti ed abbattendo le prestazioni meccaniche del materiale del coefficiente legato al livello di conoscenza minimo da normativa pari a 1.35.

La struttura metallica si compone di colonne con profilo HEA di sezione variabile (HEA 140 la colonna ad altezza minore e HEA 240 quelle ad altezza maggiore) e profili IPE 180 e UPN 180 a ricreare le rampe ed i pianerottoli. Completano la struttura un piano di calpestio in grigliato metallico e parapetti in tubolari metallici.





Posizione scala metallica esterna

Per quanto riguarda la struttura, non collaborando sismicamente con l'edificio scolastico, si ritiene sufficiente la relazione di idoneità statica a firma dell'Ing. Bruno Macario datata 2005 realizzata su incarico dell'amministrazione comunale.

2 VALUTAZIONE STATO DI FATTO

2.1 SOPRALLUOGHI E RILIEVO GEOMETRICO DI MASSIMA

Il rilievo geometrico-strutturale è stato riferito sia alla geometria complessiva dell'organismo che a quella degli elementi costruttivi.

Un sopralluogo ha permesso di definire gli organismi resistenti della costruzione, tenendo anche presente la qualità e lo stato di conservazione dei materiali e degli elementi costitutivi (ove visibili), valutare puntualmente i nodi strutturali e gli aspetti più critici ed infine rilevare dissesti, in atto o stabilizzati, ponendo particolare attenzione all'individuazione dei quadri fessurativi e dei meccanismi di danno.

2.2 REPERIMENTO DELLA DOCUMENTAZIONE

Per le strutture in oggetto è stato possibile reperire parte della documentazione tecnica originale relativa agli ampliamenti del 1961 e 1994, situazione che conferisce un importante valore aggiunto alla determinazione della vulnerabilità e conseguenti scelte di intervento. Grazie alla documentazione reperita e ai sopralluoghi effettuati si è giunti a descrivere geometricamente e meccanicamente la struttura nel suo complesso.

Di seguito si riporta un elenco della documentazione reperita:

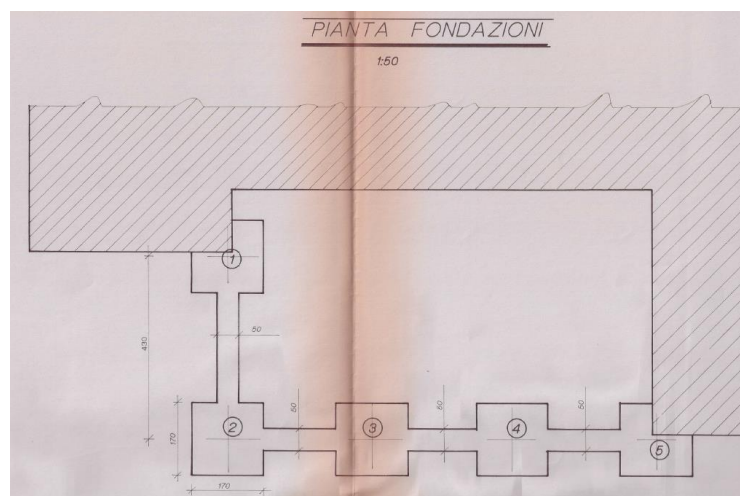
- Allegato F tavola particolari cementi armati progettista Ing. Ghitti Battista, ampliamento Giugno 1961;
 - Allegato G calcoli di stabilità dei cementi armati Ing. Ghitti Battista, ampliamento Giugno 1961;
 - Tav.1 locale caldaia, fondazioni muri elevazione e copertura, Ing. Pelamatti Renato, ampliamento Luglio 1994;
 - Tav.2 fondazioni e pilastri, Ing. Pelamatti Renato, ampliamento Luglio 1994;
 - Tav.3 primo e secondo solaio, Ing. Pelamatti Renato, ampliamento Luglio 1994;
 - Attestati qualità ferro, certificati provini c.a., ampliamento Luglio 1994;
 - Relazione illustrativa Ing. Pelamatti Renato, ampliamento Luglio 1994;
 - Tavola solai prefabbricati , ampliamento Luglio 1994;
 - Relazione di calcolo strutture prefabbricate, ampliamento Luglio 1994;
 - Collaudo statico Ing. Ghitti Giovanni Battista, ampliamento Luglio 1994;
 - Certificato di idoneità statica, Ing. Macario Bruno, Maggio 2005.
-

2.3 ANALISI DELLE TIPOLOGIE STRUTTURALI E DEI CRITERI DI PROGETTO

Il rilievo geometrico-strutturale è stato riferito sia alla geometria complessiva dell'organismo che a quella degli elementi costruttivi.

Un sopralluogo ha permesso di definire gli organismi resistenti della costruzione, tenendo anche presente la qualità e lo stato di conservazione dei materiali e degli elementi costitutivi (ove visibili), valutare puntualmente i nodi strutturali e gli aspetti più critici ed infine rilevare dissesti, in atto o stabilizzati, ponendo particolare attenzione all'individuazione dei quadri fessurativi e dei meccanismi di danno.

Tipologia strutture di fondazione: le fondazioni risultano essere superficiali e del tipo a trave continua in corrispondenza dei muri perimetrali, plinto collegati da travi in corrispondenza dell'ampliamento porticato.



Plinti di fondazione ampliamento 1994

Tipologia strutturale verticale e orizzontali:

Le strutture portanti verticali caratterizzanti l'immobile sono:

- Nucleo originario e ampliamento del 1961, muri perimetrali e di spina in pietrame disordinato, locale cantina interrato pareti in c.a.;
- Porzione in ampliamento del 1994, pilastri in c.a.

Gli orizzontamenti sono in latero cemento, considerati privi del requisito di piano rigido, non avendo accertato presenza di armatura nella cappa in calcestruzzo, e hanno le seguenti caratteristiche:

- Nucleo originario:
 - piano terra solaio in latero-cemento $h=20+4\text{cm}$;
 - piano primo solaio in latero cemento $h=16+4\text{cm}$;
 - copertura a doppia falda in legno, travetti sezione rettangolare $9\times 12\text{cm}$ interasse circa 70cm.
- Ampliamento del 1961:
 - piano terra solaio in latero-cemento $h=20+5\text{cm}$;
 - piano primo solaio in latero-cemento $h=20+3\text{cm}$;
 - copertura pari requisiti della porzione originaria.
- Ampliamento del 1994:
 - piano interrato (locale caldaia) solaio in getto pieno $h=20\text{cm}$ armatura maglia $\Phi 12/20$ inferiore e superiore;
 - piano terra (portico) solaio in lastre predalles $h=4+20+4\text{cm}$;
 - piano primo (copertura piana) solaio in latero-cemento $h=24+4\text{cm}$.

2.4 PROVE IN SITO PER CARATTERIZZAZIONE MATERIALI, RILIEVO ARMATURE E STATO DI CONSERVAZIONE

Come descritto precedentemente, l'edificio è stato oggetto in precedenza di un'analisi volta a determinarne le principali criticità. Parte delle prove nel seguito elencate sono state svolte in tale fase e integrate con i dati emersi con sopralluoghi successivi.

2.4.1 Analisi pacometrica

Utilizzata per il controllo delle armature nei getti di calcestruzzo. Il pacometro basa il suo funzionamento sul fenomeno delle correnti parassite. La posizione dei ferri è determinata muovendo la sonda sulla superficie in esame fino ad individuare la direzione di massimo assorbimento elettromagnetico che corrisponde all'andamento longitudinale della barra. Tale principio operativo presenta, rispetto ad altri sistemi, una maggiore precisione (1 mm) e l'assenza di disturbo dovuto ad umidità ed altri fenomeni chimici o termici.

Il principio a induzione di impulsi utilizzato dallo strumento ha un range di funzionamento predefinito. L'accuratezza della misurazione dipende dalle dimensioni dell'armatura e dalla profondità del ricoprimento.

Dall'analisi svolta sono emersi dati compatibili con quanto indicato nella documentazione reperita.

2.4.2 Prove sclerometriche

Utilizzate in situ su diversi elementi verticali in calcestruzzo per la stima della resistenza meccanica superficiale del calcestruzzo. Lo sclerometro è uno strumento costituito da un'asta che viene premuta, fino all'arresto, contro la superficie da esaminare liscia e priva di materiali di finitura, in primis di intonaco, in questo modo si carica una molla che, nel momento in cui l'asta è completamente all'interno dello strumento, sgancia una massa che colpisce la superficie. Tale massa, rimbalzando, segna il valore del punto massimo di ritorno in termini di durezza superficiale. Mediante opportune curve che correlano l'indice di battitura con valori di resistenza meccanica determinati sperimentalmente, si risale, in base alla durezza misurata, ad un valore indicativo della resistenza dell'elemento strutturale indagato. Si eseguono più "battute" sullo stesso elemento strutturale ottenendo l'indice di rimbalzo caratteristico come media degli indici di rimbalzo rilevati nelle suddette battute. Dall'analisi svolta sono emersi dati compatibili con quanto indicato nella documentazione reperita.

2.4.3 Indagini distruttive su pareti in muratura

Per caratterizzare la tessitura della muratura e verificare la presenza di cordoli di piano sono stati effettuati saggi distruttivi; con rimozione d'intonaco.



Muratura esterna – Piano Terra



Muratura esterna – Piano Terra



Cordolo – Primo Orizzontamento



Cordolo – Secondo Orizzontamento



Cordolo – Secondo Orizzontamento

2.4.4 Prove di carico con martinetti singoli e con martinetti doppi

La campagna di indagini sulle murature ha previsto l'esecuzione di n°2 prove con martinetto piatto singolo e di n°2 prove con martinetto piatto doppio, i cui risultati sono esposti nel documento "INDAGINI DIAGNOSTICHE – RILIEVI E PROVE SULLE STRUTTURE" allegato alla presente, redatto dalla società TECNOINDAGINI S.r.l., a firma dell'ing. Marco Gallotta.

2.5 DEFINIZIONE DEL LIVELLO DI CONOSCENZA E DEL RELATIVO FATTORE DI CONFIDENZA

Data la quantità di informazioni relative alla geometria e ai dettagli costruttivi rilevati in sito, coerentemente con quanto specificato nel paragrafo C8.5.4 della Circolare alle NTC2018, è stato scelto di adottare per le murature un livello di conoscenza LC3 a cui corrisponde un fattore di confidenza di 1.00.

N.B.: per tutto ciò che non riguarda le murature (calcestruzzo, barre di armatura) il livello di conoscenza adottato è LC1: essendo elementi sismicamente secondari sono stati modellati come bl senza contributo ne per la resistenza al sisma ne per la rigidezza della struttura.

In riferimento alle tabelle C8.5.I e C8.5.II della Circolare alle NTC2018, fissato il livello di conoscenza LC3, la circolare definisce:

- Valori di resistenza e dei moduli elastici riportati in tabella possono essere aggiornati sulla base dei risultati delle misure eseguite in sito, secondo le formule C8.5.4.1, C8.5.4.2, C8.5.4.3 e tab. C8.5.III , come da estratto di seguito riportato

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

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

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

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

LC1: -Resistenze: i valori minimi degli intervalli riportati in Tabella C8.5.I.

- Moduli elastici: i valori medi degli intervalli riportati nella tabella suddetta.

LC2: - Resistenze: i valori medi degli intervalli riportati in Tabella C8.5.I

-Moduli elastici: i valori medi degli intervalli riportati nella tabella suddetta.

LC3: -I valori delle resistenze e dei moduli elastici riportati in Tabella C.8.5.I individuano una distribuzione a-priori che può essere aggiornata sulla base dei risultati delle misure eseguite in sito. Considerato il generico parametro X , una stima dei parametri μ' e σ' della distribuzione a-priori può essere dedotta dai valori minimo e massimo in tabella, con le formule seguenti:

$$\mu' = \frac{1}{2}(X_{\min} + X_{\max}) \quad [C8.5.4.1]$$

$$\sigma' = \frac{1}{2}(X_{\max} - X_{\min}) \quad [C8.5.4.2]$$

Eseguito un numero n di prove dirette, l'aggiornamento del valore medio può essere effettuato come segue:

$$\mu'' = \frac{n\bar{X} + \kappa\mu'}{n + \kappa} \quad [C8.5.4.3]$$

dove \bar{X} è la media delle n prove dirette e κ è un coefficiente che tiene conto del rapporto tra la dispersione (varianza) della stima effettuata attraverso le prove (combinazione tra incertezza della misurazione sperimentale e dispersione dei parametri meccanici nell'ambito dell'edificio che si sta analizzando) e la varianza σ'^2 della distribuzione a-priori.

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

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

(*) Nella muratura a conci sbazzati i valori di resistenza tabellati si possono incrementare se si riscontra la sistematica presenza di zeppe profonde in pietra che migliorano i contatti e aumentano l'ammorsamento tra gli elementi lapidei; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente pari a 1,2.

(**) Data la varietà litologica della pietra tenera, il peso specifico è molto variabile ma può essere facilmente stimato con prove dirette. Nel caso di muratura a conci regolari di pietra tenera, in presenza di una caratterizzazione diretta della resistenza a compressione degli elementi costituenti, la resistenza a compressione f_{pu} può essere valutata attraverso le indicazioni del § 11.10 delle NTC.

(***) Nella muratura a mattoni pieni è opportuno ridurre i valori tabellati nel caso di giunti con spessore superiore a 13 mm; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente riduttivo pari a 0,7 per le resistenze e 0,8 per i moduli elastici.

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO E METODI DI CALCOLO

3.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il calcolo strutturale è stato eseguito secondo la teoria degli Stati Limite Ultimi con riferimento alla normativa corrente, e più precisamente:

- Legge 5 novembre 1971 n. 1086: Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica;
- D.P.R. 6 giugno 2001 n. 380: Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia;
- DM 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";
- DM 16 gennaio 1996, "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi";
- DM 14 gennaio 2008, "Norme tecniche per le costruzioni" e s.m.i.
- Circolare 2 febbraio 2009, n.617, "Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni"
- D.Min. Infrastrutture Min. Interni e Prot. Civile 17 Gennaio 2018 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni";
- Circolare 21 gennaio 2019, n.7, "Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni"

3.2 METODI DI CALCOLO

Il modello strutturale è realizzato considerando un telaio equivalente. I parametri meccanici di calcolo relativamente alle murature sono stati scelti in accordo con quanto specificato al capitolo materiali coerentemente con il fattore di confidenza assunto. Alla base della struttura, sono stati considerati vincoli di incastro perfetto per gli elementi verticali che bloccano tutti e sei i gradi di libertà nodali.

Per modellare il comportamento delle strisce murarie è possibile considerare diverse ipotesi, la cui scelta ricade sostanzialmente in due casi:

1. Le strisce sono elementi deboli (pendoli), poiché non sono dotate di armatura resistente a trazione; in questo caso, per una modellazione coerente si dovrebbero vincolare come bielle e da questa scelta deriva la possibilità di esclusione dalle verifiche (la norma dice che le fasce sono da sottoporre a verifica quando siano in grado di comportarsi come vere e proprie travi di accoppiamento in muratura – par. 4.5.6 del DM2018); da cui si deduce che se accade il contrario è plausibile escluderle dalle verifiche. Alla striscia può corrispondere un sottofinestra nel piano soprastante quando vi è un'apertura anche solo in parte corrispondente quella del piano sottostante, in tal caso lo svincolamento a biella è applicato anche al sottofinestra.
-

-
2. Le strisce sono elementi adeguatamente resistenti: in questo caso la modellazione coerente prevede un vincolamento di incastro incastro e l'inserimento, nelle proprietà del modello strutturale, di aree di armatura rappresentative il cordolo (area di ferro superiore) e le architravi (area di ferro inferiore) e relativi copri ferri; le armature vanno inserite entrambe per poter equiparare la striscia ad una vera e propria trave di accoppiamento in muratura per sottoporla quindi alla verifica di resistenza.

Data la tipologia e la qualità muraria riscontrata e quindi implementata nel modello, data l'impossibilità di riscontrare la presenza di architravi, a favore di sicurezza sono state ipotizzate strisce a comportamento debole incapaci di trasmettere la sollecitazione flettente ai maschi murari.

Pertanto, riguardo alle verifiche condotte su tali elementi si consideri quanto segue:

- non sono state condotte verifiche a PressoFlessione Complanare in quanto queste avrebbero richiesto necessariamente l'esistenza di elementi in grado di resistere a trazione, quali architravature armate. Oltremodo, tale verifica non assume alcun senso nel caso dell'edificio in questione data la modellazione di fasce come bielle di accoppiamento che rifiutano la presenza della sollecitazione flettente.
- non è stata condotta la verifica a taglio per fessurazione diagonale in quanto, a favore di sicurezza, gli elementi di accoppiamento si sono considerati deteriorati e privi di ogni capacità resistente.

Nel rispetto di quanto richiesto dalla vigente normativa sono state condotte sia analisi globali che locali. Si sono considerate rigidezze fessurate in quanto in §7.8.1.5.2 si afferma che:

"L'utilizzo di rigidezze fessurate è da preferirsi; in assenza di valutazioni più accurate le rigidezze fessurate possono essere assunte pari alla metà di quelle non fessurate."

Ma a favore di sicurezza non sono state assunte pari alla metà di quelle elastiche $\%K_{elast} = 50\%$ in quanto si sarebbe reso il modello della struttura molto più deformabile con incremento del periodo proprio e riduzione conseguente dell'azione sismica cui sottoporlo. Si è scelto un valore della **rigidezza fessurata pari al 75%**

L'analisi è stata applicata sul modello tridimensionale dell'edificio in cui si è cercato per quanto possibile di simulare il sistema strutturale reale della costruzione ed il problema complanare - ortogonale è stato disaccoppiato in quanto pur considerando in analisi non lineare anche le verifiche in direzione ortogonale, per quest'ultime sono state eseguite ulteriori verifiche condotte con:

- analisi cinematica (meccanismi di collasso) (fondamentale, per edifici esistenti);
- analisi lineari (per azioni da modello di calcolo 3D).

In tal modo la capacità da pushover viene compensata mediante l'analisi ortogonale che ridimensiona la PGA sostenibile.

Le analisi condotte sono pertanto :

- Analisi modale
 - Analisi statica lineare non sismica
 - Analisi dinamica modale sismica
 - Analisi non lineare push-over
 - Analisi cinematica lineare
-

La fase di realizzazione del modello strutturale dell'edificio da esaminare prevede, a discrezione del progettista, di applicare determinate ipotesi che possono influenzare il calcolo e le verifiche della struttura, in particolare per il seguente modello sono state fatte le seguenti ipotesi:

- Edificio di classe d'uso III come da capitolo 2.4.2 delle NTC 2018 *"...costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi..."*
- Categoria di sottosuolo "C" e categoria topografica "T1", imposte sulla base della relazione geologica redatta dal Geol. Davide Lombardi;
- Murature con livello di conoscenza LC3 (a seguito di indagini diagnostiche mediante martinetto piatto singolo e doppio);
- Solai considerati privi del requisito di piani infinitamente rigidi;
- Copertura priva del requisito di piano infinitamente rigido, essendo costituiti da travetti lignei con semplice assito;

4 INDIVIDUAZIONE DEL CODICE DI CALCOLO

Per il calcolo delle sollecitazioni e per la verifica degli elementi strutturali si è fatto ricorso all'elaboratore elettronico utilizzando il seguente programma di calcolo:

Aedes.PCM 2019 versione 2019.1.1.0

Aedes.PCM è dedicato alla modellazione e all'analisi di strutture in muratura, nuove ed esistenti, con particolare attenzione al comportamento in zona sismica. Oltre alle tipologie tradizionali, quali ad esempio i fabbricati isolati, PCM consente lo studio di edifici generici: in aggregato, monumentali, su piani sfalsati, con varia articolazione plano-altimetrica, misti in muratura e altri materiali. E' possibile schematizzare modelli 2D (soli paramenti) e 3D (modelli spaziali).

Sono previste modellazioni per sottostrutture (scomposizione di fabbricati complessi) e analisi per fasi e per epoche costruttive. E' possibile descrivere gran parte dei casi reali attraverso funzioni evolute e metodi appropriati. Le analisi implementate sono: modale, statica lineare non sismica, sismica lineare (statica e dinamica modale), sismica statica non lineare (pushover), cinematica (meccanismi di collasso). In analisi cinematica, lo studio realistico dei volumi interessati dai cinematismi consente la visualizzazione interattiva dei fenomeni di ribaltamento rigido, mostrando in tempo reale le verifiche di sicurezza.

I metodi utilizzati sono studiati appositamente per gli edifici in muratura, e non sono derivati da ambienti pensati per cemento armato o acciaio. Lo scopo è dare alla muratura e alle tecniche costruttive storiche piena dignità, proponendo metodi di calcolo che per questo tipo di strutture non sono legati solo alla Scienza della Costruzioni, ma anche all'importantissima Statica Grafica.

L'analisi globale degli edifici in muratura è condotta con il metodo del telaio equivalente, opportunamente proposto in PCM con molte osservazioni e consigli in modo da sfruttarne pienamente le possibilità applicative.

Il metodo a telaio equivalente è a tutt'oggi consigliato nei documenti normativi di riferimento (inclusi gli EuroCodici) ed è proposto in molte Ricerche italiane e internazionali: ha il grande merito di unire semplicità a potenza di calcolo; come ogni altro schema matematico, deve essere usato con conoscenza delle sue potenzialità e dei suoi limiti, nell'ambito di un ambiente specializzato, come appunto PCM.

In PCM, ad esempio, la definizione delle zone rigide con varie modalità consente confronti e modellazioni alternative. Lo schema globale non è forzatamente di tipo shear-type: nodi ed aste possono avere vincoli esterni e interni qualsiasi, per rappresentare anche comportamenti alternativi (mensole accoppiate, singoli paramenti, ...)

Per il calcolo delle sollecitazioni e per la verifica degli elementi strutturali si è fatto ricorso all'elaboratore elettronico utilizzando il seguente programma di calcolo:

PRO_SAP RY2020 (vers.20.12.191)

PRO_SAP permette l'analisi elastica lineare di strutture tridimensionali con nodi a sei gradi di libertà utilizzando un solutore ad elementi finiti; permette inoltre analisi non lineari come analisi pushover per il calcolo di strutture più complesse o di cui si renda necessario valutare il comportamento al di fuori della linearità.

Gli elementi utilizzati sono sia monodimensionali (trave) che bidimensionali (piastre e membrane triangolari e quadrangolari); gli elementi membrana sono capaci di reagire solo ad azioni agenti nel piano dell'elemento, gli elementi piastra invece reagiscono anche a flessione e si usano per schematizzare setti, piastre ecc.

I carichi possono essere applicati sia ai nodi, come forze o coppie concentrate, sia sulle travi, come forze distribuite, trapezie, concentrate, come coppie e come distorsioni termiche. I vincoli sono puntuali e forniti tramite le sei costanti di rigidezza elastica.

PRO_SAP permette un'analisi dettagliata del comportamento dell'intera struttura. È possibile inoltre scegliere il grado di affinamento dell'analisi di elementi complessi utilizzando mesh via via più dettagliate.

Il programma prevede una serie di controlli automatici (check) che consentono l'individuazione di errori di modellazione. Al termine dell'analisi un controllo automatico identifica la presenza di spostamenti o rotazioni abnormi. Si può pertanto asserire che l'elaborazione sia corretta e completa. I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli che ne comprovano l'attendibilità. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali e adottati, anche in fase di primo proporzionamento della struttura. Inoltre, sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

Affidabilità dei codici utilizzati

2S.I. ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

E' possibile reperire la documentazione contenente alcuni dei più significativi casi trattati al seguente link:
<http://www.2si.it/Software/Affidabilità.htm>

5 PARAMETRI DI CALCOLO E AZIONE SISMICA

GENERALITA' - PARAMETRI DI CALCOLO - AZIONE SISMICA

Dati PCM Versione 2019.1.1.0

Abilitazione Hardware USB: KVSPJIGT

Commento al Progetto

PCM 2019: progetto di edificio in muratura

PARAMETRI DI CALCOLO: Generali

Tipi di analisi richieste:

Analisi Modale

Analisi Statica Lineare NON Sismica [§4.5.5]

Analisi Sismica Dinamica Modale [§7.8.1.5.3]

Analisi Sismica Statica NON Lineare Pushover [§7.8.1.5.4]

AZIONE SISMICA

Struttura:

Vita Nominale VN (anni) = 50

Classe d'uso: III

Coefficiente d'uso CU = 1.5

Periodo di riferimento per l'azione sismica $VR=VN*CU$ (anni) = 75

Pericolosità:

Ubicazione del sito:

Longitudine ED50 (gradi sessadecimali) = 10.193186

- Latitudine ED50 (gradi sessadecimali) = 45.886058

Tipo di interpolazione: superficie rigata [§CA]

$ag(g)$ Fo $Tc^*(sec)$ per i periodi di ritorno di riferimento

30	0.031	2.479	0.2
50	0.039	2.537	0.211
72	0.045	2.505	0.23
101	0.052	2.535	0.241
140	0.058	2.554	0.26
201	0.067	2.533	0.27
475	0.092	2.525	0.28
975	0.118	2.515	0.298
2475	0.162	2.502	0.309

Per periodi di ritorno $TR < 30$ anni [cfr. DPC-Reluis, CNR-ITC]:

$ag(TR) = K * TR^{\alpha}$, dove:

$K = 0.007721450$, $\alpha = 0.412907640$

Stati Limite:

PVR (%) Probabilità di superamento nel periodo di riferimento VR (Tab.3.2.i)

SLE: SLO	81
SLE: SLD	63
SLU: SLV	10
SLU: SLC	5

ag(g) Fo Tc*(sec) e altri parametri di spettro per i periodi di ritorno TR associati a ciascun Stato Limite [§3.2.3]

Stato	TR	a _g	Fo	TC*	S	TB	TC	TD	
limite (anni)	(*g)		(sec)		(sec)	(sec)	(sec)	(sec)	

SLO	45	0.037	2.525	0.209	1.500	0.123	0.368	1.748	
SLD	75	0.046	2.509	0.231	1.500	0.131	0.393	1.784	
SLV	712	0.106	2.519	0.290	1.500	0.153	0.458	2.024	
SLC	1462	0.135	2.509	0.303	1.497	0.157	0.472	2.140	

(parametri di spettro conformi al reticolo sismico secondo D.M. 17.1.2018)

Suolo:

Categoria di sottosuolo e Condizioni topografiche:

Categoria di sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Rapporto quota sito / altezza rilievo topografico = 0

Coefficiente di amplificazione topografica ST = 1

PGA:

Definizione di PGA: Accelerazione al suolo (analoga ad: $a_g \cdot S$, dove: $S = S_S \cdot S_T$)

Componenti:

Spettro di risposta: componente orizzontale:

Spettro elastico: Smorzamento viscoso (ξ) (%) = 5

$\eta = [10 / (5 + \xi)] = 1$

SLV: Fattore di Comportamento = 2.25 => $\eta = 1/q = 0.444$

SLD: Fattore di Comportamento = 1.5

Spettro di risposta: componente verticale:

$S_S = 1.000$, $S = 1.000$, $T_B = 0.050$ sec, $T_C = 0.150$ sec, $T_D = 1.000$ sec, $\xi = 5\%$ ($\eta = 1.000$), $q = 1.500$ ($\eta = 1/q = 0.667$)

PARAMETRI DI CALCOLO: Sismica

Direzioni di analisi e quote di riferimento:

Angolo tra sistema di riferimento globale XY e direzioni sismiche X'Y' (+ se antiorario)

(α°) = 0

(analisi nelle direzioni X e Y)

Altezza della costruzione a partire dal piano di fondazione H (m) = 12.05

Quota di inizio degli effetti sismici H_S (m) = 0

In caso di sisma verticale considerare sempre il 100% degli effetti: no

Analisi Sismiche Lineari:

Direzioni di analisi: X Y

Criterio di combinazione delle componenti orizzontali:

Sommare ai massimi ottenuti per l'azione applicata in una direzione il 30% dei massimi ottenuti per l'azione applicata nelle altre direzioni [§7.3.5]

Ignorare gli effetti dei momenti torcenti dovuti alle eccentricità accidentali [§7.2.6]: no

Ignorare l'amplificazione degli spostamenti con fattore μ nel calcolo delle tensioni sul terreno [§7.3.3.3]: no

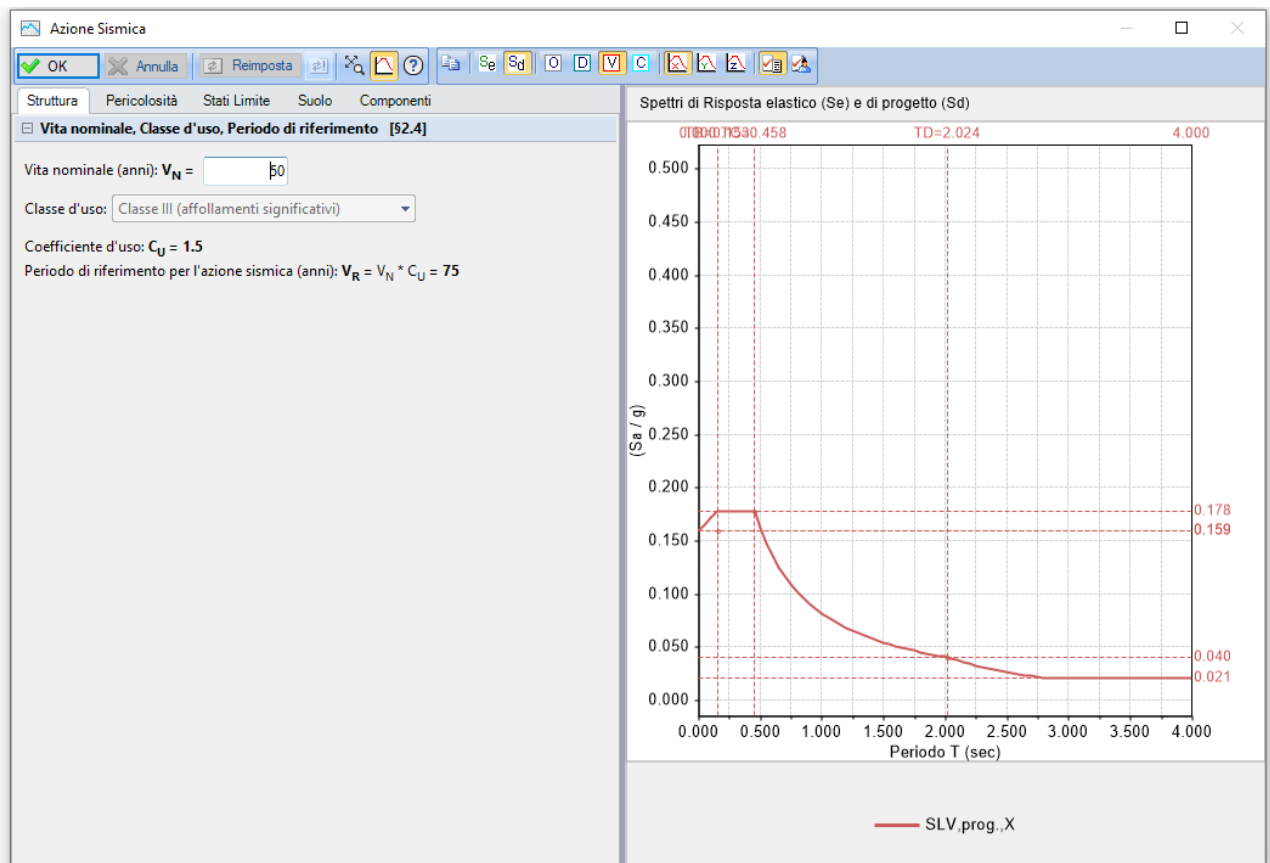
Eseguire le verifiche di sicurezza anche per le combinazioni (N_{min}, T/M_{max}), (N_{max}, T/M_{min}): no

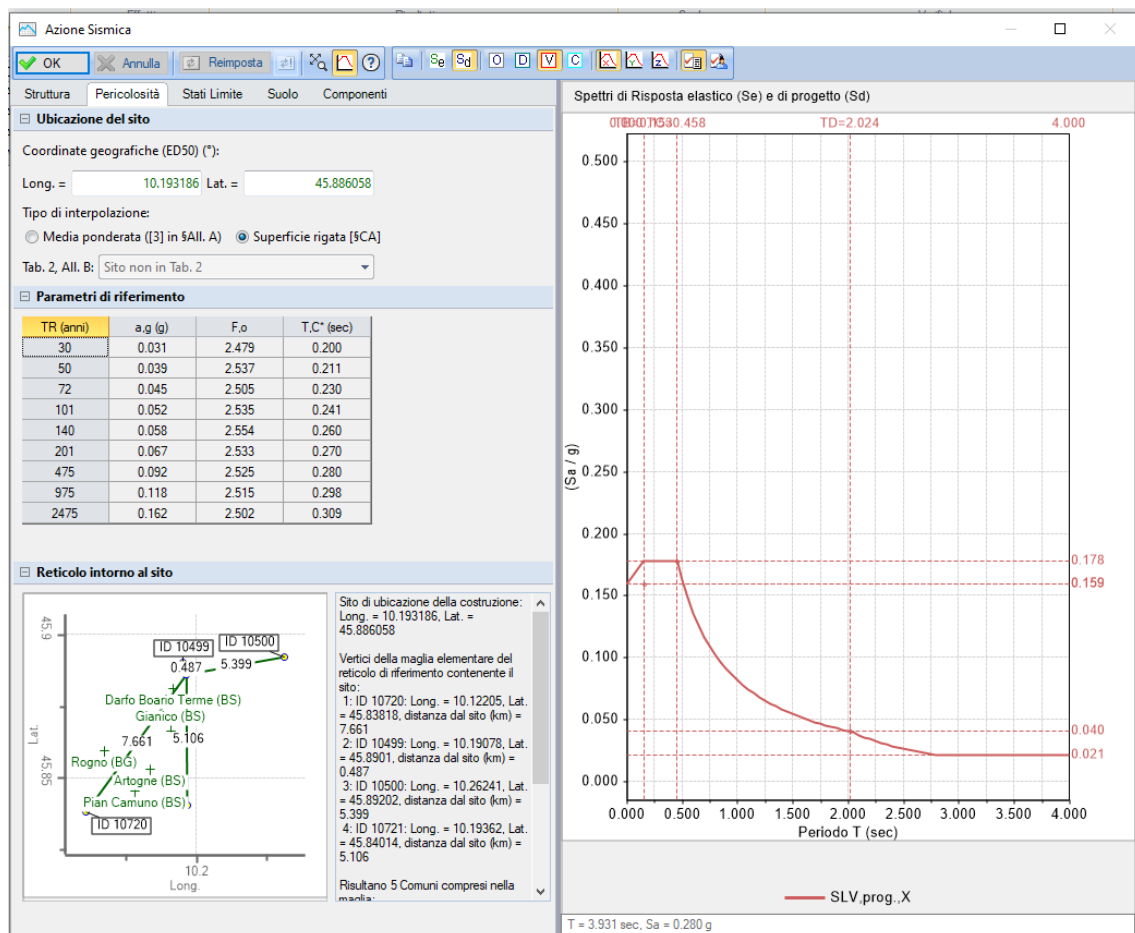
Analisi Sismica Statica Lineare:

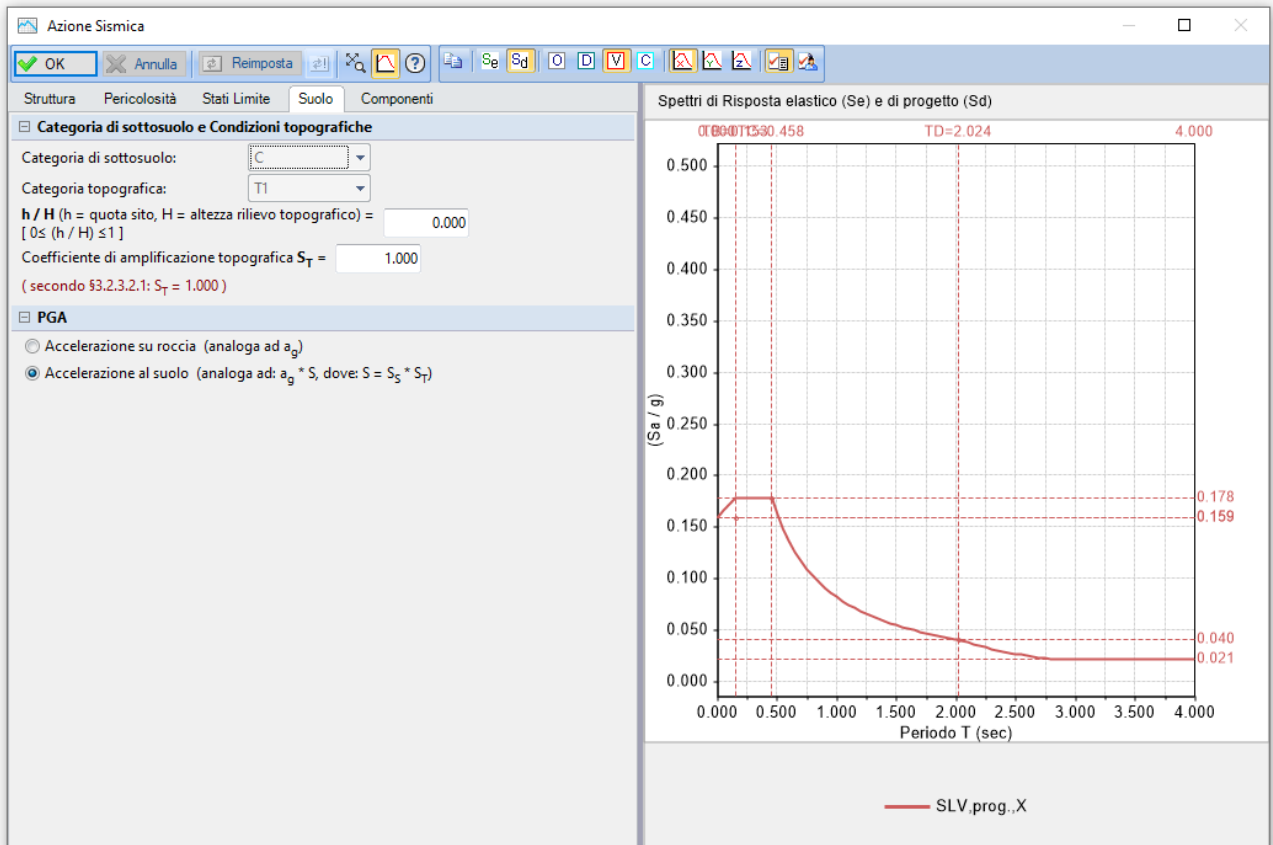
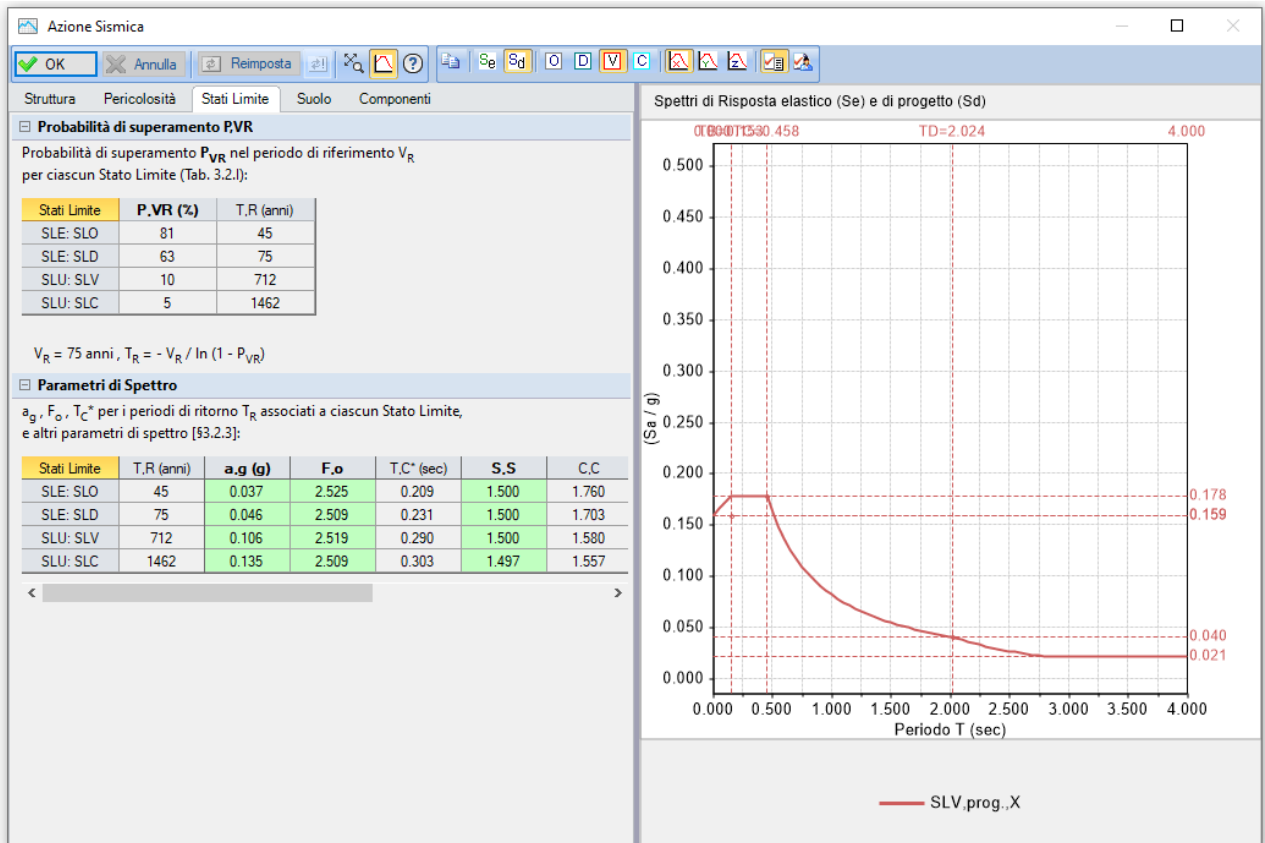
Periodo principale T₁ (sec): $T_1 = C_1 \cdot H^{(3/4)}$, $C_1 = 0.05$, $T_1 = 0.323$

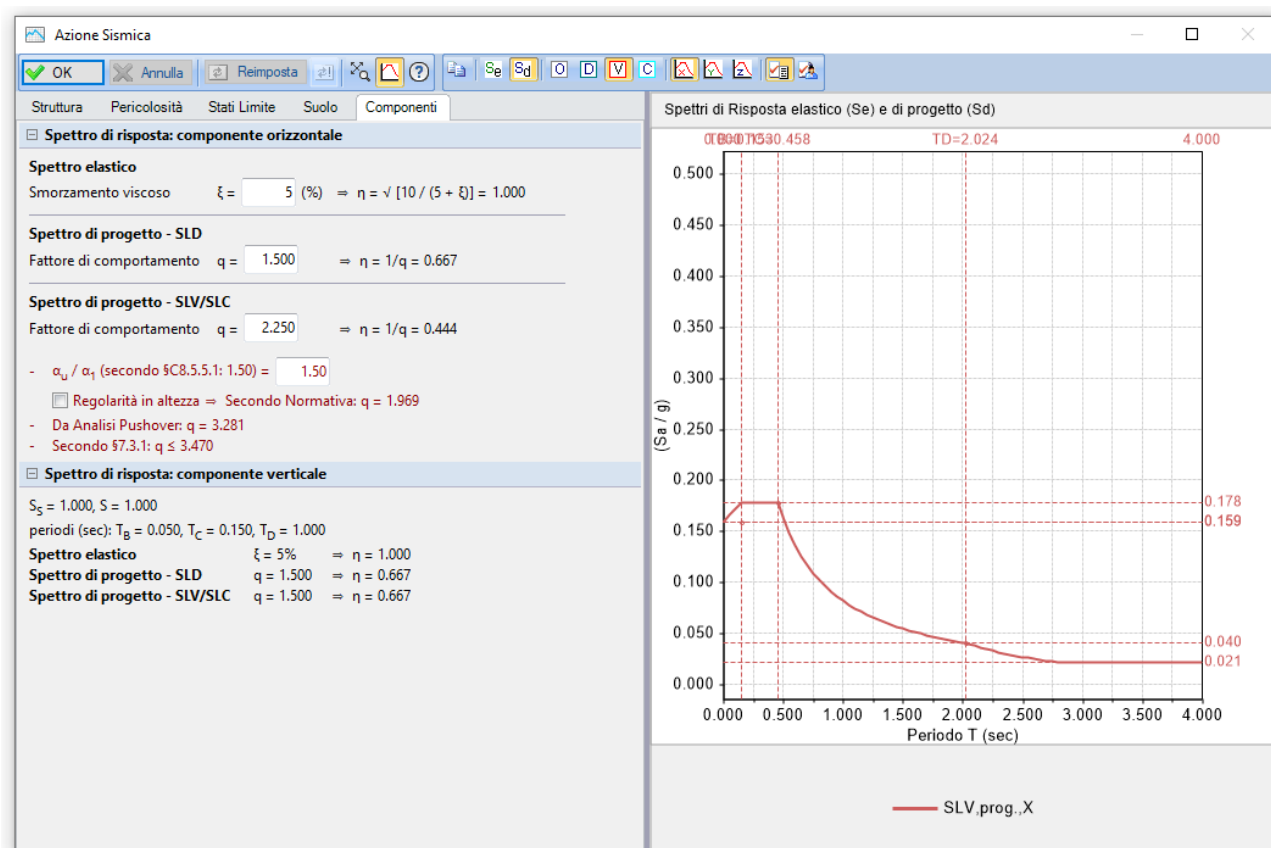
$\lambda = 1.00$ nella definizione delle forze sismiche [§7.3.3.2]: no

Progettazione semplificata per zone a bassa sismicità [§7]: no









PARAMETRI DI CALCOLO: Analisi Modale

Metodo di calcolo per Analisi Modale: Lanczos

Numero modi da calcolare: 10

Numero di modi da considerare: tutti i modi con massa part.>5% e comunque tali che massa part.tot.>85% [§7.3.3.1]

Metodo di combinazione dei modi: CQC (combinazione quadratica completa) [§7.3.3.1]

PARAMETRI DI CALCOLO: Muratura

Tipo di edificio: Muratura Ordinaria

Edificio Esistente

Coefficienti parziali di sicurezza: Edificio Esistente

- γ_M in Statica [§4.5.6.1] = 3

- γ_M in Sismica [§7.8.1.1] = 2.4

Per maschi murari:

Contributo rigidezza trasversale: no

Assemblaggio rigidezza flessionale (EJ) per elementi contigui: no

Link orizzontali rigidi anche fuori piano: si

Comportamento muratura:

Diagramma di calcolo tensione-deformazione [§4.1.2.1.2.2]: Stress-block

PARAMETRI DI CALCOLO: Valutazione

Stati Limite da considerare: SLV

Valutazione della sicurezza sismica per edifici esistenti:

Intervento di Adeguamento [§8.4.3] o Stato Attuale di un Intervento di Miglioramento:

indicatore di rischio sismico $\zeta_E \geq 1$

PARAMETRI DI CALCOLO: Verifiche

Per maschi murari:

Sezioni di verifica. Alla base, e in sommità in pushover: obbligatoria; in sommità in an.lineare: a tutti i piani, tranne l'ultimo

PressoFlessione Complanare:

Considerare la Flessione solo nei maschi snelli: no

- snelli se (h/l) superiore a: 2

Taglio per Scorrimento:

Modalità di calcolo della zona reagente: distribuzione triangolare delle tensioni [EC6,§4.5.3(6)]

Maschi in muratura ordinaria: prescindere in ogni caso dalla parzializzazione: no

PressoFlessione Ortogonale:

Analisi Statica [§4.5.6.2]:

- con azioni da modello di calcolo 3D: si

- metodo semplificato (ipotesi di parete incernierata a livello dei piani) [§4.5.5,§4.5.6.2]: no

eseguire le verifiche solo in mezzeria: si

Analisi Sismiche Lineari [§7.8.2.2.3]:

- con azioni da modello di calcolo 3D: no

- con azioni convenzionali (forze equivalenti per elementi non strutturali) [§7.2.3]: si

Analisi Pushover [§7.8.2.2.3]:

- con azioni da modello di calcolo 3D: si

Opzioni varie:

- riduzione della resistenza per gli effetti di instabilità: no

- considerare eccentricità minima (h/200): si

PARAMETRI DI CALCOLO: Pushover (1)

Distribuzioni di forze [cfr.§7.3.4.2]:

Gruppo 1: distribuzioni principali

(A) Lineare: proporzionale alle forze statiche

Gruppo 2: distribuzioni secondarie

(E) Uniforme: forze proporzionali alle masse

Fattore di partecipazione modale Γ [cfr.§C7.3.4.2]:

calcolato con masse complete

$\Gamma = 1.00$ nella distribuzione di forze Uniforme (E): si

Incremento di taglio (kN) = 20

Direzione e verso di analisi: $+X' -X' +Y' -Y'$

Eccentricita' accidentale: curve senza momento torcente aggiuntivo

Analisi bidirezionale: curve con combinazione direzionale

Sisma verticale: curve senza componente sismica verticale

Punto di controllo:

baricentro del piano 3

E' possibile che in input siano stati definiti nodi aggiuntivi

per l'elaborazione delle curve di capacita' [§7.3.4.2]:

in ogni caso, i risultati delle verifiche con confronto

tra capacita' e domanda per i vari stati limite si riferiscono

alle curve che producono i risultati a maggior favore di sicurezza.

PARAMETRI DI CALCOLO: Pushover (2)

Comportamento degli elementi strutturali:

Maschi murari:

Non eseguire verifiche a Sforzo Normale di Trazione: no

Ignorare caduta di taglio per crisi a pressoflessione ortogonale: si

Deformazione angolare limite: controllo drift ultimo

Fasce di piano (Strisce, Sottofinestra): comportamento bilineare

Fondazioni:

Ignorare aste su suolo elastico in Analisi Pushover: si

Modalità di calcolo:

Spostamento ultimo a SLU:

Spostamento corrispondente ad un taglio alla base residuo pari a 80% rispetto al massimo assoluto, considerando l'ultima configurazione equilibrata

Sistema bilineare equivalente:

Tratto elastico passante per il punto con Taglio pari a 0.70 T_{max}

PARAMETRI DI CALCOLO: Calcestruzzo Armato

Acciaio:

Diagramma di calcolo tensione - deformazione [4.1.2.1.2.3]:

Modello: elastico perfettamente plastico (tensioni in N/mm², deformazioni in per mille):

$f_{yk} = 450$

$\epsilon_{ud} = 10 - E_s = 210000$

Coefficiente parziale di sicurezza per acciaio $\gamma_s = 1.15$

Fattore di confidenza FC per acciaio in c.a. esistente [cfr. Tab.C8A.1.2] = 1.2

Calcestruzzo:

Diagramma di calcolo tensione - deformazione [4.1.2.1.2.2]:

Modello: parabolico-rettangolare:

$\epsilon_{c2} = 2 - \epsilon_{cu} = 3.5$

Coefficiente parziale di sicurezza per calcestruzzo $\gamma_c = 1.5$

Varie:

Verifiche a PressoFlessione: si considera sempre il contributo dell'armatura compressa

Fattore di confidenza FC per strutture in c.a. [cfr. Tab.C8A.1.2] = 1.35

6 MATERIALI

Muratura Esistente

L'edificio esistente come descritto nel capitolo introduttivo è caratterizzato dalla tipologia muraria evidenziata in rosso nella tabella C8.5.I estrapolata dalla Circolare 21/01/2019

Tabella C8.5.I -Valori di riferimento dei parametri meccanici della muratura, da usarsi nei criteri di resistenza di seguito specificati (comportamento a tempi brevi), e peso specifico medio per diverse tipologie di muratura. I valori si riferiscono a: f = resistenza media a compressione, τ_0 = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), f_{v0} = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), E = valore medio del modulo di elasticità normale, G = valore medio del modulo di elasticità tangenziale, w = peso specifico medio.

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

(*) Nella muratura a conci sbozzati i valori di resistenza tabellati si possono incrementare se si riscontra la sistematica presenza di zeppe profonde in pietra che migliorano i contatti e aumentano l'ammorsamento tra gli elementi lapidei; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente pari a 1,2.

(**) Data la varietà litologica della pietra tenera, il peso specifico è molto variabile ma può essere facilmente stimato con prove dirette. Nel caso di muratura a conci regolari di pietra tenera, in presenza di una caratterizzazione diretta della resistenza a compressione degli elementi costituenti, la resistenza a compressione f può essere valutata attraverso le indicazioni del § 11.10 delle NTC.

(***) Nella muratura a mattoni pieni è opportuno ridurre i valori tabellati nel caso di giunti con spessore superiore a 13 mm; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente riduttivo pari a 0,7 per le resistenze e 0,8 per i moduli elastici.

Per l'immobile in oggetto è stata eseguita una campagna di indagini mediante prove con martinetto piatto singolo e doppio che hanno permesso di assumere per le murature un livello di conoscenza LC3 a cui corrisponde il relativo fattore di confidenza pari a 1.00, prendendo i seguenti parametri meccanici:

- Resistenze: i valori massimi degli intervalli riportati in tabella C8.5.I;
- Moduli elastici: i valori massimi degli intervalli riportati in tabella C8.5.I;

Tali valori sono assunti sulla base di quanto indicato al §C8.5.4.1 di cui nel seguito si mostra un'estrapolazione.

LC3: I valori delle resistenze e dei moduli elastici riportati in Tabella C.8.5.I individuano una distribuzione a-priori che può essere aggiornata sulla base dei risultati delle misure eseguite in sito. Considerato il generico parametro X , una stima dei parametri μ' e σ' della distribuzione a-priori può essere dedotta dai valori minimo e massimo in tabella, con le formule seguenti:

$$\mu' = \frac{1}{2}(X_{\min} + X_{\max}) \quad [\text{C8.5.4.1}]$$

$$\sigma' = \frac{1}{2}(X_{\max} - X_{\min}) \quad [\text{C8.5.4.2}]$$

Eseguito un numero n di prove dirette, l'aggiornamento del valore medio può essere effettuato come segue:

$$\mu'' = \frac{n\bar{X} + \kappa\mu'}{n + \kappa} \quad [\text{C8.5.4.3}]$$

dove \bar{X} è la media delle n prove dirette e κ è un coefficiente che tiene conto del rapporto tra la dispersione (varianza) della stima effettuata attraverso le prove (combinazione tra incertezza della misurazione sperimentale e dispersione dei parametri meccanici nell'ambito dell'edificio che si sta analizzando) e la varianza σ'^2 della distribuzione a-priori.

Nel determinare la stima aggiornata del valore medio del parametro meccanico, il coefficiente κ rappresenta il peso relativo della distribuzione a-priori (associata ai parametri della tabella C.8.5.I) rispetto alle prove sperimentali³.

Qualora la media delle n prove dirette \bar{X} sia significativamente diversa dal valore μ' adottato per la distribuzione a-priori, e quindi la differenza tra μ' e μ'' risulti rilevante, l'accettabilità del risultato ottenuto applicando l'equazione C8.5.4.3 deve essere adeguatamente motivata.

Dalle formule C8.5.4.1, C8.5.4.2 e C8.5.4.3 si ricava ponendo il generico parametro $X = E$:

- $X_{\min} = 921 \text{ N/mm}^2$;
- $X_{\max} = 1456 \text{ N/mm}^2$;
- $\rightarrow \mu' = 1188.5 \text{ N/mm}^2$ $\sigma' = 267.5 \text{ N/mm}^2$;
- $\eta =$ numero di prove = 2;
- $\bar{X} = \mu'$;
- $\kappa = 1.5$;

Si ottiene un modulo elastico $E = 1189 \text{ N/mm}^2 \rightarrow$ si assume il valore massimo da tab.C8.5.I $E = 1050 \text{ N/mm}^2$

Analogamente ponendo il generico parametro $X = f$:

- $X_{\min} = 1.77 \text{ N/mm}^2$;
- $X_{\max} = 2.37 \text{ N/mm}^2$;
- $\rightarrow \mu' = 2.07 \text{ N/mm}^2$ $\sigma' = 0.3 \text{ N/mm}^2$;
- $\eta =$ numero di prove = 2;
- $\bar{X} = \mu'$;
- $\kappa = 2$;

Si ottiene una resistenza a compressione $f = 2.07 \text{ N/mm}^2 \rightarrow$ si assume il valore massimo da tab.C8.5.I $f = 2 \text{ N/mm}^2$

Nel seguito si visualizzano le finestre dei materiali come impostate da programma

Materiali

Left Sidebar (Tree View):

- Calcestruzzo
 - C25/30
- Acciaio
 - Acciaio S235
- Muratura esistente** (Selected)
 - Muratura esistente
 - Muratura esistente (2)
- Muratura nuova
 - Muratura nuova
- Materiale generico
 - Legno
- Blocchi e giunti
 - Blocchi e giunti

Main Properties Pane:

Generale	
Nome	Muratura esistente
Riferimento	NTC 2018, Tab. C8.5.I
Tipologia	Pietrame disordinata
Condizioni	Standard
Fattore di Confidenza	1.00

Moduli elastici	
Valori	Massimi
E	1050
G	350

Resistenze	
Valori	Massimi
f _m	2.000
f _{tm}	0.200
f _{hm}	1.000
τ ₀	0.032
f _{vm0}	

Altre proprietà meccaniche	
w	19.00
α	0.000010
f _b	
μ	
φ	
Coefficienti correttivi	

Proprietà grafiche	
Colore 2D	169; 169; 169
Colore 3D	245; 222; 179
Texture	Pietra_1

Requisiti geometrici maschi murari	
Spessore minimo	0.300
Snellezza complanare limite	2.000
Snellezza ortogonale limite	10.000

[Anteprima proprietà di calcolo](#)

Nome
Nome del materiale

Aggiungi Rimuovi OK

Acciaio FeB44k per c.a. strutture esistenti

Proprietà specifiche per barre tonde acciaio per armatura cemento armato

Tensione di snervamento f_{yk} 4400 daN/cm².

Modulo elastico E 2100000 daN/cm².

Acciaio B450C per c.a. strutture nuova realizzazione

Proprietà specifiche per barre tonde acciaio per armatura cemento armato

Tensione di snervamento f_{yk} 4500 daN/cm².

Resistenza di calcolo dell'acciaio [Punto 4.1.2.1.1.3 del NTC18]:

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s \text{ con}$$

- f_{yk} tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio (par. 11.3.2 delle NTC18)

- γ_s coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio = 1,15

si ottiene quindi con $f_{yk} = 4500 \text{ kg/cm}^2$ $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 3913 \text{ kg/cm}^2$

Tensione di rottura f_{tk} 5400 daN/cm².

Modulo elastico E 2000000 daN/cm².

Calcestruzzo C25/30

Si utilizza per gli elementi di nuova realizzazione ed esistenti calcestruzzo classificato con la sigla C25/30 da EC2 e NTC18 ovvero con resistenza cilindrica caratteristica $f_{ck}=25 \text{ Mpa}$ e resistenza cubica caratteristica $R_{ck}=30 \text{ Mpa}$ con le seguenti caratteristiche e resistenze:

- resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c \text{ con}$$

- γ_c coefficiente parziale di sicurezza relativo al cls = 1,5

- α_{cc} coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata = 0,85

si ottiene quindi: $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 141,7 \text{ kg/cm}^2$ per C25/30

resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo

$$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$$

con

f_{ctk} resistenza caratteristica a trazione del cls

- [Tabella 3.2 – EC2]: modulo di elasticità secante $E_{cm} = 31,4 \text{ KN/mm}^2 = 31447 \text{ MPa}$

- [Tabella 3.1 – EC2]: resistenza media a trazione del calcestruzzo $f_{ctm} = 2,56 \text{ MPa}$

- [Punto 3.1.2.5.3 – EC2]: modulo di Poisson $\nu = 0,2$

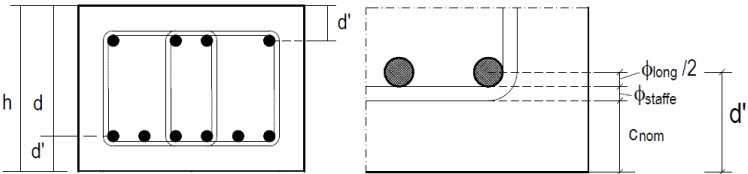
- Modulo di elasticità tangenziale: $G = [E/2 \cdot (1 + \nu)] = 13103 \text{ Mpa}$

Per garantire la durabilità delle strutture in c.a. ordinario esposte all'azione dell'ambiente, si devono adottare i provvedimenti atti a limitare gli effetti di degrado indotti dall'attacco chimico, fisico, dalla corrosione delle armature e dai cicli di gelo e disgelo. A tal fine il progettista deve fissare le caratteristiche del cls da impiegare, i valori del copriferro e le regole di maturazione. Le norme UNI EN 206-1 raccomandano la composizione di alcuni vincoli compositivi e/o prestazionali che riguardano valore max rapporto acqua/cemento, valore minimo della resistenza caratteristica, valore minimo del contenuto di cemento.

Classe di esposizione ambientale	Copriferro $c_{min,dur}$ [mm]							
	15	25	30	35	40	45	50	55
XC1								
XC2								
XC3								
XC4								
XD1								
XD2								
XD3								
XS1								
XS2								
XS3								
XF1								
XF2 – XF3								
XF4								
XA1								
XA2								
XA3								

$$c_{nom} = \max (c_{min,b}, c_{min,dur}) + 10 \text{ (mm)} \geq 20 \text{ mm}$$

$$c_{min,b} = \phi \sqrt{n_b} \quad n_b \text{ numero di barre di un eventuale gruppo di barre; per barra singola } n_b = 1.$$



Altezze d e d'

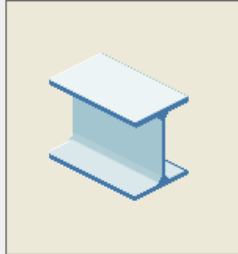
1 Nessun rischio di corrosione o di attacco		
X0	Calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, abrasione o attacco chimico. Calcestruzzo con armatura o inserti metallici molto asciutto.	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità dell'aria molto bassa.
2 Corrosione indotta da carbonatazione		
XC1	Asciutto o permanentemente bagnato	Calcestruzzo all'interno di edifici con bassa umidità relativa. Calcestruzzo costantemente immerso in acqua
XC2	Bagnato, raramente asciutto	Superfici di calcestruzzo a contatto con acqua per lungo tempo. Molte fondazioni
XC3	Umidità moderata	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità dell'aria moderata oppure elevata. Calcestruzzo esposto all'esterno protetto dalla pioggia
XC4	Ciclicamente bagnato e asciutto	Superfici di calcestruzzo soggette al contatto con acqua, non nella classe di esposizione XC2
3 Corrosione indotta da cloruri		
XD1	Umidità moderata	Superfici di calcestruzzo esposte a nebbia salina
XD2	Bagnato, raramente asciutto	Piscine. Calcestruzzo esposto ad acque industriali contenenti cloruri
XD3	Ciclicamente bagnato ed asciutto	Parti di ponti esposte a spruzzi contenenti cloruri Pavimentazioni stradali e di parcheggi
4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare		
XS1	Esposto a nebbia salina ma non in contatto diretto con acqua di mare	Strutture prossime oppure sulla costa
XS2	Permanentemente sommerso	Parti di strutture marine
XS3	Zone esposte alle onde, agli spruzzi oppure alle maree	Parti di strutture marine
5 Attacco di cicli gelo/disgelo		
XF1	Moderata saturazione d'acqua, senza impiego di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo
XF2	Moderata saturazione d'acqua, con uso di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo di strutture stradali esposte al gelo e nebbia di agenti antigelo
XF3	Elevata saturazione d'acqua, senza antigelo	Superfici orizzontali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo
XF4	Elevata saturazione d'acqua, con antigelo oppure acqua di mare	Strade e impalcati da ponte esposti agli agenti antigelo Superfici di calcestruzzo esposte direttamente a nebbia contenente agenti antigelo e al gelo
6. Attacco chimico		
XA1	Ambiente chimico debolmente aggressivo	Suoli naturali ed acqua del terreno
XA2	Ambiente chimico moderatamente aggressivo	Suoli naturali ed acqua del terreno
XA3	Ambiente chimico fortemente aggressivo	Suoli naturali ed acqua del terreno

Acciaio da carpenteria classe S275

Utilizzato per le catene e relativi capochiavi

Definizione proprietà materiale tipo acciaio

Stringa identificativa	Acciaio Fe430 - S275
Resistenze	
Tensione f_t	4300.0 [daN/cm ²]
Tensione f_y	2750.0 [daN/cm ²]
Tensione $f_t (>40)$	2750.0 [daN/cm ²]
Tensione $f_y (>40)$	2500.0 [daN/cm ²]
Tensione ammissibile	1900.0 [daN/cm ²]
Tensione ammissibile (>40)	1700.0 [daN/cm ²]
<input type="checkbox"/> Elasto-plastico	
Generalità	
Peso specifico	7.8000e-03 [daN/cm ³]
Dilatazione termica	1.2000e-05 [1/C]
Smorzamento	5.0
Costanti elastiche	
Modulo E	210000.0 [daN/cm ²]
Poisson	0.3
Modulo G	80769.0 [daN/cm ²]

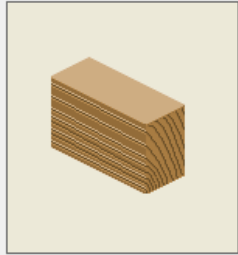


OK Annulla

Legno lamellare GL24h copertura nuova realizzazione

Definizione proprietà materiale tipo legno

Stringa identificativa	Legno lamellare GL24h
Resistenze	
Resistenza f_{c0}	240.0 [daN/cm ²]
Resistenza f_{t0}	192.0 [daN/cm ²]
Resistenza f_m	240.0 [daN/cm ²]
Resistenza f_v	35.0 [daN/cm ²]
<input type="checkbox"/> Elasto-plastico	
<input checked="" type="checkbox"/> Lamellare	
Generalità	
Peso specifico	4.2000e-04 [daN/cm ³]
Dilatazione termica	0.0 [1/C]
Dilatazione termica 2	3.5000e-05 [1/C]
Dilatazione termica 3	3.5000e-05 [1/C]
Smorzamento	5.0
V Beta n	1.0 [mm/min]
Incremento dinamico	1.0
Costanti elastiche	
Stringa identificativa	



OK Annulla

Materiale per rinforzo

Geosteel Grid 200

DATI TECNICI SECONDO NORMA DI QUALITÀ KERAKOLL		
Dati tecnici della rete		
Aspetto	rete impregnata con trattamento protettivo alcali-resistente	
Natura del materiale	basalto e acciaio Inox AISI 304	
Massa totale (comprensivo di termosaldatura e rivestimento protettivo)	≈ 200 g/m ²	
Larghezza rotolo	≈ 1 m	
Lunghezza rotolo	≈ 25 m	
Larghezza maglia	≈ 17x17 mm	
Conservazione	illimitata	
Confezione	rotoli 25 m	
Peso confezione	≈ 6 kg (1 rotolo)	

PERFORMANCE		
Dati tecnici dei materiali costituenti la rete		
Basalto:		
- tensione caratteristica a trazione	σ_{tba}	≥ 3000 MPa
- modulo elastico	E_{tba}	≥ 87 GPa
Acciaio Inox AISI 304:		
- tensione caratteristica a trazione	σ_{tba}	≥ 750 MPa
- modulo elastico	E_{tba}	≥ 200 GPa
Dati tecnici caratteristici della rete (0° – 90°)		
- spessore equivalente della rete	t_r	0,032 mm
- carico a trazione per unità di larghezza	F_l	≈ 40 kN/m

Geocalce F Antisismico

DATI TECNICI SECONDO NORMA DI QUALITÀ KERAKOLL		
Aspetto	polvere	
Natura mineralogica aggregato	silicatica-carbonatica	
Intervallo granulometrico	0 – 1,4 mm	
Conservazione	≈ 12 mesi dalla data di produzione in confezione originale e integra; teme l'umidità	
Confezione	sacchi 25 kg	
Acqua d'impasto	≈ 4,5 l / 1 sacco 25 kg	
Massa volumica apparente della malta fresca	≈ 1,73 kg/dm ³	EN 1015-6
Massa volumica apparente della malta indurita essiccata	≈ 1,58 kg/dm ³	EN 1015-10
Temperature limite d'applicazione	da +5 °C a +35 °C	
Spessore max per strato	≈ 1,5 cm	
Resa	≈ 14 kg/m ² per cm di spessore	
Rilevazione dati a +20 ± 2 °C di temperatura, 65 ± 5% U.R. e assenza di ventilazione. Possono variare in funzione delle specifiche condizioni di cantiere		

PERFORMANCE

QUALITÀ DELL'ARIA INTERNA (IAQ) VOC - EMISSIONI SOSTANZE ORGANICHE VOLATILI

Conformità EC 1 plus GEV-Emicode Cert. GEV 4093/11.01.02

QUALITÀ DELL'ARIA INTERNA (IAQ) ACTIVE - DILUIZIONE INQUINANTI INDOOR *

	Flusso	Diluizione	
Toluene	299 µg m²/h	+100%	metodo JRC
Pinene	162 µg m²/h	+14%	metodo JRC
Formaldeide	2330 µg m²/h	test non superato	metodo JRC
Biossido di Carbonio (CO ₂)	388 mg m²/h	+453%	metodo JRC
Umidità (Aria Umida)	26 mg m²/h	+21%	metodo JRC

QUALITÀ DELL'ARIA INTERNA (IAQ) BIOACTIVE - AZIONE BATTERIOSTATICA **

Enterococcus faecalis Classe B+ proliferazione assente metodo CSTB

QUALITÀ DELL'ARIA INTERNA (IAQ) BIOACTIVE - AZIONE FUNGISTATICA **

Penicillium brevicompactum Classe F+ proliferazione assente metodo CSTB

Cladosporium sphaerospermum Classe F+ proliferazione assente metodo CSTB

Aspergillus niger Classe F+ proliferazione assente metodo CSTB

HIGH-TECH EN 998-2

Resistenza a compressione a 28 gg	categoria M15	EN 998-2
Permeabilità al vapore acqueo (µ)	da 15 a 35 (valore tabulato)	EN 1745
Assorbimento idrico capillare	≈ 0,3 kg/(m² · min ^{0,5})	EN 1015-18
Resistenza a taglio	> 1 N/mm²	EN 1052-3
Adesione al supporto a 28 gg	> 1 N/mm² - FP: B	EN 1015-12
Conducibilità termica (λ _{10, dry})	0,82 W/(m K) (valore tabulato)	EN 1745
Modulo elastico statico	9 GPa	EN 998-2
Conformità	classe di resistenza M15	EN 998-2

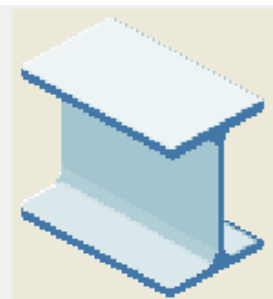
HIGH-TECH EN 1504-3

Resistenza a compressione	> 15 MPa (28 gg)	EN 12190
Resistenza a trazione per flessione	> 5 MPa (28 gg)	EN 196/1
Legame di aderenza	> 0,8 MPa (28 gg)	EN 1542
Adesione su laterizio	> 1 MPa (28 gg)	EN 1015-12
Modulo elastico a compressione	9 GPa (28 gg)	EN 13412
Compatibilità termica ai cicli di gelo-disgelo con sali disgelanti	ispezione visiva superata	EN 13687-1
Contenuto ioni cloruro (Determinato sul prodotto in polvere)	< 0,05%	EN 1015-17
Reazione al fuoco	Euroclasse A1	EN 13501-1

Acciaio da carpenteria classe S235

Non avendo indicazioni circa l'acciaio utilizzato si è optato cautelativamente per quello di qualità inferiore disponibile in commercio, ulteriormente abbattuto del fattore legato al livello di conoscenza (LC1 = 1.35).

Stringa identificativa	Acciaio Fe360 - S235	
<input type="checkbox"/> Generalità		
<input checked="" type="checkbox"/> Materiale esistente		
Fattore di confidenza FC m	1.35	
<input type="checkbox"/> Resistenze		
Tensione f _{tm}	3600.0 [daN/cm²]	
Tensione f _{ym}	2350.0 [daN/cm²]	
Resistenza f _d	2350.0 [daN/cm²]	
Resistenza f _d (>40)	2100.0 [daN/cm²]	
Tensione ammissibile	1600.0 [daN/cm²]	
Tensione ammissibile (>40)	1400.0 [daN/cm²]	
<input type="checkbox"/> Elasto-plastico per aste ...		
<input type="checkbox"/> Proprietà		
Peso specifico	7.8500e-03 [daN/cm³]	
Dilatazione termica	1.2000e-05 [1/C]	
Smorzamento	5.0	
<input type="checkbox"/> Costanti elastiche		



7 SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO E COMBINAZIONI

Condizioni di carico elementari

Condizione di Carico Elementare n°1

PARAMETRI GENERALI

Permanente

Tipo di Azione [§2.5] = 1. Permanente strutturale (G1)

Livelli di intensità dell'azione variabile:

- (psi),0 (valore raro) = 1.00

- (psi),1 (valore frequente) = 1.00

- (psi),2 (valore quasi-permanente) = 1.00

Moltiplicatori per Generazione Masse = 111001

Condizione di Carico Elementare n°2

PARAMETRI GENERALI

Permanente non strutturale

Tipo di Azione [§2.5] = 2. Permanente non strutturale (G2)

Livelli di intensità dell'azione variabile:

- (psi),0 (valore raro) = 1.00

- (psi),1 (valore frequente) = 1.00

- (psi),2 (valore quasi-permanente) = 1.00

Moltiplicatori per Generazione Masse = 111001

Condizione di Carico Elementare n°3

PARAMETRI GENERALI

Variabile Cat.C

Tipo di Azione [§2.5] = 6. Var.(Qk): Cat.C: Ambienti suscettibili di affollamento

Livelli di intensità dell'azione variabile:

- (psi),0 (valore raro) = 0.70

- (psi),1 (valore frequente) = 0.70

- (psi),2 (valore quasi-permanente) = 0.60

Moltiplicatori per Generazione Masse = 111001

Condizione di Carico Elementare n°4

PARAMETRI GENERALI

Variabile Cat.H

Tipo di Azione [§2.5] = 11. Var.(Qk): Cat.H: Coperture

Livelli di intensità dell'azione variabile:

- (psi),0 (valore raro) = 0.00

- (psi),1 (valore frequente) = 0.00

- (psi),2 (valore quasi-permanente) = 0.00

Moltiplicatori per Generazione Masse = 111001

Condizione di Carico Elementare n°5

PARAMETRI GENERALI

Neve

Tipo di Azione [§2.5] = 16. Var.(Qk): Neve (a quota <=1000 m. slm)

Livelli di intensità dell'azione variabile:

- (psi),0 (valore raro) = 0.50

- (psi),1 (valore frequente) = 0.20

- (psi),2 (valore quasi-permanente) = 0.00

Moltiplicatori per Generazione Masse = 111001

Condizione di Carico Elementare n°6

PARAMETRI GENERALI

Vento +X

Tipo di Azione [§2.5] = 12. Var.(Qk): Vento +X

Livelli di intensità dell'azione variabile:

- (psi),0 (valore raro) = 0.60

- (psi),1 (valore frequente) = 0.20

- (psi),2 (valore quasi-permanente) = 0.00

Moltiplicatori per Generazione Masse = 111001

Condizione di Carico Elementare n°7

PARAMETRI GENERALI

Vento +Y

Tipo di Azione [§2.5] = 13. Var.(Qk): Vento +Y

Livelli di intensità dell'azione variabile:

- (psi),0 (valore raro) = 0.60

- (psi),1 (valore frequente) = 0.20

- (psi),2 (valore quasi-permanente) = 0.00

Moltiplicatori per Generazione Masse = 111001

Condizione di Carico Elementare n°8

PARAMETRI GENERALI

Vento -X

Tipo di Azione [§2.5] = 14. Var.(Qk): Vento -X

Livelli di intensità dell'azione variabile:

- (psi),0 (valore raro) = 0.60

- (psi),1 (valore frequente) = 0.20

- (psi),2 (valore quasi-permanente) = 0.00

Moltiplicatori per Generazione Masse = 111001

Condizione di Carico Elementare n°9

PARAMETRI GENERALI

Vento -Y

Tipo di Azione [§2.5] = 15. Var.(Qk): Vento -Y

Livelli di intensità dell'azione variabile:

- (psi),0 (valore raro) = 0.60

- (psi),1 (valore frequente) = 0.20

- (psi),2 (valore quasi-permanente) = 0.00

Moltiplicatori per Generazione Masse = 111001

Condizioni di carico

Segue: elenco delle CCC (Combinazioni di Condizioni di Carico), utilizzate in Analisi Statica Lineare (non Sismica), in accordo con §2.5 D.M.17.1.2018.
Per quanto riguarda l'Analisi Sismica, PCM considera automaticamente l'unica combinazione di carichi prevista (§3.2.4): si intende che l'analisi sismica viene quindi svolta tenendo conto degli eventuali effetti torsionali aggiuntivi (§7.2.6) e combinando i risultati corrispondenti alle diverse direzioni di analisi (§7.3.5), secondo le opzioni scelte nei Parametri di Calcolo.

Elenco delle CCC. Per ogni CCC vengono indicati:

- la numerazione progressiva;

per CCC non generiche:

- lo Stato Limite di riferimento (SLU o SLE);

- il codice identificativo della CCC in ambiente software PCM;

- la Tipologia (Fondamentale, Frequente, QuasiPermanente) / l'Azione Dominante / l'eventuale altra azione che caratterizza la CCC;

- per CCC SLU (di tipo Fondamentale): i coefficienti gamma (moltiplicatori) per le CCE (coefficienti parziali di sicurezza, Tab. 2.6.I in §2.6.1);

- i coefficienti (psi) (coefficienti di combinazione, Tab. 2.5.I in §2.5.3):

per la tipologia Fondamentale: $(\psi_i) = (\psi_i)_0$;

per la tipologia Frequente: $(\psi_i) = (\psi_i)_1$ per l'Azione Dominante, e: $(\psi_i) = (\psi_i)_2$ per le altre azioni variabili che possono agire contemporaneamente all'azione dominante;

per la tipologia QuasiPermanente: $(\psi_i) = (\psi_i)_2$;

- per CCC SLU (di tipo Fondamentale): i moltiplicatori di calcolo per le CCE, pari a: (gamma) per l'Azione Dominante, $(\gamma_i) \cdot (\psi_i)_0$ per le altre azioni variabili che possono agire contemporaneamente all'azione dominante;

per eventuali CCC generiche:

- i coefficienti gamma (moltiplicatori) per le CCE.

Combinazione di Condizioni di Carico n°1

SLU: Combinazione 9 (Fondamentale/Variabile Cat.C/Vento +X)

CCC fondamentale (SLU)

Coefficienti gamma (moltiplicatori) per le CCE = 1) 1.30, 2) 1.50, 3) 1.50, 4) 1.50, 5) 1.50, 6) 1.50, 7) 0.00, 8) 0.00, 9) 0.00, 10) 1.00

$(\psi_i)_0$ per le CCE = 1) 1.00, 2) 1.00, 3) -, 4) 0.00, 5) 0.50, 6) 0.60, 7) 0.60, 8) 0.60, 9) 0.60, 10) 1.00

Moltiplicatori di calcolo per le CCE = 1) 1.30, 2) 1.50, 3) 1.50, 4) 0.00, 5) 0.75, 6) 0.90, 7) 0.00, 8) 0.00, 9) 0.00, 10) 1.00

Combinazione di Condizioni di Carico n°2

SLU: Combinazione 10 (Fondamentale/Variabile Cat.C/Vento +Y)

CCC fondamentale (SLU)

Coefficienti gamma (moltiplicatori) per le CCE = 1) 1.30, 2) 1.50, 3) 1.50, 4) 1.50, 5) 1.50, 6) 0.00, 7) 1.50, 8) 0.00, 9) 0.00, 10) 1.00
(psi,0) per le CCE = 1) 1.00, 2) 1.00, 3) -, 4) 0.00, 5) 0.50, 6) 0.60, 7) 0.60, 8) 0.60, 9) 0.60, 10) 1.00

Moltiplicatori di calcolo per le CCE = 1) 1.30, 2) 1.50, 3) 1.50, 4) 0.00, 5) 0.75, 6) 0.00, 7) 0.90, 8) 0.00, 9) 0.00, 10) 1.00

Combinazione di Condizioni di Carico n°3

SLU: Combinazione 11 (Fondamentale/Variabile Cat.C/Vento -X)

CCC fondamentale (SLU)

Coefficienti gamma (moltiplicatori) per le CCE = 1) 1.30, 2) 1.50, 3) 1.50, 4) 1.50, 5) 1.50, 6) 0.00, 7) 0.00, 8) 1.50, 9) 0.00, 10) 1.00
(psi,0) per le CCE = 1) 1.00, 2) 1.00, 3) -, 4) 0.00, 5) 0.50, 6) 0.60, 7) 0.60, 8) 0.60, 9) 0.60, 10) 1.00

Moltiplicatori di calcolo per le CCE = 1) 1.30, 2) 1.50, 3) 1.50, 4) 0.00, 5) 0.75, 6) 0.00, 7) 0.00, 8) 0.90, 9) 0.00, 10) 1.00

Combinazione di Condizioni di Carico n°4

SLU: Combinazione 12 (Fondamentale/Variabile Cat.C/Vento -Y)

CCC fondamentale (SLU)

Coefficienti gamma (moltiplicatori) per le CCE = 1) 1.30, 2) 1.50, 3) 1.50, 4) 1.50, 5) 1.50, 6) 0.00, 7) 0.00, 8) 0.00, 9) 1.50, 10) 1.00
(psi,0) per le CCE = 1) 1.00, 2) 1.00, 3) -, 4) 0.00, 5) 0.50, 6) 0.60, 7) 0.60, 8) 0.60, 9) 0.60, 10) 1.00

Moltiplicatori di calcolo per le CCE = 1) 1.30, 2) 1.50, 3) 1.50, 4) 0.00, 5) 0.75, 6) 0.00, 7) 0.00, 8) 0.00, 9) 0.90, 10) 1.00

Combinazione di Condizioni di Carico n°5

SLU: Combinazione 29 (Fondamentale/Variabile Cat.H/Vento +X)

CCC fondamentale (SLU)

Coefficienti gamma (moltiplicatori) per le CCE = 1) 1.30, 2) 1.50, 3) 1.50, 4) 1.50, 5) 1.50, 6) 1.50, 7) 0.00, 8) 0.00, 9) 0.00, 10) 1.00
(psi,0) per le CCE = 1) 1.00, 2) 1.00, 3) 0.70, 4) -, 5) 0.50, 6) 0.60, 7) 0.60, 8) 0.60, 9) 0.60, 10) 1.00

Moltiplicatori di calcolo per le CCE = 1) 1.30, 2) 1.50, 3) 1.05, 4) 1.50, 5) 0.75, 6) 0.90, 7) 0.00, 8) 0.00, 9) 0.00, 10) 1.00

Combinazione di Condizioni di Carico n°6

SLU: Combinazione 30 (Fondamentale/Variabile Cat.H/Vento +Y)

CCC fondamentale (SLU)

Coefficienti gamma (moltiplicatori) per le CCE = 1) 1.30, 2) 1.50, 3) 1.50, 4) 1.50, 5) 1.50, 6) 0.00, 7) 1.50, 8) 0.00, 9) 0.00, 10) 1.00
(psi,0) per le CCE = 1) 1.00, 2) 1.00, 3) 0.70, 4) -, 5) 0.50, 6) 0.60, 7) 0.60, 8) 0.60, 9) 0.60, 10) 1.00

Moltiplicatori di calcolo per le CCE = 1) 1.30, 2) 1.50, 3) 1.05, 4) 1.50, 5) 0.75, 6) 0.00, 7) 0.90, 8) 0.00, 9) 0.00, 10) 1.00

Combinazione di Condizioni di Carico n°7

SLU: Combinazione 31 (Fondamentale/Variabile Cat.H/Vento -X)

CCC fondamentale (SLU)

Coefficienti gamma (moltiplicatori) per le CCE = 1) 1.30, 2) 1.50, 3) 1.50, 4) 1.50, 5) 1.50, 6) 0.00, 7) 0.00, 8) 1.50, 9) 0.00, 10) 1.00
(psi,0) per le CCE = 1) 1.00, 2) 1.00, 3) 0.70, 4) -, 5) 0.50, 6) 0.60, 7) 0.60, 8) 0.60, 9) 0.60, 10) 1.00

Moltiplicatori di calcolo per le CCE = 1) 1.30, 2) 1.50, 3) 1.05, 4) 1.50, 5) 0.75, 6) 0.00, 7) 0.00, 8) 0.90, 9) 0.00, 10) 1.00

Combinazione di Condizioni di Carico n°8

SLU: Combinazione 32 (Fondamentale/Variabile Cat.H/Vento -Y)

CCC fondamentale (SLU)

Coefficienti gamma (moltiplicatori) per le CCE = 1) 1.30, 2) 1.50, 3) 1.50, 4) 1.50, 5) 1.50, 6) 0.00, 7) 0.00, 8) 0.00, 9) 1.50, 10) 1.00
(psi,0) per le CCE = 1) 1.00, 2) 1.00, 3) 0.70, 4) -, 5) 0.50, 6) 0.60, 7) 0.60, 8) 0.60, 9) 0.60, 10) 1.00

Moltiplicatori di calcolo per le CCE = 1) 1.30, 2) 1.50, 3) 1.05, 4) 1.50, 5) 0.75, 6) 0.00, 7) 0.00, 8) 0.00, 9) 0.90, 10) 1.00

Combinazione di Condizioni di Carico n°9

SLU: Combinazione 37 (Fondamentale/Neve/Vento +X)

CCC fondamentale (SLU)

Coefficienti gamma (moltiplicatori) per le CCE = 1) 1.30, 2) 1.50, 3) 1.50, 4) 1.50, 5) 1.50, 6) 1.50, 7) 0.00, 8) 0.00, 9) 0.00, 10) 1.00
(psi,0) per le CCE = 1) 1.00, 2) 1.00, 3) 0.70, 4) 0.00, 5) -, 6) 0.60, 7) 0.60, 8) 0.60, 9) 0.60, 10) 1.00

Moltiplicatori di calcolo per le CCE = 1) 1.30, 2) 1.50, 3) 1.05, 4) 0.00, 5) 1.50, 6) 0.90, 7) 0.00, 8) 0.00, 9) 0.00, 10) 1.00

Combinazione di Condizioni di Carico n°10

SLU: Combinazione 38 (Fondamentale/Neve/Vento +Y)

CCC fondamentale (SLU)

Coefficienti gamma (moltiplicatori) per le CCE = 1) 1.30, 2) 1.50, 3) 1.50, 4) 1.50, 5) 1.50, 6) 0.00, 7) 1.50, 8) 0.00, 9) 0.00, 10) 1.00
(psi,0) per le CCE = 1) 1.00, 2) 1.00, 3) 0.70, 4) 0.00, 5) -, 6) 0.60, 7) 0.60, 8) 0.60, 9) 0.60, 10) 1.00

Moltiplicatori di calcolo per le CCE = 1) 1.30, 2) 1.50, 3) 1.05, 4) 0.00, 5) 1.50, 6) 0.00, 7) 0.90, 8) 0.00, 9) 0.00, 10) 1.00

Combinazione di Condizioni di Carico n°11

SLU: Combinazione 39 (Fondamentale/Neve/Vento -X)

CCC fondamentale (SLU)

Coefficienti gamma (moltiplicatori) per le CCE = 1) 1.30, 2) 1.50, 3) 1.50, 4) 1.50, 5) 1.50, 6) 0.00, 7) 0.00, 8) 1.50, 9) 0.00, 10) 1.00
(psi,0) per le CCE = 1) 1.00, 2) 1.00, 3) 0.70, 4) 0.00, 5) -, 6) 0.60, 7) 0.60, 8) 0.60, 9) 0.60, 10) 1.00

Moltiplicatori di calcolo per le CCE = 1) 1.30, 2) 1.50, 3) 1.05, 4) 0.00, 5) 1.50, 6) 0.00, 7) 0.00, 8) 0.90, 9) 0.00, 10) 1.00

Combinazione di Condizioni di Carico n°12

SLU: Combinazione 40 (Fondamentale/Neve/Vento -Y)

CCC fondamentale (SLU)

Coefficienti gamma (moltiplicatori) per le CCE = 1) 1.30, 2) 1.50, 3) 1.50, 4) 1.50, 5) 1.50, 6) 0.00, 7) 0.00, 8) 0.00, 9) 1.50, 10) 1.00
(psi,0) per le CCE = 1) 1.00, 2) 1.00, 3) 0.70, 4) 0.00, 5) -, 6) 0.60, 7) 0.60, 8) 0.60, 9) 0.60, 10) 1.00

Moltiplicatori di calcolo per le CCE = 1) 1.30, 2) 1.50, 3) 1.05, 4) 0.00, 5) 1.50, 6) 0.00, 7) 0.00, 8) 0.00, 9) 0.90, 10) 1.00

Combinazione di Condizioni di Carico n°13

SLU: Combinazione 41 (Fondamentale/Vento +X)

CCC fondamentale (SLU)

Coefficienti gamma (moltiplicatori) per le CCE = 1) 1.30, 2) 1.50, 3) 1.50, 4) 1.50, 5) 1.50, 6) 1.50, 7) 0.00, 8) 0.00, 9) 0.00, 10) 1.00
(psi,0) per le CCE = 1) 1.00, 2) 1.00, 3) 0.70, 4) 0.00, 5) 0.50, 6) -, 7) 0.60, 8) 0.60, 9) 0.60, 10) 1.00

Moltiplicatori di calcolo per le CCE = 1) 1.30, 2) 1.50, 3) 1.05, 4) 0.00, 5) 0.75, 6) 1.50, 7) 0.00, 8) 0.00, 9) 0.00, 10) 1.00

Combinazione di Condizioni di Carico n°14

SLU: Combinazione 42 (Fondamentale/Vento +Y)

CCC fondamentale (SLU)

Coefficienti gamma (moltiplicatori) per le CCE = 1) 1.30, 2) 1.50, 3) 1.50, 4) 1.50, 5) 1.50, 6) 0.00, 7) 1.50, 8) 0.00, 9) 0.00, 10) 1.00
(psi,0) per le CCE = 1) 1.00, 2) 1.00, 3) 0.70, 4) 0.00, 5) 0.50, 6) 0.60, 7) -, 8) 0.60, 9) 0.60, 10) 1.00

Moltiplicatori di calcolo per le CCE = 1) 1.30, 2) 1.50, 3) 1.05, 4) 0.00, 5) 0.75, 6) 0.00, 7) 1.50, 8) 0.00, 9) 0.00, 10) 1.00

Combinazione di Condizioni di Carico n°15

SLU: Combinazione 43 (Fondamentale/Vento -X)

CCC fondamentale (SLU)

Coefficienti gamma (moltiplicatori) per le CCE = 1) 1.30, 2) 1.50, 3) 1.50, 4) 1.50, 5) 1.50, 6) 0.00, 7) 0.00, 8) 1.50, 9) 0.00, 10) 1.00
(psi,0) per le CCE = 1) 1.00, 2) 1.00, 3) 0.70, 4) 0.00, 5) 0.50, 6) 0.60, 7) 0.60, 8) -, 9) 0.60, 10) 1.00

Moltiplicatori di calcolo per le CCE = 1) 1.30, 2) 1.50, 3) 1.05, 4) 0.00, 5) 0.75, 6) 0.00, 7) 0.00, 8) 1.50, 9) 0.00, 10) 1.00

Combinazione di Condizioni di Carico n°16

SLU: Combinazione 44 (Fondamentale/Vento -Y)

CCC fondamentale (SLU)

Coefficienti gamma (moltiplicatori) per le CCE = 1) 1.30, 2) 1.50, 3) 1.50, 4) 1.50, 5) 1.50, 6) 0.00, 7) 0.00, 8) 0.00, 9) 1.50, 10) 1.00
(psi,0) per le CCE = 1) 1.00, 2) 1.00, 3) 0.70, 4) 0.00, 5) 0.50, 6) 0.60, 7) 0.60, 8) 0.60, 9) -, 10) 1.00

Moltiplicatori di calcolo per le CCE = 1) 1.30, 2) 1.50, 3) 1.05, 4) 0.00, 5) 0.75, 6) 0.00, 7) 0.00, 8) 0.00, 9) 1.50, 10) 1.00

Combinazione di Condizioni di Carico n°17

SLE: Combinazione 9 (Frequente/Variabile Cat.C/Vento +X)

CCC frequente (SLE)

(psi) per le CCE = 1) 1.0, 2) 1.0, 3) 0.7, 4) 0.0, 5) 0.0, 6) 0.0, 7) 0.0, 8) 0.0, 9) 0.0, 10) 1.0

Combinazione di Condizioni di Carico n°18

SLE: Combinazione 10 (Frequente/Variabile Cat.C/Vento +Y)

CCC frequente (SLE)

(psi) per le CCE = 1) 1.0, 2) 1.0, 3) 0.7, 4) 0.0, 5) 0.0, 6) 0.0, 7) 0.0, 8) 0.0, 9) 0.0, 10) 1.0

Combinazione di Condizioni di Carico n°19

SLE: Combinazione 11 (Frequente/Variabile Cat.C/Vento -X)

CCC frequente (SLE)

(psi) per le CCE = 1) 1.0, 2) 1.0, 3) 0.7, 4) 0.0, 5) 0.0, 6) 0.0, 7) 0.0, 8) 0.0, 9) 0.0, 10) 1.0

Combinazione di Condizioni di Carico n°20

SLE: Combinazione 12 (Frequente/Variabile Cat.C/Vento -Y)

CCC frequente (SLE)

(psi) per le CCE = 1) 1.0, 2) 1.0, 3) 0.7, 4) 0.0, 5) 0.0, 6) 0.0, 7) 0.0, 8) 0.0, 9) 0.0, 10) 1.0

Combinazione di Condizioni di Carico n°21

SLE: Combinazione 29 (Frequente/Variabile Cat.H/Vento +X)

CCC frequente (SLE)

(psi) per le CCE = 1) 1.0, 2) 1.0, 3) 0.6, 4) 0.0, 5) 0.0, 6) 0.0, 7) 0.0, 8) 0.0, 9) 0.0, 10) 1.0

Combinazione di Condizioni di Carico n°22

SLE: Combinazione 30 (Frequente/Variabile Cat.H/Vento +Y)

CCC frequente (SLE)

(psi) per le CCE = 1) 1.0, 2) 1.0, 3) 0.6, 4) 0.0, 5) 0.0, 6) 0.0, 7) 0.0, 8) 0.0, 9) 0.0, 10) 1.0

Combinazione di Condizioni di Carico n°23

SLE: Combinazione 31 (Frequente/Variabile Cat.H/Vento -X)

CCC frequente (SLE)

(psi) per le CCE = 1) 1.0, 2) 1.0, 3) 0.6, 4) 0.0, 5) 0.0, 6) 0.0, 7) 0.0, 8) 0.0, 9) 0.0, 10) 1.0

Combinazione di Condizioni di Carico n°24

SLE: Combinazione 32 (Frequente/Variabile Cat.H/Vento -Y)

CCC frequente (SLE)

(psi) per le CCE = 1) 1.0, 2) 1.0, 3) 0.6, 4) 0.0, 5) 0.0, 6) 0.0, 7) 0.0, 8) 0.0, 9) 0.0, 10) 1.0

Combinazione di Condizioni di Carico n°25

SLE: Combinazione 37 (Frequente/Neve/Vento +X)

CCC frequente (SLE)

(psi) per le CCE = 1) 1.0, 2) 1.0, 3) 0.6, 4) 0.0, 5) 0.2, 6) 0.0, 7) 0.0, 8) 0.0, 9) 0.0, 10) 1.0

Combinazione di Condizioni di Carico n°26

SLE: Combinazione 38 (Frequente/Neve/Vento +Y)

CCC frequente (SLE)

(psi) per le CCE = 1) 1.0, 2) 1.0, 3) 0.6, 4) 0.0, 5) 0.2, 6) 0.0, 7) 0.0, 8) 0.0, 9) 0.0, 10) 1.0

Combinazione di Condizioni di Carico n°27

SLE: Combinazione 39 (Frequente/Neve/Vento -X)

CCC frequente (SLE)

(psi) per le CCE = 1) 1.0, 2) 1.0, 3) 0.6, 4) 0.0, 5) 0.2, 6) 0.0, 7) 0.0, 8) 0.0, 9) 0.0, 10) 1.0

Combinazione di Condizioni di Carico n°28

SLE: Combinazione 40 (Frequente/Neve/Vento -Y)

CCC frequente (SLE)

(psi) per le CCE = 1) 1.0, 2) 1.0, 3) 0.6, 4) 0.0, 5) 0.2, 6) 0.0, 7) 0.0, 8) 0.0, 9) 0.0, 10) 1.0

Combinazione di Condizioni di Carico n°29

SLE: Combinazione 41 (Frequente/Vento +X)

CCC frequente (SLE)

(psi) per le CCE = 1) 1.0, 2) 1.0, 3) 0.6, 4) 0.0, 5) 0.0, 6) 0.2, 7) 0.0, 8) 0.0, 9) 0.0, 10) 1.0

Combinazione di Condizioni di Carico n°30

SLE: Combinazione 42 (Frequente/Vento +Y)

CCC frequente (SLE)

(psi) per le CCE = 1) 1.0, 2) 1.0, 3) 0.6, 4) 0.0, 5) 0.0, 6) 0.0, 7) 0.2, 8) 0.0, 9) 0.0, 10) 1.0

Combinazione di Condizioni di Carico n°31

SLE: Combinazione 43 (Frequente/Vento -X)

CCC frequente (SLE)

(psi) per le CCE = 1) 1.0, 2) 1.0, 3) 0.6, 4) 0.0, 5) 0.0, 6) 0.0, 7) 0.0, 8) 0.2, 9) 0.0, 10) 1.0

Combinazione di Condizioni di Carico n°32

SLE: Combinazione 44 (Frequente/Vento -Y)

CCC frequente (SLE)

(psi) per le CCE = 1) 1.0, 2) 1.0, 3) 0.6, 4) 0.0, 5) 0.0, 6) 0.0, 7) 0.0, 8) 0.0, 9) 0.2, 10) 1.0

Combinazione di Condizioni di Carico n°33

SLE: Combinazione 45 (QuasiPermanente)

CCC quasi permanente (SLE)

(psi,2) per le CCE = 1) 1.0, 2) 1.0, 3) 0.6, 4) 0.0, 5) 0.0, 6) 0.0, 7) 0.0, 8) 0.0, 9) 0.0, 10) 1.0

Combinazione di Condizioni di Carico n°34

Combinazione sismica (QuasiPermanente)

CCC quasi permanente (SLE)

(psi,2) per le CCE = 1) 1.0, 2) 1.0, 3) 0.6, 4) 0.0, 5) 0.0, 6) 0.0, 7) 0.0, 8) 0.0, 9) 0.0, 10) 1.0

Combinazione di Condizioni di Carico n°35

Coefficienti gamma (moltiplicatori) per le CCE = 1) 1.00, 2) 1.00, 3) 1.00, 4) 1.00, 5) 1.00, 6) 0.00, 7) 0.00, 8) 0.00, 9) 0.00

8 ANALISI DEI CARICHI

I solai sono elementi strutturali finalizzati alla generazione dei carichi sulle aste che ne definiscono il contorno. I carichi agenti sulla struttura utilizzati nell'analisi sono in ogni caso quelli definiti nelle CCE, e includono oltre ai carichi direttamente derivanti dai solai anche altri carichi definiti in input su singole aste.

N°: numero progressivo del solaio

Tipologia: solaio piano, falda, volta a botte o volta a padiglione

Piano: piano (o impalcato) a cui il solaio appartiene

Rigido: X indica che il solaio è considerato infinitamente rigido. Se l'impalcato (o piano) a cui appartiene il solaio è un piano rigido, questo parametro è ininfluenza. Qualora il piano sia flessibile, la qualifica di solaio rigido consente la generazione automatica di link rigidi di contorno in grado di assicurare l'indeforabilità della maglia nel piano orizzontale

G1, G2, Q: carichi di superficie, in kN/m², di tipo G1 (peso proprio), G2 (permanente oltre peso proprio), Q (variabile) agenti sul solaio. I carichi di superficie sono sempre da considerarsi come componente verticale

Sup.: superficie del solaio in m². Nel caso di falda (solaio con pendenza non nulla) la superficie è l'area effettiva del solaio, maggiore quindi della sua proiezione sul piano orizzontale.

Direz. princ.: direzione principale (angolo di orditura del solaio)

Distr. trasv.: distribuzione trasversale. Rappresenta la quota parte del carico di un solaio che viene ripartita sulle aste orientate parallelamente alla direzione di orditura del solaio (aste scariche nei classici solai monodirezionali)

H volta: altezza della volta, data dalla distanza fra l'estradosso piano di calpestio realizzato sulla volta, e l'imposta della volta stessa. Permette il calcolo della spinta della volta

Pend.: pendenza del solaio a falda. Nel calcolo, la risultante del carico verticale è calcolata tenendo conto della superficie effettiva, di dimensioni maggiori della proiezione sul piano orizzontale

G1 tot., G2 tot., Q tot.: carichi complessivi di solaio (peso proprio, permanente oltre peso proprio, variabile), in kN, definiti dai carichi di superficie (verticali, cioè paralleli all'asse Z globale) moltiplicati per la superficie effettiva del solaio (nel caso di falda, tale superficie è maggiore della sua proiezione sul piano orizzontale)

Dati SOLAI

N°	Tipologia	Piano	Rigido	G1	G2	Q	Superf.	Direz.	Distr.	Pend.	G1 tot.	G2 tot.	Q tot.
				(kN/m ²)	=	=	(m ²)	princ.(°)	trasv.(%)	(%)	(kN)	=	=
1	Solaio piano	1		3.50	2.50	3.00	131.60	90	0	0	460.59	328.99	394.79
2	Solaio piano	1		3.50	2.50	3.00	61.64	90	0	0	215.75	154.11	184.93
3	Solaio piano	1	X	3.50	2.50	3.00	62.01	90	0	0	217.03	155.02	186.02
4	Solaio piano	1	X	3.50	2.50	3.00	29.75	0	0	0	104.13	74.38	89.25
5	Solaio piano	1		3.00	1.00	4.00	20.57	0	0	0	61.72	20.57	82.29
6	Solaio piano	2		3.00	1.50	0.50	131.60	90	0	0	394.79	197.40	65.80
7	Solaio piano	2		3.00	1.50	0.50	61.64	90	0	0	184.93	92.46	30.82
8	Solaio piano	2		3.00	1.50	0.50	29.75	0	0	0	89.25	44.63	14.88
9	Solaio piano	2		3.00	1.50	0.50	20.57	90	0	0	61.72	30.86	10.29
10	Solaio piano	2	X	3.00	1.50	1.20	20.43	90	0	0	61.29	30.64	24.51
11	Solaio piano	2	X	3.00	1.50	1.20	21.35	90	0	0	64.05	32.03	25.62
12	Falda	2		0.40	0.00	1.20	8.85	0	0	40	3.54	0.00	10.62
13	Falda	3		0.50	0.70	1.20	36.05	90	0	35	18.03	25.24	43.26
14	Falda	3		0.50	0.70	1.20	14.55	90	0	35	7.28	10.19	17.46
15	Falda	3		0.50	0.70	1.20	21.85	90	0	35	10.92	15.29	26.22
16	Falda	3		0.50	0.70	1.20	29.23	0	0	35	14.62	20.46	35.08
17	Falda	3		0.50	0.70	1.20	2.72	90	0	35	1.36	1.90	3.26
18	Falda	3		0.50	0.70	1.20	2.03	0	0	35	1.01	1.42	2.43
19	Falda	3		0.50	0.70	1.20	2.03	0	0	35	1.01	1.42	2.43
20	Falda	3		0.50	0.70	1.20	18.44	90	0	35	9.22	12.90	22.12
21	Falda	3		0.50	0.70	1.20	36.05	90	0	35	18.03	25.24	43.26
22	Falda	3		0.50	0.70	1.20	29.23	0	0	35	14.62	20.46	35.08
23	Falda	3		0.50	0.70	1.20	7.60	90	0	35	3.80	5.32	9.12
24	Falda	3		0.50	0.70	1.20	10.30	0	0	35	5.15	7.21	12.36
25	Falda	3		0.50	0.70	1.20	10.70	0	0	35	5.35	7.49	12.84
26	Falda	3		0.50	0.70	1.20	5.94	90	0	35	2.97	4.16	7.12
27	Falda	2		0.40	0.00	1.20	8.85	0	0	40	3.54	0.00	10.62
28	Falda	3		0.50	0.70	1.20	3.51	0	0	35	1.76	2.46	4.22
29	Falda	3		0.50	0.70	1.20	3.37	0	0	35	1.69	2.36	4.05

Dato che non è stato possibile eseguire dei saggi con endoscopie per rilevare le stratigrafie reali sono stati ipotizzati carichi tipici anche in funzione del periodo di realizzazione delle opere arrotondando i valori in eccesso a favore di sicurezza :

Solaio Predalles 4+20+4

Peso proprio strutturale – Solaio in lastre predalles 4+20+4	350 kg/m ²
Sovraccarico non strutturale permanente	250 kg/m ²
- Massetto 10/12 cm – 1600/1800kg/mc (recente)	180 kg/m ²
- Pavimento	50 kg/m ²
- Controsoffitto antisfondellamento	10 kg/m ²
Sovraccarico variabile Cat. C1 “Scuola”	300 kg/m ²

Solaio Latero c.a. 20+4

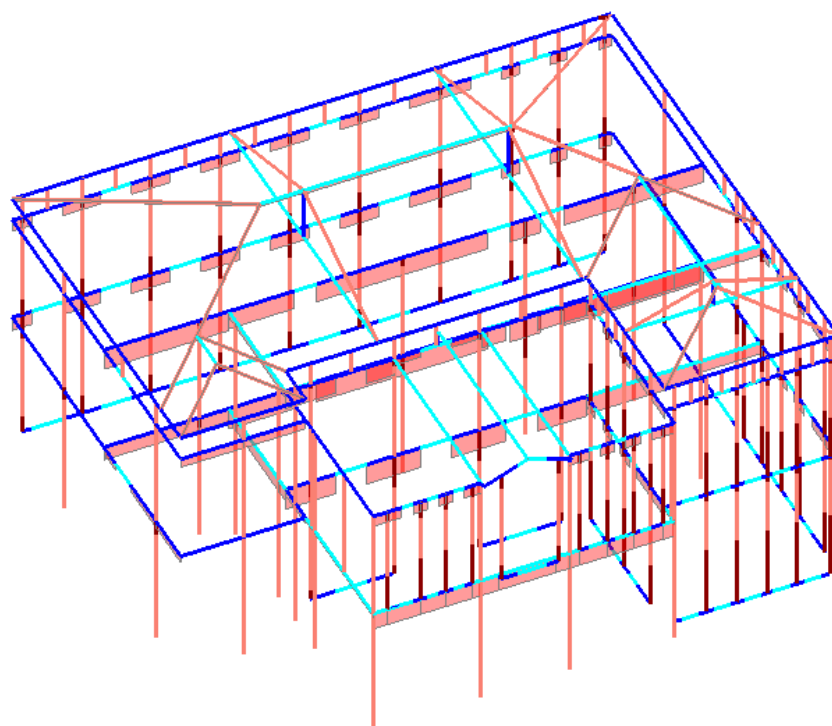
Peso proprio strutturale – Solaio latero c.a. 20+4	350 kg/m ²
Sovraccarico non strutturale permanente	250 kg/m ²
- Massetto 8cm – 2000/2400kg/mc (anni '60)	180 kg/m ²
- Pavimento	50 kg/m ²
- Controsoffitto antisfondellamento	10 kg/m ²
Sovraccarico variabile Cat. C1 "Scuola"	300 kg/m ²

Solaio latero c.a. 16+4

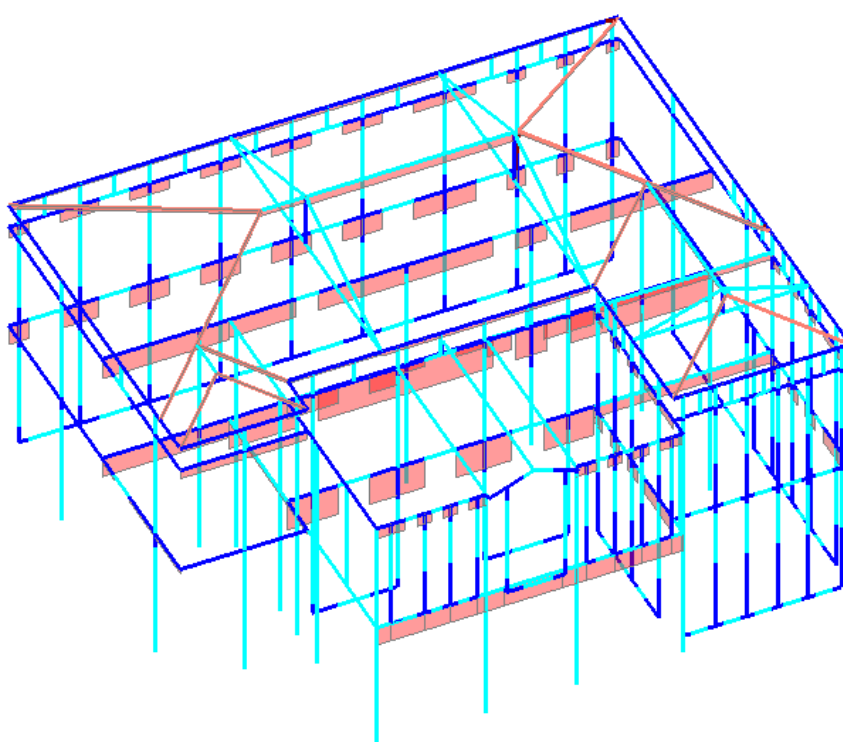
Peso proprio strutturale – Solaio in latero c.a. 20+4	300 kg/m ²
Sovraccarico non strutturale permanente	150 kg/m ²
- Massetto 6/7cm	100kg/m ²
- Controsoffitto antisfondellamento	10kg/m ²
Sovraccarico variabile zona accessibile per sola manutenzione	50 kg/m ²

Copertura in legno

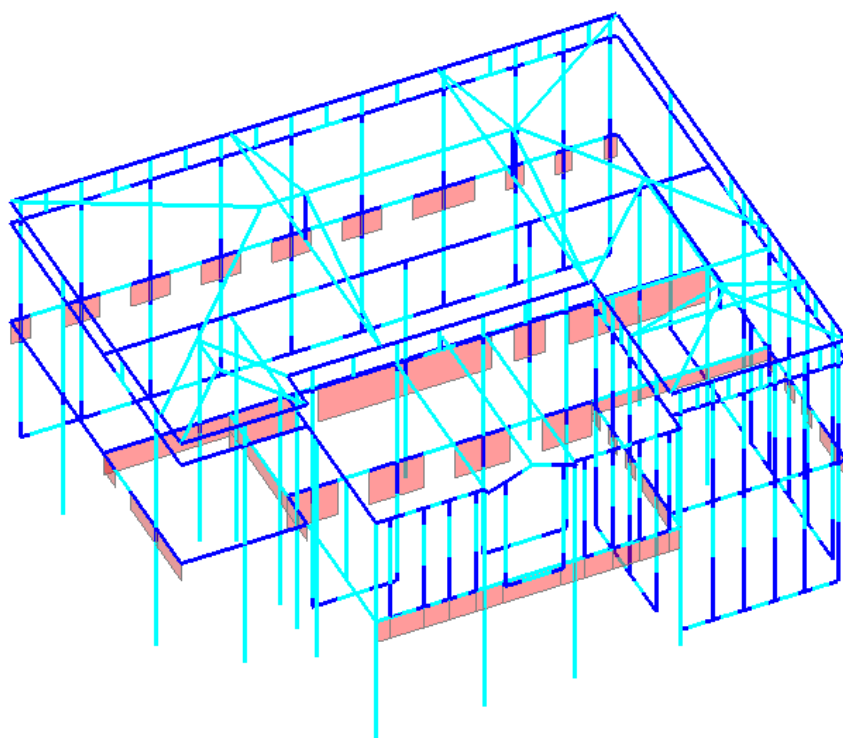
Peso proprio strutturale – travetti in legno (travetti/listoni)	50 kg/m ²
Sovraccarico non strutturale permanente	50 kg/m ²
- Tegole	65kg/m ²
- Impianto Solare Fotovoltaico	20 kg/m ²
Sovraccarico da neve : zona I - 218 m s.l.m.	122 kg/m ²



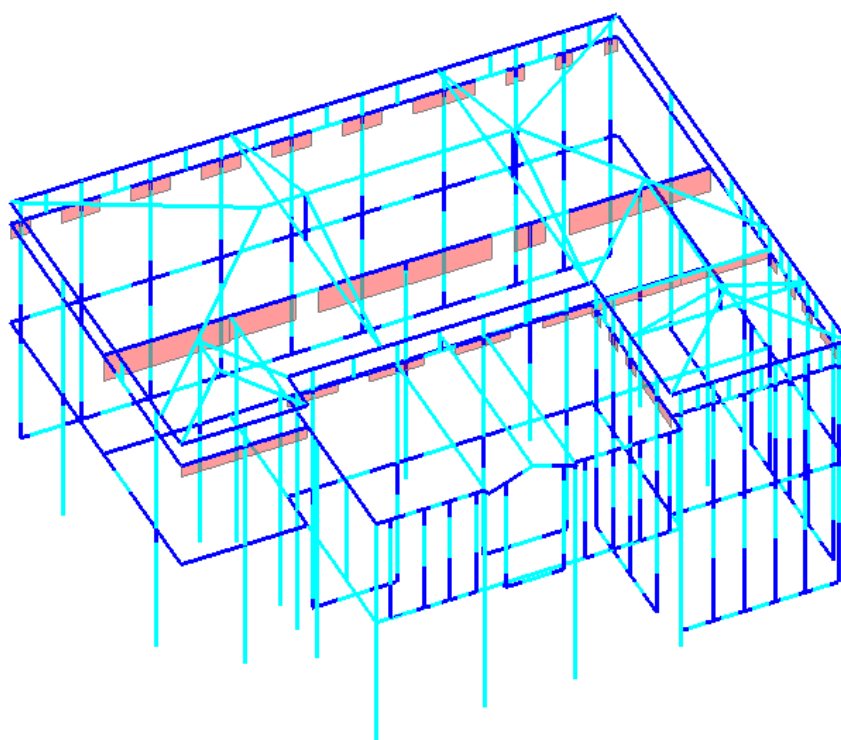
Peso Proprio Struttura



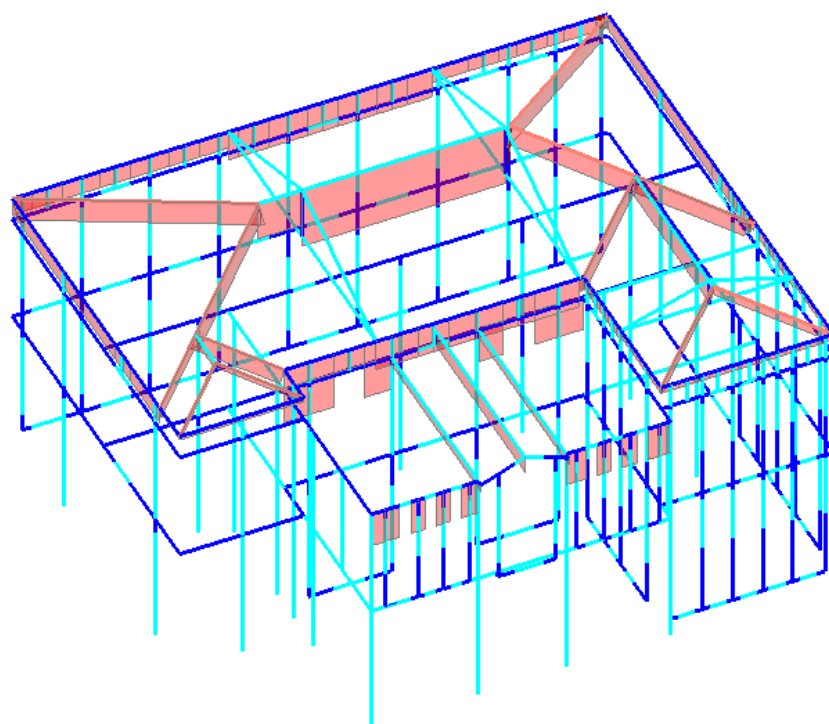
Permanente non strutturale G2



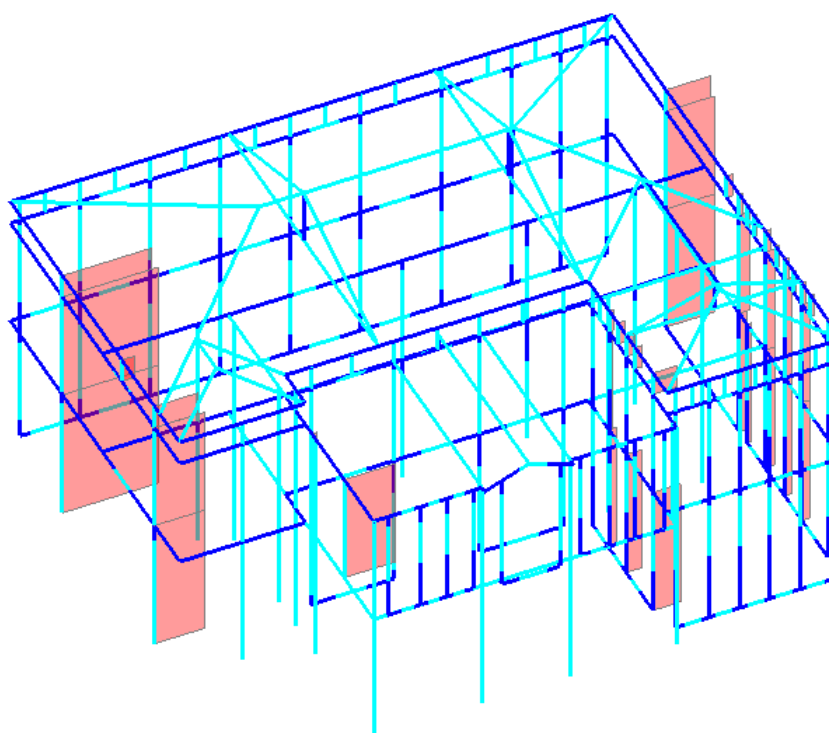
Variabile Cat.C



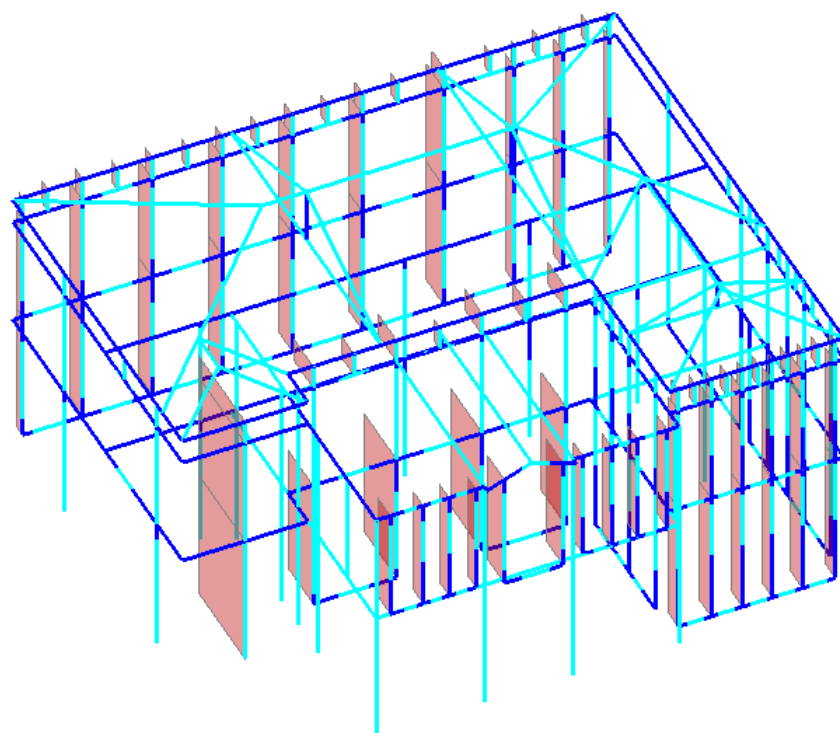
Variabile Cat.H



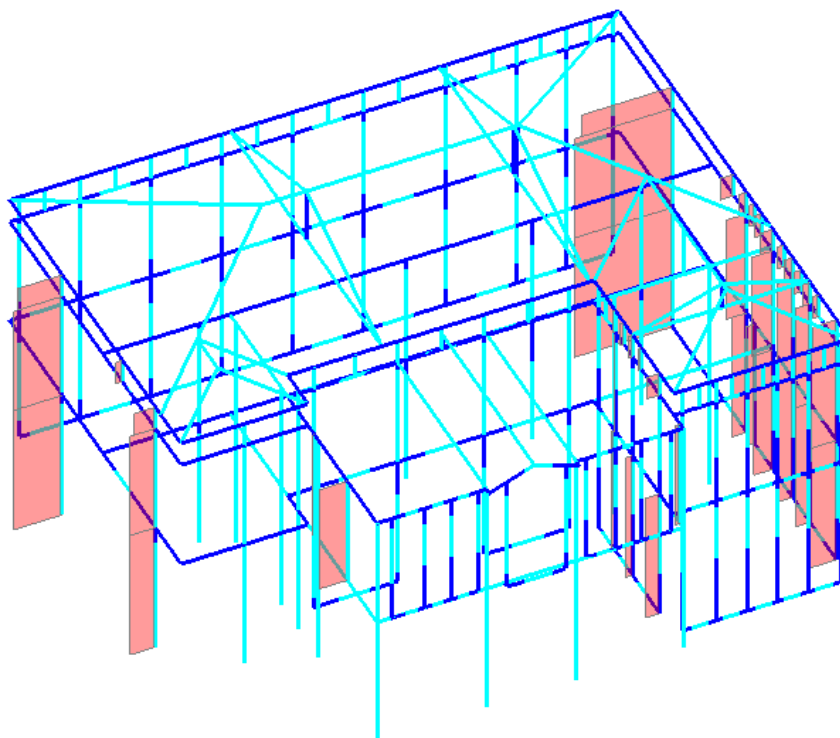
Carico neve



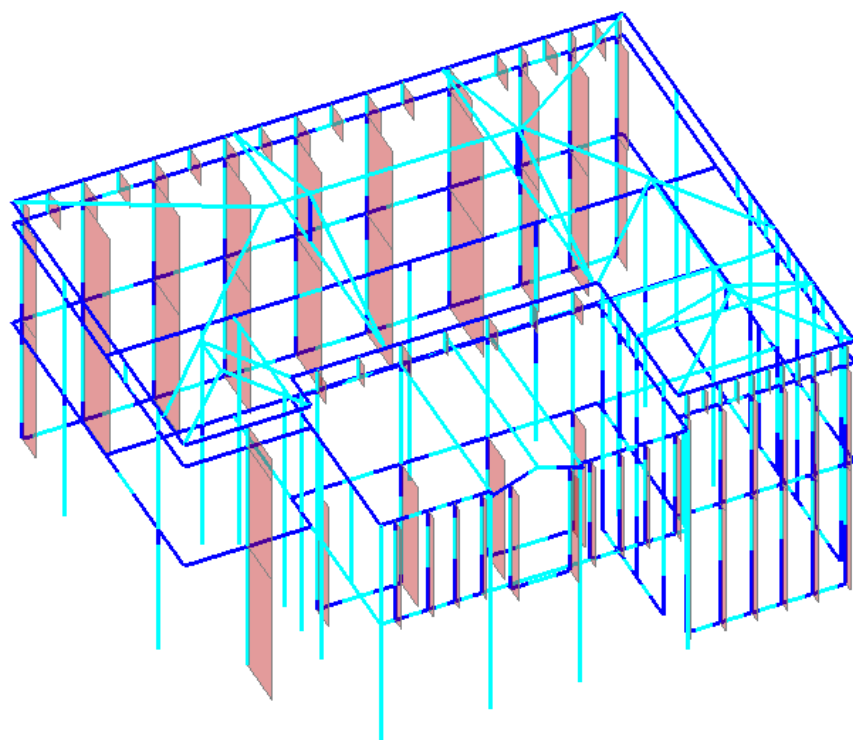
Carico Vento X+



Carico Vento Y+



Carico Vento X-



Carico Vento Y-

9 STATO DI FATTO – VERIFICHE







Trattandosi di intervento di adeguamento, le verifiche relative allo stato di fatto hanno un valore marginale, non essendo richiesto (come invece fondamentale per altri tipi di intervento sull'esistente, vedi "miglioramento") un incremento dell'indicatore di rischio sismico ante/post operam, ma esclusivamente che tale indicatore sia ≥ 1 a seguito d'intervento, indipendentemente dal valore assunto dallo stesso per lo stato di fatto. Nel seguito quindi, si espone il solo riepilogo delle curve di capacità, in cui si evidenziano valori dell'indicatore inferiori all'unità (evidenziati in rosso), rimandando allo stato di progetto un'esposizione dei risultati approfondita.

N° curva	Corrente	Vista	Distr.	Direz.	Direz.2	Mt	Ez	Control	$\zeta_{PGA}(SLV)$	$\zeta_{TR}(SLV)$	VN,CLV
1		<input checked="" type="checkbox"/>	A	+X'	+0.3Y'	+		L3	1.075	1.223	61
2		<input type="checkbox"/>	A	+X'	+0.3Y'	-		L3	1.088	1.256	63
3		<input type="checkbox"/>	A	+X'	-0.3Y'	+		L3	1.088	1.256	63
4		<input type="checkbox"/>	A	+X'	-0.3Y'	-		L3	1.075	1.223	61
5		<input type="checkbox"/>	A	+Y'	+0.3X'	+		L3	1.000	1.018	51
6		<input type="checkbox"/>	A	+Y'	+0.3X'	-		L3	1.000	1.018	51
7		<input type="checkbox"/>	A	+Y'	-0.3X'	+		L3	1.000	1.018	51
8		<input type="checkbox"/>	A	+Y'	-0.3X'	-		L3	1.031	1.104	55
9		<input type="checkbox"/>	A	-X'	+0.3Y'	+		L3	1.057	1.192	60
10		<input type="checkbox"/>	A	-X'	+0.3Y'	-		L3	1.044	1.133	57
11		<input type="checkbox"/>	A	-X'	-0.3Y'	+		L3	1.057	1.192	60
12		<input type="checkbox"/>	A	-X'	-0.3Y'	-		L3	1.044	1.133	57
13		<input type="checkbox"/>	A	-Y'	+0.3X'	+		L3	0.994	0.990	50
14		<input type="checkbox"/>	A	-Y'	+0.3X'	-		L3	0.994	0.990	50
15		<input type="checkbox"/>	A	-Y'	-0.3X'	+		L3	1.019	1.046	52
16		<input type="checkbox"/>	A	-Y'	-0.3X'	-		L3	0.994	0.963	48
17		<input type="checkbox"/>	E	+X'	+0.3Y'	+		L3	1.069	1.195	60
18		<input type="checkbox"/>	E	+X'	+0.3Y'	-		L3	1.075	1.223	61
19		<input type="checkbox"/>	E	+X'	-0.3Y'	+		L3	1.044	1.163	58
20		<input type="checkbox"/>	E	+X'	-0.3Y'	-		L3	1.075	1.223	61
21		<input type="checkbox"/>	E	+Y'	+0.3X'	+		L3	0.780	0.513	26
22		<input type="checkbox"/>	E	+Y'	+0.3X'	-		L3	0.780	0.513	26
23		<input type="checkbox"/>	E	+Y'	-0.3X'	+		L3	0.780	0.513	26
24		<input type="checkbox"/>	E	+Y'	-0.3X'	-		L3	0.805	0.546	27
25		<input type="checkbox"/>	E	-X'	+0.3Y'	+		L3	1.075	1.243	62
26		<input type="checkbox"/>	E	-X'	+0.3Y'	-		L3	1.044	1.163	58
27		<input type="checkbox"/>	E	-X'	-0.3Y'	+		L3	1.088	1.288	64
28		<input type="checkbox"/>	E	-X'	-0.3Y'	-		L3	1.075	1.223	61
29		<input type="checkbox"/>	E	-Y'	+0.3X'	+		L3	0.805	0.546	27
30		<input type="checkbox"/>	E	-Y'	+0.3X'	-		L3	0.805	0.529	26
31		<input type="checkbox"/>	E	-Y'	-0.3X'	+		L3	0.811	0.565	28
32		<input type="checkbox"/>	E	-Y'	-0.3X'	-		L3	0.805	0.529	26




Di seguito si riportano alcune immagini della storia evolutiva per la curva 21, in corrispondenza del quale è riscontrato il più basso valore dell'indicatore di rischio, pari a $\zeta=0.780$.

Le legende relative allo stato delle aste in termini di verifica e in termini di lesioni.

La legenda per la colorazione dello stato di verifica è illustrata in figura seguente:

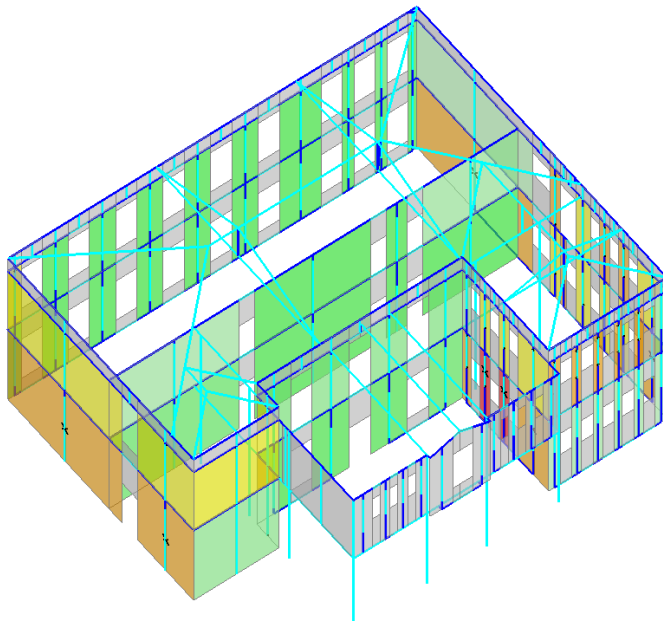
-  Asta in fase elastica
-  Asta parzialmente plasticizzata
-  Asta plasticizzata
-  Asta collassata
-  Asta in trazione/compressione eccessiva
-  Asta non sottoposta a verifica

Per quanto riguarda le lesioni, la convenzione grafica è illustrata in figura seguente:

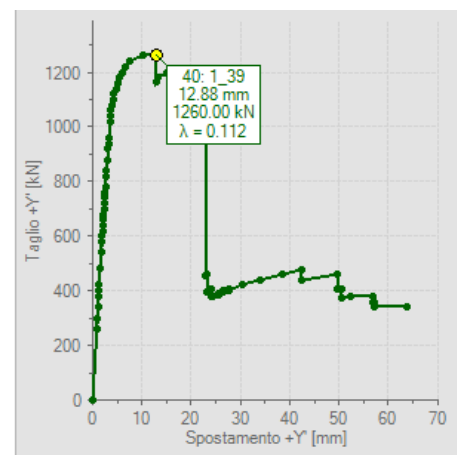
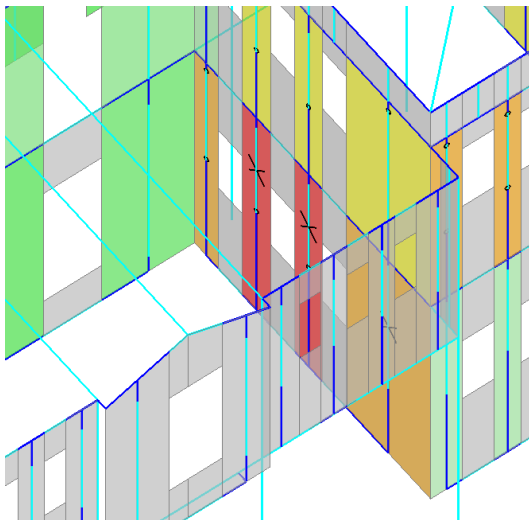
-  Pressoflessione Complanare o Ortogonale
(l'orientamento della cerniera specifica il piano di flessione)
-  Taglio per scorrimento
-  Taglio per fessurazione diagonale

CURVA N°21 - DISTR.E – DIREZ. +Y +0.3X + Mt -

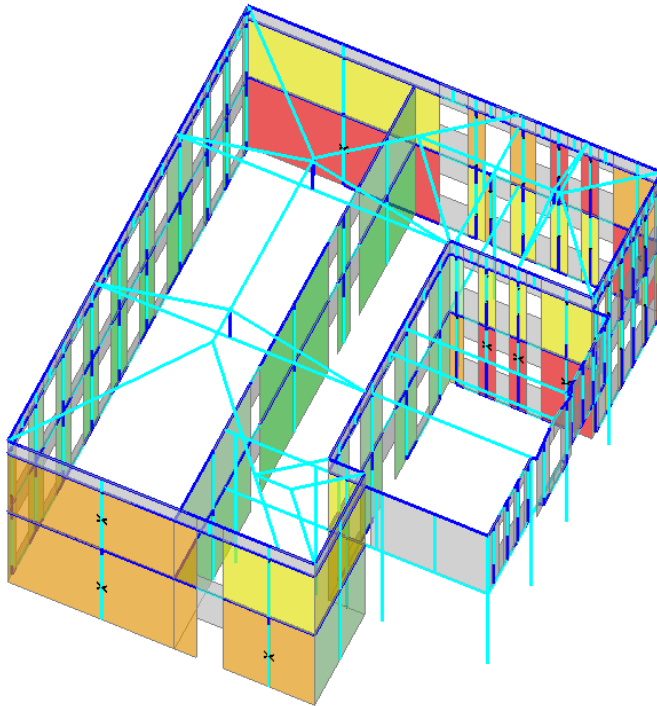
Raggiungimento picco a taglio:



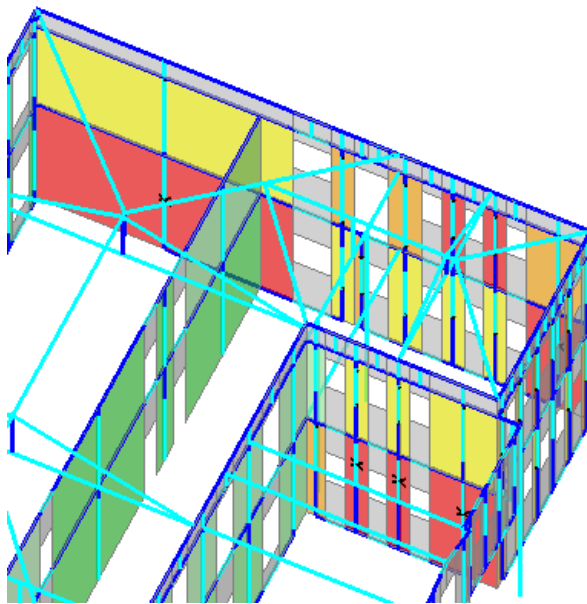
Il taglio in corrispondenza del picco della curva di capacità risulta pari a 1260kN, in corrispondenza del quale si verifica uno spostamento di 12.88mm. A tale livello di sollecitazione l'analisi evidenzia il raggiungimento del limite ultimo a taglio e pressoflessione, con conseguente collasso, di due maschi del locale servizi piano terra



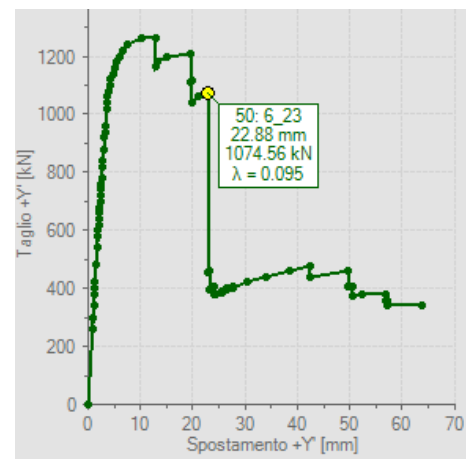
Resistenza a seguito di collassi parziali:



Raggiunto il picco max si assiste alle progressive perdite di resistenza della struttura, con la caratteristica forma a scalini della curva di capacità, e il progressivo collasso di un numero sempre più consistente di maschi murari, concentrati prevalentemente sul fronte sud-ovest, al piano terra



(Vista 2)



10 PROGETTO - VERIFICHE

10.1 PREMESSA

L'analisi dello stato di fatto ha mostrato le seguenti carenze:

- Crisi per raggiungimento del limite di resistenza a pressoflessione dei maschi murari al piano terra;
- Crisi a taglio dei maschi murari al piano terra;
- Crisi per raggiungimento del limite di resistenza a pressoflessione degli elementi caratterizzanti la copertura lignea.

L'intervento di adeguamento previsto in progetto richiede un livello di sicurezza tale da garantire il raggiungimento di valori dell'indice di rischio superiori all'unità, sono quindi necessarie azioni atte a perseguire tale finalità, nello specifico:

- Rinforzo dei muri perimetrali al piano terra per azioni nel piano e fuori dal piano mediante placcaggio diffuso su un solo lato con rete in fibra naturale di basalto e acciaio inox e geomalta certificata EN 998 a base di pura calce idraulica naturale NHL 3.5;
- Introduzione di catene in acciaio dotate di tenditori regolabili lasciati a vista, atti a garantire idoneo regolamento della tensione nelle stesse, così da ridurre i fenomeni di ribaltamento fuori piano e, in generale, contribuire a garantire un comportamento scatolare della struttura, impedendo meccanismi di primo modo che costituiscono in genere le prime criticità;
- Rifacimento copertura con introduzione di cordolo in c.a. a coronamento delle murature.

Nel seguito vengono mostrati i risultati dell'analisi sul modello post-operam, svolta secondo la stessa metodologia già introdotta per l'analisi ante-operam.

10.2 VERIFICHE STATICHE

Si è eseguita l'Analisi Statica Lineare secondo quanto previsto al [§4.5.6] delle NTC2018 con riferimento allo Stato Limite Ultimo, per la combinazione delle azioni vengono considerate le Condizioni di Carico (CCC) riportate nel §8.

Le verifiche statiche, originariamente nate per edifici di nuova costruzione, possono essere svolte anche per gli edifici esistenti, provvedendo a sostituire le resistenze caratteristiche f_k , f_{vk} con i valori minimi divisi per il fattore di confidenza: f_m / γ_c , e: $f_{vm} + 0.4 \sigma_n$ ($f_{vm} = \tau_0$).

Per gli edifici esistenti, in §8.2 NTC2018 si prescrive che le disposizioni di carattere generale contenute negli altri capitoli del D.M. costituiscono il riferimento anche per le costruzioni esistenti: in particolare, quindi, le formulazioni dell'analisi statica relative agli edifici in muratura di nuova costruzione costituiscono il riferimento anche per gli edifici esistenti. Peraltro, nel testo normativo non si evidenzia chiaramente la possibilità di non effettuare le verifiche statiche in caso di valutazione di sicurezza di edifici esistenti.

L'Analisi Statica lineare provvede alla risoluzione della struttura e al conseguente svolgimento delle verifiche di sicurezza per ogni CCC (combinazione delle condizioni di carico), seguendo quanto riportato in §4.5.5 e §4.5.6 delle NTC. Le verifiche sono state condotte con l'ipotesi di conservazione delle sezioni piane e trascurando la resistenza a trazione per flessione della muratura.

Per le pareti (maschi murari in muratura ordinaria) è stata condotta la verifica a pressoflessione complanare (=nel piano del muro), e taglio per azioni nel piano del muro (di tipo scorrimento e/o fessurazione diagonale); pressoflessione ortogonale.

Nel rispetto delle prescrizioni normative, si sono svolte le verifiche suddette in analogia alle corrispondenti verifiche descritte in dettaglio nel medesimo testo normativo per l'analisi sismica degli edifici in muratura utilizzando il coefficiente parziale di sicurezza $\gamma_M=3$ definito in §4.5.6.1 (verifiche sismiche $\gamma_M=2.4$).

Si è pertanto proceduto nel seguente modo:

Pressoflessione nel piano (§7.8.2.2.1)

La verifica a pressoflessione di una sezione di un elemento strutturale si effettua confrontando il momento agente di calcolo con il momento ultimo resistente calcolato assumendo la muratura non reagente a trazione ed una opportuna distribuzione non lineare delle compressioni. Nel caso di una sezione rettangolare tale momento ultimo può essere calcolato come:

$$M_u = (l/2 \cdot t \cdot \sigma_0 / 2) (1 - \sigma_0 / 0,85 f_d)$$

dove:

M_u è il momento corrispondente al collasso per pressoflessione

l è la lunghezza complessiva della parete (inclusiva della zona tesa)

t è lo spessore della zona compressa della parete

σ_0 è la tensione normale media, riferita all'area totale della sezione (= $P/(lt)$, con P forza assiale agente positiva se di compressione). Se P è di trazione, $M_u = 0$

$f_d = f_k / \gamma_M$ è la resistenza a compressione di calcolo della muratura

Taglio (§7.8.2.2.2)

La resistenza a taglio di ciascun elemento strutturale è valutata per mezzo della relazione seguente:

$$V_t = l' t f_{vd}$$

dove:

l' è la lunghezza della parte compressa della parete

t è lo spessore della parete

$f_{vd} = f_{vk} / \gamma_m$ è definito al § 4.5.6.1, $f_{vk} = f_{vko} + 0.4 \sigma_n$ calcolando la tensione normale media (indicata con σ_n nel paragrafo citato) sulla parte compressa della sezione ($\sigma_n = P / (l't)$).

La verifica a taglio per scorrimento descrive una rottura per scorrimento nelle sezioni più parzializzate, cioè quelle alla testa e al piede, e non al centro del pannello che come mostrato da prove sperimentali è caratterizzata da fessurazione diagonale.

La verifica a taglio per scorrimento va considerata in aggiunta alla valutazione della resistenza a taglio espressa dal noto criterio di Turnsek-Cacovic, secondo la quale la rottura per taglio con fessurazione diagonale avviene quando lo sforzo principale (macroscopico) di trazione raggiunge un valore limite, assunto come resistenza a trazione convenzionale della muratura.

Peraltro, alcuni lavori scientifici condotti sulla muratura di mattoni hanno evidenziato come effettivamente lo scorrimento e la fessurazione diagonale al centro del pannello siano due meccanismi alternativi di rottura per taglio, ai quali è possibile associare due criteri di resistenza distinti.

Pressoflessione ortogonale (§7.8.2.2.3)

Il valore del momento di collasso per azioni perpendicolari al piano della parete è calcolato assumendo un diagramma delle compressioni rettangolare, un valore della resistenza pari a $0,85 f_d$ e trascurando la resistenza a trazione della muratura. Per la verifica si può fare utile riferimento al 7.8.2.2.1.

Secondo §4.5.6.2, in analisi statica la pressoflessione per carichi laterali (pressoflessione ortogonale al piano medio della parete) è uno stato limite ultimo da verificare. Tale stato limite in PC.M viene trattato secondo due distinte tipologie di verifica:

1. utilizzando le azioni derivanti dall'analisi del modello spaziale della struttura, in analogia con la verifica a pressoflessione fuori piano proposta in §7.8.2.2.3. Questa formulazione prescinde dagli effetti del secondo ordine, riconducibili all'instabilizzazione fuori piano della parete;
2. per tenere conto di tali effetti, è disponibile in alternativa la procedura di verifica descritta in dettaglio in §4.5.6.2, identificata come 'Metodo semplificato: ipotesi di articolazione completa alle estremità della parete'.

Le verifiche vanno condotte con riferimento a normative di comprovata validità, con l'ipotesi di conservazione delle sezioni piane e trascurando la resistenza a trazione per flessione della muratura (§4.5.6).

Nel rispetto delle prescrizioni normative, PC.M svolge la tipologia di verifica (1) in analogia alla corrispondente verifica descritta in dettaglio nel medesimo testo normativo per l'analisi sismica degli edifici in muratura (§7.8.2.2.3).

Le verifiche statiche, originariamente nate per edifici di nuova costruzione, possono essere svolte anche per gli edifici esistenti, provvedendo a sostituire la resistenza caratteristica f_k con i valori minimi divisi per il fattore di confidenza: f_m / FC

Per gli edifici esistenti, in §8.2 si prescrive che le disposizioni di carattere generale contenute negli altri capitoli del D.M. costituiscono il riferimento anche per le costruzioni esistenti: in particolare, quindi, le formulazioni dell'analisi statica relative agli edifici in muratura di nuova costruzione costituiscono il riferimento anche per gli edifici esistenti.

$f_d = f_k / \gamma_M$ è la resistenza a compressione di calcolo della muratura nuova. Per la muratura esistente, il parametro descrittivo del materiale è la resistenza a compressione minima f_m , definita in base alla tipologia della muratura e ad opportuni fattori correttivi riguardanti le caratteristiche dell'organizzazione strutturale e degli eventuali interventi. f_m sostituisce f_k nella formulazione di f_d ; inoltre, γ_M deve essere moltiplicato per il Fattore di Confidenza FC , definito in input nei Parametri di Calcolo, e che normalmente assume i valori 1.35, 1.20, 1.00 rispettivamente per i livelli di conoscenza LC1, LC2, LC3 (si osservi che dal livello di conoscenza dipende anche il valore adottato per f_m). Per le murature si è adottato un **FC=1,00**

Per le verifiche statiche viene utilizzato il coefficiente parziale di sicurezza $\gamma_M=3$ definito in §4.5.6.1

Si ha pertanto il seguente schema di valutazione della resistenza di calcolo (o: di progetto) f_d (analisi lineare):

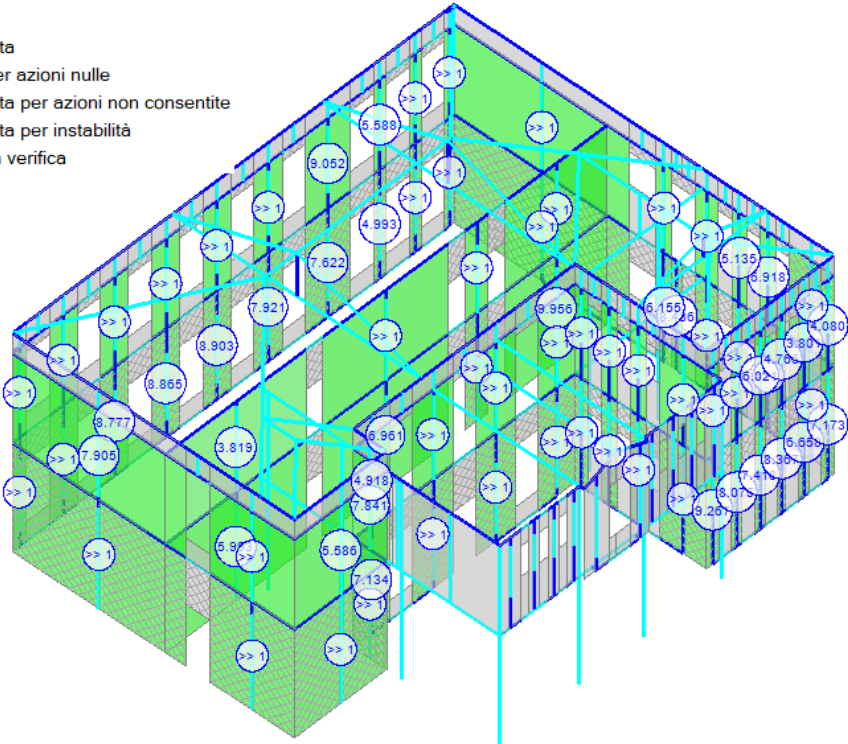
Muratura nuova: da §7.8.2.2.1: $f_d = f_k / \gamma_M$.

Muratura esistente: è nota f_m (dipendente, fra l'altro, dal livello di conoscenza). $f_d = f_k / \gamma_M / FC$.

Le verifiche statiche a pressoflessione ortogonale con azioni da modello 3D, come le altre verifiche di resistenza statiche, sono condotte allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV); non è infatti necessario eseguire verifiche statiche a stati limite di esercizio (§4.5.6.3). Le sollecitazioni di progetto derivano direttamente dall'analisi.

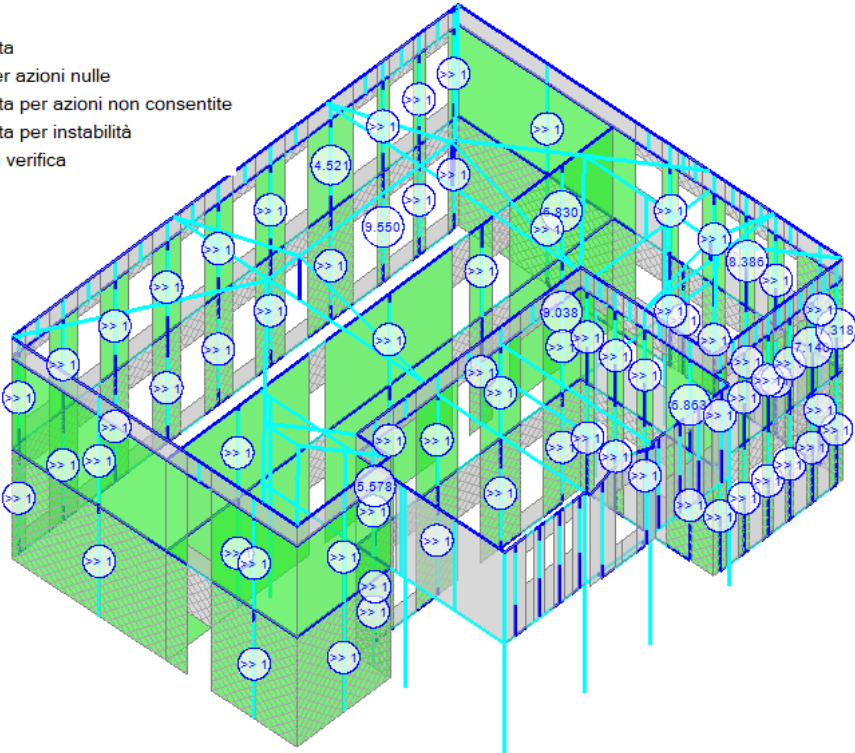
VERIFICHE STATICHE LINEARI NON SISMICHE

- Verifica soddisfatta
- Verifica non soddisfatta
- Verifica soddisfatta per azioni nulle
- Verifica non soddisfatta per azioni non consentite
- Verifica non soddisfatta per instabilità
- Asta non sottoposta a verifica



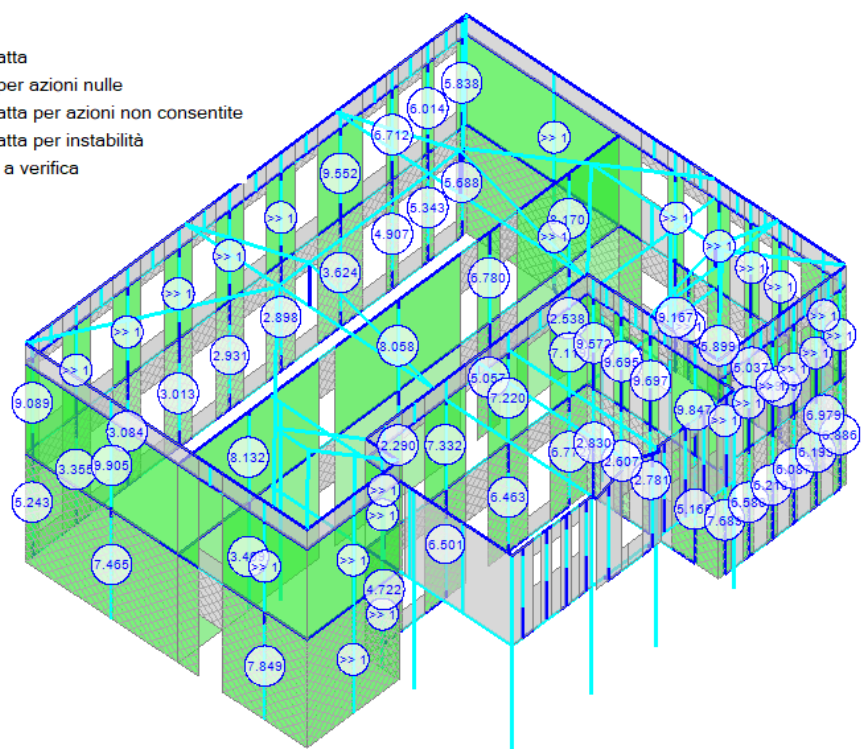
Pressoflessione complanare

- Verifica soddisfatta
- Verifica non soddisfatta
- Verifica soddisfatta per azioni nulle
- Verifica non soddisfatta per azioni non consentite
- Verifica non soddisfatta per instabilità
- Asta non sottoposta a verifica



Taglio

- Verifica soddisfatta
- Verifica non soddisfatta
- Verifica soddisfatta per azioni nulle
- Verifica non soddisfatta per azioni non consentite
- Verifica non soddisfatta per instabilità
- Asta non sottoposta a verifica



Pressoflessione ortogonale

Analisi Statica Lineare, NON Sismica (D.M.17.1.2018)

Analisi Statica Lineare NON Sismica [§4.5.5]
Verifiche di sicurezza per Edifici in Muratura

SLU di salvaguardia della Vita (SLV)
Verifica di Resistenza (RES)

CCC 1 / 35

Pressofless. complanare [§4.5.6]	3.801	100%
Taglio scorrimento [§4.5.6]	>> 1	
Taglio fessuraz. diag. [§4.5.6]	4.521	100%
Pressofless. ortogonale (da modello 3D)	2.290	100%
Pressofless. ortog. [§4.5.6.2]		
SL di tipo geotecnico (GEO): Capacità portante del terreno e Scorrimento sul piano di posa [§6.4.2.1]		

Coefficienti di sicurezza per verifiche da azioni in input:
verde: soddisfatte per tutti gli elementi
rosso: non soddisfatte per uno o più elementi

Chiudi

Nel presente paragrafo si sono riportati i risultati delle verifiche statiche non sismiche condotte in ottemperanza alle combinazioni delle azioni previste per lo stato limite ultimo STR, nello specifico si sono forniti gli output grafici dell'involuppo delle combinazioni delle condizioni di carico (CCC) .

Come si può osservare tutti gli elementi strutturali risultano soddisfare le verifiche (100% degli elementi verificati).

10.3 VERIFICHE SISMICHE

Le verifiche sismiche sono condotte allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV).

Pressoflessione nel piano (§7.8.2.2.1)

La verifica a pressoflessione di una sezione di un elemento strutturale si effettua confrontando il momento agente di calcolo con il momento ultimo resistente calcolato assumendo la muratura non reagente a trazione ed una opportuna distribuzione non lineare delle compressioni. Nel caso di una sezione rettangolare tale momento ultimo può essere calcolato come:

$$M_u = (l/2 \cdot t \cdot \sigma_0 / 2) (1 - \sigma_0 / 0,85 f_d)$$

dove:

M_u è il momento corrispondente al collasso per pressoflessione

l è la lunghezza complessiva della parete (inclusiva della zona tesa)

t è lo spessore della zona compressa della parete

σ_0 è la tensione normale media, riferita all'area totale della sezione ($= P/(lt)$, con P forza assiale agente positiva se di compressione). Se P è di trazione, $M_u = 0$

$f_d = f_k / \gamma_M$ è la resistenza a compressione di calcolo della muratura

Per le verifiche sismiche viene utilizzato il coefficiente parziale di sicurezza γ_M definito in §7.8.1.1: $\gamma_M = 2.4$.

In Analisi Non Lineare la resistenza di calcolo è data da: $f_d = f_m$, dove f_m è il valore minimo della resistenza a compressione della muratura (se f_m non è nota, in via approssimata, seguendo le relazioni che legano i valori medi ai caratteristici, si può porre: $f_m = f_k / 0.7$).

La formulazione riportata in §7.8.2.2.1 fa diretto riferimento a muratura nuova.

Per la muratura esistente, il parametro descrittivo del materiale è la resistenza a compressione minima f_m , definita in base alla tipologia della muratura e ad opportuni fattori correttivi riguardanti le caratteristiche dell'organizzazione strutturale e degli eventuali interventi. f_m sostituisce f_k nella formulazione di f_d ; inoltre, γ_M deve essere moltiplicato per il Fattore di Confidenza $FC=1,35$, specificato in input nei Parametri di Calcolo;

(si osservi che dal livello di conoscenza dipende anche il valore adottato per f_m).

In Analisi Non Lineare, non si applica γ_M e la resistenza di calcolo è data da: $f_d = f_m / FC$.

Si ha pertanto il seguente schema di valutazione della resistenza di calcolo (σ : di progetto) f_d :

Muratura nuova: f_k : è certamente nota; f_m : se non è nota, si pone: $f_m = f_k / 0.7$.

in Analisi Lineare: $f_d = f_k / \gamma_M$; in Analisi Non Lineare: $f_d = f_m$.

Muratura esistente: è nota f_m (dipendente, fra l'altro, dal livello di conoscenza).

in Analisi Lineare: $f_d = f_m / \gamma_M / FC$; in Analisi Non Lineare: $f_d = f_m / FC$.

Taglio per scorrimento (§7.8.2.2.2)

La resistenza a taglio di ciascun elemento strutturale è valutata per mezzo della relazione seguente:

$$V_t = l' t f_{vd}$$

dove:

l' è la lunghezza della parte compressa della parete

t è lo spessore della parete

$f_{vd} = f_{vk} / \gamma_M$ è definito al § 4.5.6.1, $f_{vk} = f_{vko} + 0.4 \sigma_n$ calcolando la tensione normale media sulla parte compressa della sezione ($\sigma_n = P / (l' t)$).

In Analisi Non Lineare, la resistenza di calcolo è data da: $f_{vd} = f_{vmo} + 0.4 \sigma_n$, dove f_{vmo} è la resistenza minima a taglio della muratura (se f_{vmo} non è nota, si pone: $f_{vmo} = f_{vko} / 0.7$); inoltre, non si applica il coefficiente γ_M .

Per le verifiche sismiche viene utilizzato il coefficiente parziale di sicurezza γ_M definito in §7.8.1.1: $\gamma_M = 2.4$.

La formulazione riportata in §7.8.2.2.2 fa diretto riferimento a muratura nuova.

Secondo vari Autori (cfr. G.Magenes, "Metodi semplificati per l'analisi sismica non lineare di edifici in muratura", GNDT), nella valutazione della resistenza a taglio è opportuno distinguere fra rottura per fessurazione diagonale e rottura per scorrimento. La resistenza a taglio per fessurazione diagonale è infatti da considerarsi alternativa rispetto alla resistenza a taglio per scorrimento. Può essere quindi corretto considerare la possibilità di applicare la verifica a taglio per scorrimento anche alla muratura esistente (analogamente all'applicazione della verifica a taglio per fessurazione diagonale alla muratura nuova).

Per la muratura esistente, il parametro descrittivo del comportamento a taglio del materiale è il valore minimo t_o , definito in base alla tipologia della muratura e ad opportuni fattori correttivi riguardanti le caratteristiche dell'organizzazione strutturale e degli eventuali interventi. Pertanto, la formulazione del taglio resistente per scorrimento per la muratura esistente può essere ottenuta definendo un valore minimo pari a: $f_{vm} = t_o + 0.4 \sigma_n$. Al valore minimo della resistenza a taglio deve inoltre essere applicato il coefficiente parziale di sicurezza dei materiali γ_M (solo per l'Analisi Lineare), ed il fattore di confidenza $FC=1.35$ (sia in Lineare, che in Non Lineare).

Si ha pertanto il seguente schema di valutazione della resistenza di calcolo (o : di progetto) f_{vd} :

Muratura nuova: f_{vko} : è certamente nota; f_{vmo} : se non è nota, si pone: $f_{vmo} = f_{vko} / 0.7$.

Da §7.8.2.2.1: in Analisi Lineare: $f_{vd} = f_{vk} / \gamma_M = (f_{vko} + 0.4 \sigma_n) / \gamma_M$;

in Analisi Non Lineare: $f_{vd} = f_{vmo} + 0.4 \sigma_n$.

Muratura esistente: è nota σ_o (dipendente, fra l'altro, dal livello di conoscenza).

In Analisi Lineare: $f_{vd} = (\sigma_o + 0.4 \sigma_n) / \gamma_M / FC$;

in Analisi Non Lineare: $f_{vd} = (\sigma_o + 0.4 \sigma_n) / FC$.

Nelle espressioni del calcolo di f_{vd} , si osservi che i coefficienti γ_M e FC vengono applicati all'espressione completa della resistenza, cioè sia al termine di taglio puro sia a quello dovuto alla tensione normale. Infatti 0.4 è il coefficiente di attrito del materiale murario: è quindi un parametro caratteristico del materiale, e pertanto anche ad esso vanno applicati i coefficienti di sicurezza γ_M e FC .

Taglio per fessurazione diagonale

La resistenza a taglio per fessurazione diagonale viene valutata per mezzo di una formulazione esprimibile nel modo seguente:

$$V t = l' t f_{vd}$$

dove:

$$f_{vd} = \tau_{od} * \sqrt{1 + \sigma_0 / (b \tau_0)} = (f_{td} / b) * \sqrt{1 + \sigma_0 / f_{td}}$$

essendo:

σ_0 = tensione normale media, riferita all'area totale della sezione ($= P / l_t$, con P forza assiale agente positiva se di compressione);

f_{td} = valore di calcolo della resistenza a trazione per fessurazione diagonale

τ_{od} = valore di calcolo della resistenza a taglio di riferimento (=resistenza a taglio puro, cioè in assenza di sforzo normale) per fessurazione diagonale

b = coefficiente correttivo legato alla distribuzione degli sforzi sulla sezione, dipendente dalla snellezza della parete. Si può assumere $b = l(=h/l)$, essendo l la snellezza della parete, comunque non superiore a 1.5 e non inferiore a 1, dove h è l'altezza della parete.

Questa relazione è indicata in §C8.7.1.3.1.1 In alternativa, è possibile adottare la formulazione di Turnsek-Cacovic ($b=1.5$ indipendente da l) o la relazione: $b=1.0 + 0.5 l$, con $b \leq 1.5$ (quest'ultima riportata in: Betti-Galano-Petracchi-Vignoli, "Uno studio numerico sul coefficiente di forma b nel criterio di rottura a taglio per fessurazione diagonale di pannelli di muratura ordinaria", Ingegneria Sismica, AnnoXXVIII, n.2, Aprile-Giugno 2011).

Si ha: $f_t = b \tau_0$. Si osservi che in PCM le relazioni fornite in NTC18 sono precisate secondo quanto riportato nei riferimenti bibliografici sulla formulazione della resistenza a taglio per fessurazione diagonale (N.Augenti, "Il calcolo sismico degli edifici in muratura", UTET, giugno 2000, pagg. 280-281).

I valori di calcolo delle resistenze sono ottenuti dividendo i valori minimi per i rispettivi fattori di confidenza FC (Analisi Lineare e Non Lineare) e per il coefficiente parziale di sicurezza sui materiali γ_M (solo Analisi Lineare).

Il Fattore di Confidenza è specificato in input nei Parametri di Calcolo, (si osservi che dal livello di conoscenza dipende anche il valore adottato per τ_0).

I valori delle resistenze sono definiti in base alla tipologia della muratura e ad opportuni fattori correttivi riguardanti le caratteristiche dell'organizzazione strutturale e degli eventuali interventi (tab.C8.5.I).

La formulazione riportata fa diretto riferimento a muratura esistente.

La formulazione del taglio resistente per fessurazione diagonale per muratura nuova può essere ottenuta utilizzando, al posto di τ_0 , il valore minimo della resistenza a taglio puro della muratura (f_{vmo} , se non noto: $f_{vmo} = f_{vko}/0.7$). Per la muratura nuova, il valore della resistenza di calcolo a taglio puro è quindi direttamente pari a f_{vmo} in Analisi Non Lineare; si ottiene dividendo f_{vmo} per γ_M nel caso di Analisi Lineare.

Per le verifiche sismiche delle murature viene utilizzato il coefficiente parziale di sicurezza $\gamma_M=2,4$ e $FC=1,00$.

Sia alla muratura esistente, sia alla nuova, ai valori di calcolo della resistenza a taglio per fessurazione diagonale sono applicati inoltre gli stessi limiti massimi proposti in §7.8.2.2.2 per la resistenza a taglio per scorrimento.

Si ha pertanto il seguente schema di valutazione della resistenza di calcolo (o: di progetto) fvd:

Muratura esistente: è nota τ_0 (dipendente, fra l'altro, dal livello di conoscenza).

In Analisi Lineare: $fvd = (\tau_0 / \gamma_M / FC) * RADQ[1 + \sigma_0 / (b (\tau_0 / \gamma_M / FC))]$;

in Analisi Non Lineare: $fvd = (\tau_0 / FC) * RADQ[1 + \sigma_0 / (b (\tau_0 / FC))]$.

Muratura nuova: fvmo: se non è nota, si pone: $fvmo = fvko / 0.7$, dove fvko è certamente nota.

In Analisi Lineare: $fvd = (fvmo / \gamma_M) * RADQ[1 + \sigma_0 / (b (fvmo / \gamma_M))]$;

in Analisi Non Lineare: $fvd = fvmo * RADQ[1 + \sigma_0 / (b fvmo)]$.

Pressoflessione ortogonale (§7.8.2.2.3)

(azioni ortogonali da analisi di modello 3D)

Il valore del momento di collasso per azioni perpendicolari al piano della parete viene calcolato assumendo un diagramma delle compressioni rettangolare, un valore della resistenza pari a 0.85 fd e trascurando la resistenza a trazione della muratura.

$fd = fk / \gamma_M$ è la resistenza a compressione di calcolo della muratura nuova. Per la muratura esistente, il parametro descrittivo del materiale è la resistenza a compressione minima fm, definita in base alla tipologia della muratura e ad opportuni fattori correttivi riguardanti le caratteristiche dell'organizzazione strutturale e degli eventuali interventi (Tab.C8.5.I). fm sostituisce fk nella formulazione di fd; inoltre, γ_M deve essere moltiplicato per il Fattore di Confidenza FC definito in input nei Parametri di Calcolo.

Per le verifiche sismiche murature viene utilizzato il coefficiente parziale di sicurezza $\gamma_M=2,4$ e $FC=1,00$.

Si ha pertanto il seguente schema di valutazione della resistenza di calcolo (o: di progetto) fd (analisi lineare):

Muratura nuova: da §7.8.2.2.1: $fd = fk / \gamma_M$

Muratura esistente: è nota fm (dipendente, fra l'altro, dal livello di conoscenza). $fd = fm / \gamma_M / FC$

Metodo di analisi sismica adottato

L'analisi sismica è stata svolta in sequenza attraverso un'analisi non lineare push-over seguita da un'analisi modale con spettro di risposta .

Si è operato nel seguente modo:

- analisi pushover per definire il comportamento nel piano delle pareti ed individuare gli indicatori di rischio relativi;
 - analisi modale con spettro di risposta focalizzando l'attenzione sulla pressoflessione ortogonale ottenendo i relativi indicatori di rischio.
-

10.3.1 ANALISI MODALE A SPETTRO DI RISPOSTA

L'analisi modale è un metodo di valutazione convenzionale delle sollecitazioni di progetto mediante la determinazione dei modi di vibrazione della struttura considerata in campo elastico, ad ognuno dei quali è associato un coefficiente di partecipazione che, attraverso l'uso dello spettro di progetto, consente di calcolare i valori massimi delle sollecitazioni e degli spostamenti dovute ad ognuno di essi e combinarli in modo opportuno.

Secondo quanto previsto nelle NTC l'analisi lineare dinamica, prevede:

- la determinazione dei modi di vibrare "naturali" della costruzione (analisi modale);
- il calcolo degli effetti dell'azione sismica, rappresentata dallo spettro di risposta di progetto, per ciascuno dei modi di vibrare individuati;
- la combinazione degli effetti relativi a ciascun modo di vibrare.

L'analisi modale consiste nella soluzione delle equazioni del moto della costruzione, considerata elastica, in condizioni di oscillazioni libere (assenza di forzante esterna) e nella individuazione di particolari configurazioni deformate che costituiscono i modi naturali di vibrare di una costruzione.

I modi di vibrare sono una caratteristica propria della struttura, in quanto sono individuati in assenza di alcuna forzante, e sono caratterizzate da un periodo proprio di oscillazione T , da uno smorzamento convenzionale ξ , caratteristiche proprie degli oscillatori elementari (sistemi dinamici ad un grado di libertà), nonché da una forma.

Per poter cogliere con sufficiente approssimazione gli effetti dell'azione sismica sulla costruzione, è opportuno considerare tutti i modi con massa partecipante superiore al 5% e comunque un numero di modi la cui massa partecipante totale sia superiore all'85%, trascurando solo i modi di vibrare meno significativi in termini di massa partecipante.

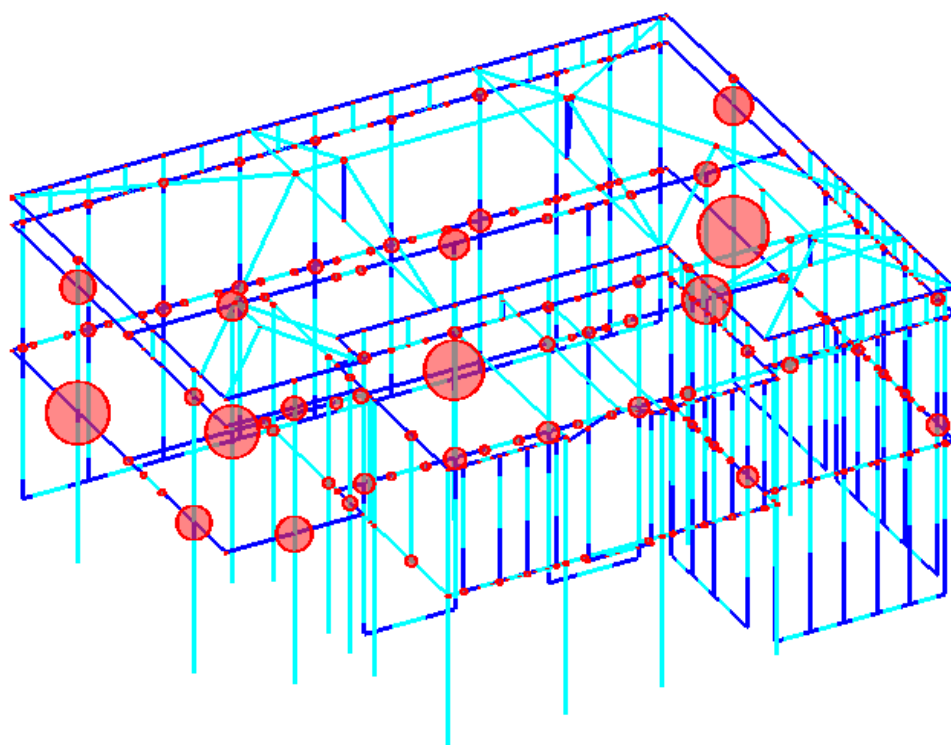
Si riportano qui i risultati dell'analisi modale che si limita alla determinazione delle caratteristiche dinamiche, ossia al calcolo dei modi di vibrare della struttura.

Le masse considerate in Analisi Modale corrispondono alle masse sismicamente attive, cioè associate ai carichi gravitazionali secondo quanto già indicato.

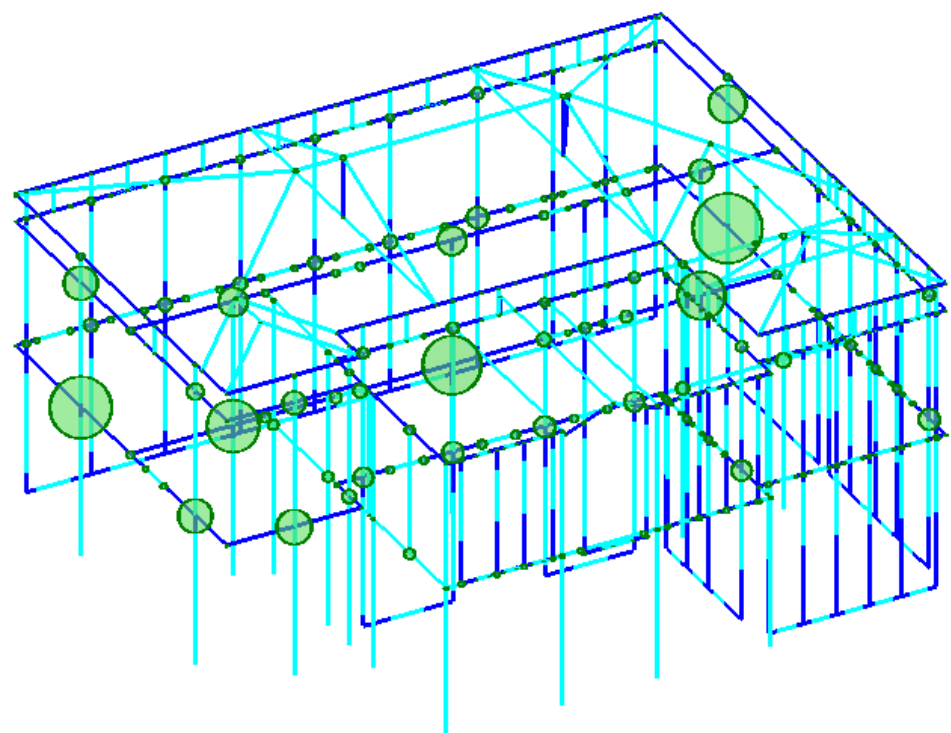
Si riporta la rappresentazione grafica delle masse sismiche corrispondenti ai gradi di libertà dinamici ed i modi principali. Queste masse sono anche definibili come 'masse generate' in quanto si intendono appunto generate a partire dalle masse strutturali presenti (dovute ai carichi applicati, ai pesi propri, alle eventuali masse direttamente specificate: tutte queste sono le masse generatrici), attraverso i criteri di individuazione dei gradi di libertà dinamici.

La grandezza delle sfere rappresentative delle masse è proporzionale al loro valore.

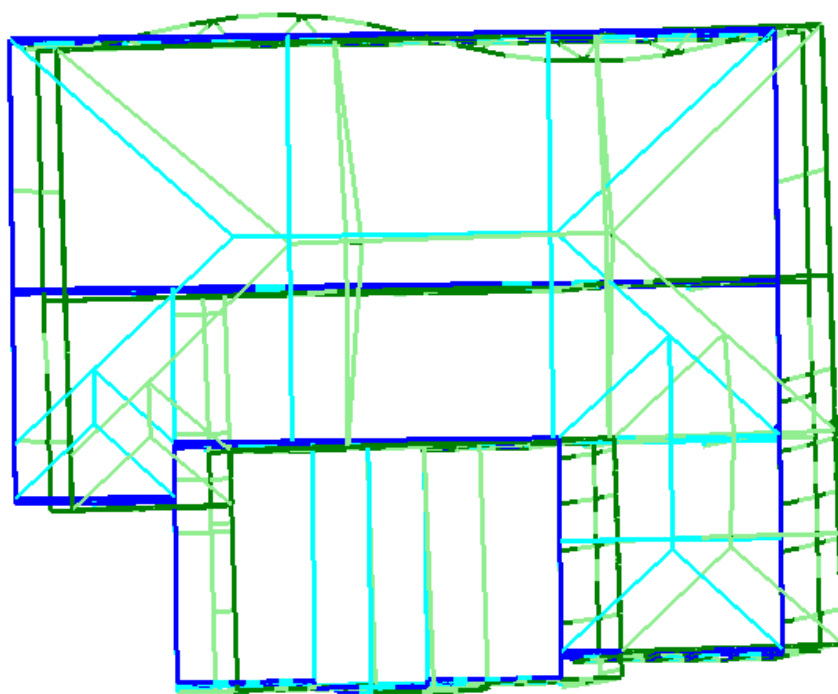
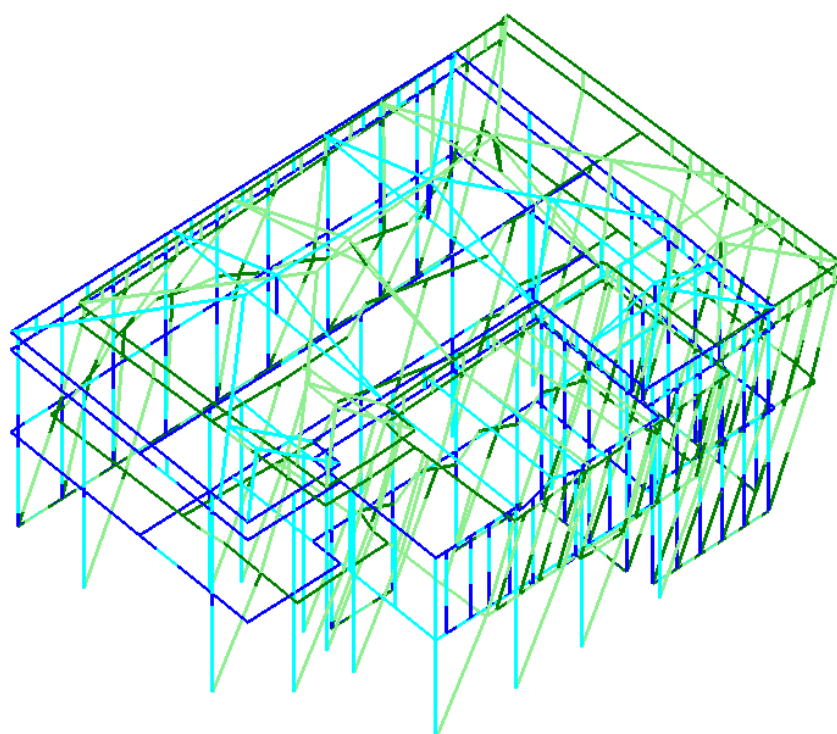
Si noti come nei piani schematizzati come rigidi le masse siano concentrate nel nodo master mentre in quelli deformabili si trovino nei nodi.



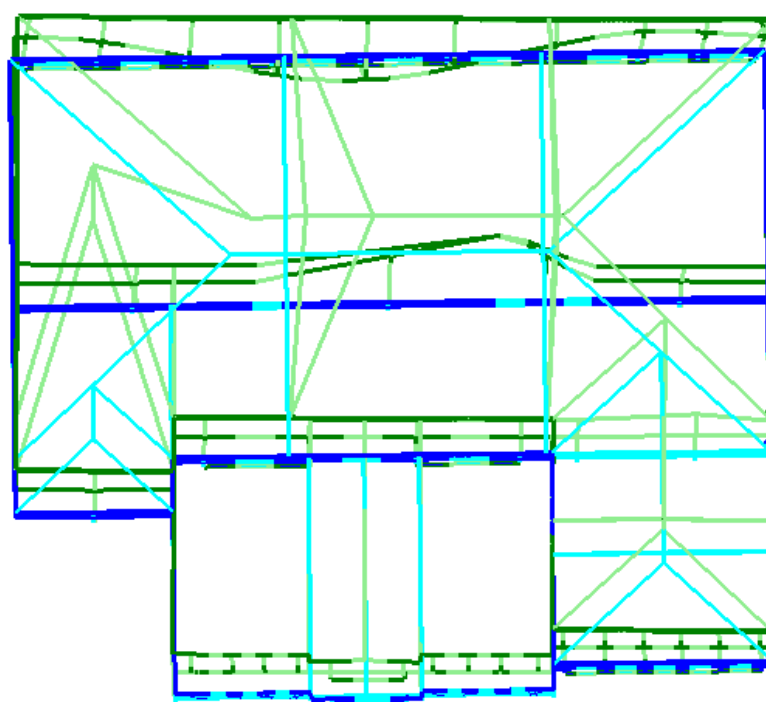
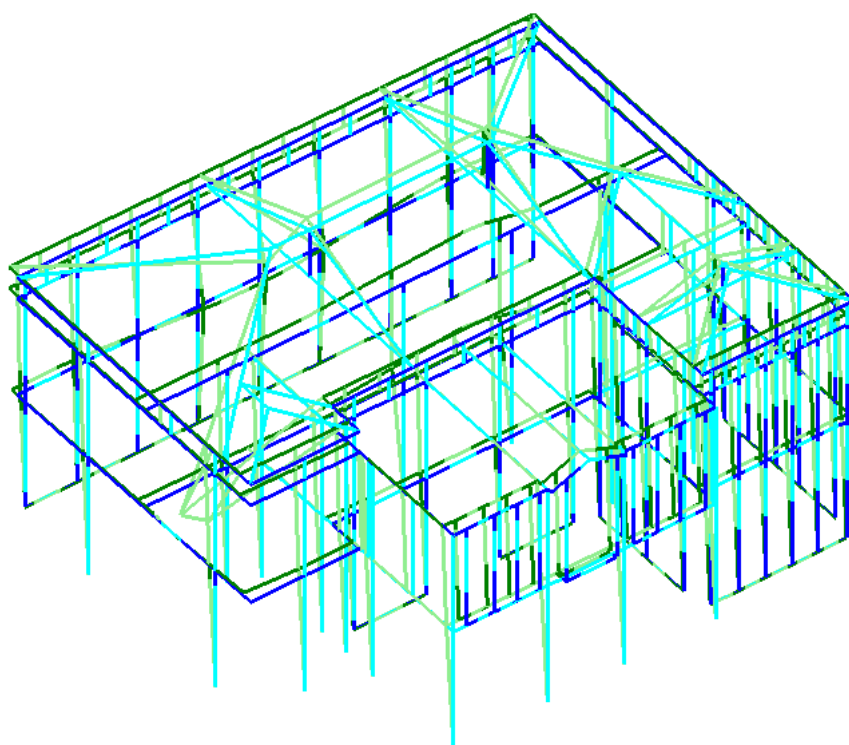
Masse generate in direzione X



Masse generate in direzione Y



Modo principale in direzione X: N°3 massa partecipante 88% $T=0,361\text{sec}$



Modo principale in direzione Y: N°4 massa partecipante 55% $T=0,329\text{sec}$

Come si può osservare nel caso di eccitazione diretta in direzione Y il modo dominante è il n°4 che presenta una percentuale di massa modale pari al 55 % .

Nel caso di eccitazione diretta in direzione X a dominare è il modo n°3 con una percentuale di massa modale pari al 88 %. In direzione z non si hanno modi per il fatto che le masse direzionali sono state definite solo in x e y.

Di seguito sono esposti per i primi 10 modi significativi i valori del coefficiente di partecipazione modale L_n , il quale assume un'importanza di rilievo nelle analisi strutturali, poiché determina il peso che ha l'n-esimo modo di vibrare nel calcolo degli spostamenti e delle forze per l'azione sismica $d^2x_s(t)/dt^2$.

Le verifiche sismiche sono condotte allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV).

Parametri di Calcolo

OK Annulla Reimposta Importa ?

Generale Sismica **Modale** Muratura Valutazione Verifiche Pushover (1) Pushover (2) Muratura armata Calcestruzzo armato Interventi

Numero di modi da calcolare

Un numero di modi pari a: 10

Numero di modi da considerare

☐ Tutti i modi calcolati

☐ Un numero di modi pari a: 3

☐ Tutti i modi con massa partecipante superiore al 5%

☐ Un numero di modi la cui massa partecipante totale sia superiore all'85%

☒ Tutti i modi con massa partecipante superiore al 5% e comunque un numero di modi la cui massa partecipante totale sia superiore all'85% [§7.3.3.1]

Metodo di combinazione dei modi

☐ SRSS (radice quadrata della somma dei quadrati)

☒ CQC (combinazione quadratica completa) [§7.3.3.1]

Risultati ANALISI MODALE (Metodo di analisi: Lanczos)

SLU di salvaguardia della Vita (SLV)

N° di gradi di libertà complessivi: 3126

N° di gradi di libertà dinamici: 1410

N° di modi calcolati: 10

N° di modi effettivamente considerati: 10

Direzioni sismiche orizzontali: X [a°=0°] e Y [(a+90)°=90°]

Direzione sismica verticale: Z

Modo Coefficienti di partecipazione Angolo max partecip.

	X	Y	Z	(°)
1	-0.001	-10.467	0.001	89.99
2	6.852	-1.923	-0.003	164.33
3	31.801	-0.764	-0.082	178.62
4	-1.711	-25.102	0.925	86.10
5	-0.698	-17.029	-1.286	87.65
6	-4.157	2.258	-0.079	151.49
7	-1.027	5.989	-0.033	99.73
8	-0.044	1.045	0.002	92.41
9	1.107	-0.072	0.669	176.29
10	-0.125	4.964	-0.004	91.45

Modo Autovalore Frequenza Periodo Masse modali efficaci Totale progressivo % Quote masse modali efficaci

	(rad/sec)^2	(cicli/sec)	(sec)	(%) sulla massa totale						(m)			
		X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z			
1	4.28793E01	1.0E00	0.960	0.000	9.530	0.000	0.000	9.530	0.000	6.195	5.173	6.719	
2	2.80088E02	2.7E00	0.375	4.084	0.322	0.000	4.084	9.851	0.000	7.130	5.529	6.650	
3	3.02555E02	2.8E00	0.361	87.971	0.051	0.001	92.055	9.902	0.001	7.182	6.221	6.597	
4	3.65244E02	3.0E00	0.329	0.255	54.814	0.074	92.310	64.716	0.075	7.304	7.167	8.924	
5	3.78156E02	3.1E00	0.323	0.042	25.225	0.144	92.352	89.940	0.219	7.491	7.181	9.616	
6	6.06665E02	3.9E00	0.255	1.503	0.443	0.001	93.855	90.384	0.220	7.047	6.947	6.646	
7	6.81586E02	4.2E00	0.241	0.092	3.120	0.000	93.947	93.504	0.220	6.772	6.856	7.156	
8	1.00938E03	5.1E00	0.198	0.000	0.095	0.000	93.947	93.599	0.220	7.003	6.016	7.227	
9	1.05144E03	5.2E00	0.194	0.107	0.000	0.039	94.054	93.599	0.259	8.368	7.535	11.167	
10	1.16827E03	5.4E00	0.184	0.001	2.144	0.000	94.055	95.743	0.259	6.446	7.336	7.510	

--> Deformata del Modo 1: Periodo T = 0.960 sec

Stampa non eseguita (è stata richiesta la stampa ridotta dei Modi di vibrare)

--> Deformata del Modo 2: Periodo T = 0.375 sec

Stampa non eseguita (è stata richiesta la stampa ridotta dei Modi di vibrare)

--> Deformata del Modo 3: Periodo T = 0.361 sec

Stampa non eseguita (è stata richiesta la stampa ridotta dei Modi di vibrare)

--> Deformata del Modo 4: Periodo T = 0.329 sec

Stampa non eseguita (è stata richiesta la stampa ridotta dei Modi di vibrare)

--> Deformata del Modo 5: Periodo $T = 0.323$ sec

Stampa non eseguita (è stata richiesta la stampa ridotta dei Modi di vibrare)

--> Deformata del Modo 6: Periodo $T = 0.255$ sec

Stampa non eseguita (è stata richiesta la stampa ridotta dei Modi di vibrare)

--> Deformata del Modo 7: Periodo $T = 0.241$ sec

Stampa non eseguita (è stata richiesta la stampa ridotta dei Modi di vibrare)

--> Deformata del Modo 8: Periodo $T = 0.198$ sec

Stampa non eseguita (è stata richiesta la stampa ridotta dei Modi di vibrare)

--> Deformata del Modo 9: Periodo $T = 0.194$ sec

Stampa non eseguita (è stata richiesta la stampa ridotta dei Modi di vibrare)

--> Deformata del Modo 10: Periodo $T = 0.184$ sec

Stampa non eseguita (è stata richiesta la stampa ridotta dei Modi di vibrare)

10.3.2 ANALISI PUSHOVER

Poichè la legge di comportamento meccanico degli elementi murari non è lineare. La crisi per taglio o per flessione può invalidare la resistenza di un elemento, delegando ad altri elementi ancora resistenti la capacità di sostenere l'azione sismica. La non reagenza a trazione della muratura può annullare di colpo rigidezze e resistenze di elementi che siano soggetti, nel corso dell'evento sismico, a deformazioni di trazione.

Ne consegue che le analisi lineari necessariamente non colgono la capacità resistente della struttura. Non si può risolvere linearmente la struttura 'ricordandosi' della non resistenza a trazione del materiale solo nelle verifiche finali.

Oltretutto, i risultati ottenuti possono essere veramente scarsi: è sufficiente che un piccolo elemento, magari un maschio di secondaria importanza, sia non verificato, per abbassare di fatto il livello di azione sismica sostenibile dall'edificio, la cui resistenza deve essere, nel contesto lineare, identificata con quella della sua parte più debole.

Per tali motivi, la muratura viene studiata appropriatamente con l'analisi non lineare (infatti già il metodo Por operava in tale campo).

Questa tipologia di analisi è applicabile alla struttura seguendo le indicazioni dei paragrafi §7.3.4.2 e §7.8.1.5.4 della normativa NTC 2018 di cui di seguito se ne riportano gli estratti.

7.3.4.2 ANALISI NON LINEARE STATICA

L'analisi non lineare statica richiede che al sistema strutturale reale sia associato un sistema strutturale equivalente non lineare.

Nel caso in cui il sistema equivalente sia ad un grado di libertà, a detto sistema strutturale equivalente si applicano i carichi gravitazionali e, per la direzione considerata dell'azione sismica, in corrispondenza degli orizzontamenti della costruzione, forze orizzontali proporzionali alle forze d'inerzia aventi risultante (taglio alla base) F_b . Tali forze sono scalate in modo da far crescere monotonamente, sia in direzione positiva che negativa e fino al raggiungimento delle condizioni di collasso locale o globale, lo spostamento orizzontale d_c di un punto di controllo coincidente con il centro di massa dell'ultimo livello della costruzione (sono esclusi eventuali torrioni). Vanno considerati anche punti di controllo alternativi, come le estremità della pianta dell'ultimo livello, quando sia significativo l'accoppiamento di traslazioni e rotazioni.

Il diagramma $F_b - d_c$ rappresenta la curva di capacità della struttura.

Si 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.

Gruppo 1 - Distribuzioni principali:

- se il modo di vibrare fondamentale nella direzione considerata ha una partecipazione di massa non inferiore al 75% si applica una delle due distribuzioni seguenti:
 - distribuzione proporzionale alle forze statiche di cui al § 7.3.3.2, utilizzando come seconda distribuzione la a) del Gruppo 2,
 - distribuzione corrispondente a un andamento di accelerazioni proporzionale alla forma del modo fondamentale di vibrare nella direzione considerata;
- in tutti i casi può essere utilizzata la distribuzione corrispondente all'andamento delle forze di piano agenti su ciascun orizzontamento calcolate in un'analisi dinamica lineare, includendo nella direzione considerata un numero di modi con partecipazione di massa complessiva non inferiore allo 85%. L'utilizzo di questa distribuzione è obbligatorio se il periodo fondamentale della struttura è superiore a $1,3 T_C$.

Gruppo 2 - Distribuzioni secondarie:

- a) distribuzione di forze, desunta da un andamento uniforme di accelerazioni lungo l'altezza della costruzione;
 - b) distribuzione adattiva, che cambia al crescere dello spostamento del punto di controllo in funzione della plasticizzazione della struttura;
 - c) distribuzione multimodale, considerando almeno sei modi significativi.
-

7.8.1.5.4 Analisi statica non lineare

L'analisi statica non lineare è applicabile agli edifici in muratura secondo le modalità descritte al § 7.3.4.2, con la possibilità di estendere quanto ivi indicato per le strutture in cui il modo di vibrare fondamentale nella direzione considerata ha una partecipazione di massa non inferiore al 75%, anche ai casi in cui la partecipazione di massa sia non inferiore al 60%.

Il modello geometrico della struttura può essere conforme a quanto indicato nel caso di analisi statica lineare. In alternativa si possono utilizzare modelli più sofisticati purché idonei e adeguatamente documentati.

I pannelli murari possono essere caratterizzati da un comportamento bilineare elastico perfettamente plastico, con resistenza equivalente al limite elastico e spostamenti al limite elastico e ultimo corrispondenti alla risposta flessionale e a taglio di cui ai §§ 7.8.2.2 e 7.8.3.2. Gli elementi lineari in c.a. (cordoli, travi di accoppiamento) possono essere caratterizzati da un comportamento bilineare elastico perfettamente plastico, con resistenza equivalente al limite elastico e spostamenti al limite elastico e ultimo definiti per mezzo della risposta flessionale o a taglio.

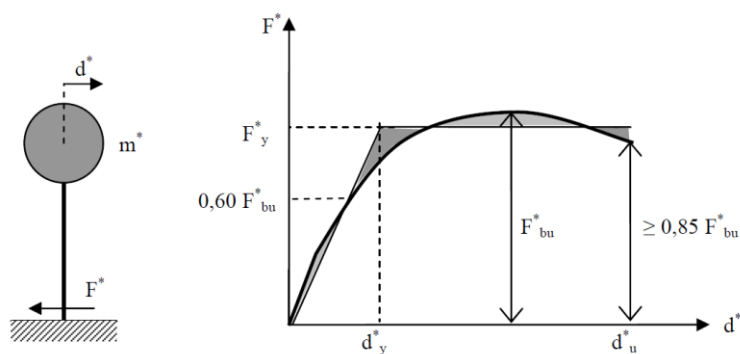
Nella Circolare del 2019 vengono inoltre fornite informazioni più dettagliate su come eseguire le analisi.

In particolare l'analisi richiede che al sistema strutturale reale venga associato un sistema strutturale equivalente ad un grado di libertà. La forza F^* e lo spostamento d^* del sistema equivalente sono legati alle corrispondenti grandezze F_b e d_c del sistema reale.

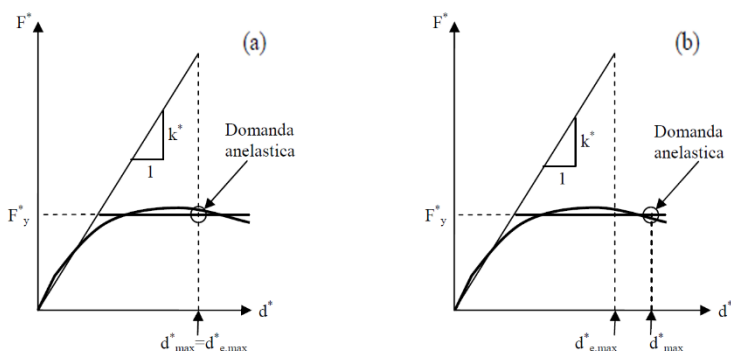
Alla curva di capacità del sistema equivalente occorre ora sostituire una *bilineare* avente un primo tratto elastico ed un secondo tratto perfettamente plastico (vedi figura successiva). Detta F_{bu} la resistenza massima del sistema strutturale reale ed $F_{bu}^* = F_{bu}/\eta$ la resistenza massima del sistema equivalente, il tratto elastico si individua imponendone il passaggio per il punto $0,6 F_{bu}^*$ della curva di capacità del sistema equivalente, la forza di plasticizzazione F_y^* si individua imponendo l'uguaglianza delle aree sottese dalla curva bilineare e dalla curva di capacità per lo spostamento massimo d_u^* corrispondente ad una riduzione di resistenza $\leq 0,15 F_{bu}^*$.

Per le strutture in muratura, volendo valutare lo stato limite ultimo, tale riduzione di resistenza è considerata accettabile fino al 20% rispetto alla forza massima F_{bu}^* ; inoltre il tratto elastico deve passare per il punto $0,7 F_{bu}^*$ della curva di capacità.

In questo modo si ricava la capacità della struttura



Nota la capacità della struttura la norma fornisce le formule per il calcolo della domanda. In particolare vi sono delle differenze in funzione che il periodo dell'oscillatore equivalente T^* sia maggiore o minore rispetto al periodo T_c .



Una volta trovata la domanda di spostamento d_{max}^* per lo stato limite in esame, si verifica che sia $d_{max}^* \leq d_u^*$ e si procede alla verifica della compatibilità degli spostamenti per gli elementi/meccanismi duttili e delle resistenze per gli elementi/meccanismi fragili.

L'azione sismica deve essere applicata, per ciascuna direzione, in entrambi i possibili versi e si devono considerare gli effetti più sfavorevoli derivanti dalle due analisi.

Scelta della distribuzione di forze e opzioni di analisi

Gruppo 1: distribuzioni principali

Fisse (rapporti tra forze fissi nel corso del processo incrementale)

(A) Lineare: forze proporzionali a quelle da utilizzarsi per l'analisi statica lineare

(B) Uni-modale: forze modali, proporzionali al prodotto delle masse per la deformata corrispondente al primo modo di vibrazione

(C) Dinamica: forze corrispondenti alla distribuzione delle forze modali calcolate con analisi dinamica lineare, tenendo conto di tutti i modi considerati

Gruppo 2: distribuzioni secondarie

(D) Multi-modale: forze modali, proporzionali al prodotto delle masse per la deformata corrispondente ad una forma modale equivalente, tenendo conto di tutti i modi considerati

(E) Uniforme: forze proporzionali alle masse

Adattive (la distribuzione di forze viene aggiornata ad ogni evoluzione di rigidezza, previa riesecuzione dell'analisi modale):

(F) Uni-modale

(G) Dinamica

(H) Multi-modale

Le distribuzioni (A)(B)(C) del Gruppo 1 e (E)(F)(G) del Gruppo 2 sono espressamente citate in §7.3.4.2. Le distribuzioni (D)(H) possono essere considerate distribuzioni multi-modali, alternative o complementari alle (C)(G).

Per edifici in muratura esistenti, potranno essere utilizzate le distribuzioni (A)(E) indipendentemente dalla massa partecipante del primo modo.

Dal punto di vista operativo, si osservi che più distribuzioni possono essere scelte contemporaneamente: ovviamente, il numero di curve di capacità globali che dovranno essere elaborate aumenta corrispondentemente.

Ai fini della scelta occorre tener conto che se in Analisi Modale le rigidezze considerate corrispondono al parametro $\%K_{elast}$ dei dati Aste e tengono quindi conto dell'eventuale rigidezza fessurata ($\%K_{elast} < 100\%$); in Analisi Pushover le rigidezze iniziali sono elastiche e si ignorano quindi le rigidezze fessurate cioè assumendo $\%K_{elast}=100\%$ per tutte le aste con differenze anche sostanziali nella definizione delle masse modali efficaci.

Nello studio svolto, come si evince dal seguente quadro riepilogativo delle opzioni di analisi, le distribuzioni scelte sono la A del Gruppo 1 e la E del gruppo 2

Parametri di Calcolo

OK Annulla Reimposta Importa ?

Generale Sismica Modale Muratura Valutazione Verifiche Pushover (1) Pushover (2) Muratura armata Calcestruzzo armato Interventi

Direzione sismica e quote di riferimento

Angolo tra sistema di riferimento globale XY e direzioni sismiche X'Y' $\alpha = 0$ ($-90^\circ < \alpha < 90^\circ$, + se antiorario)

Altezza della costruzione a partire dal piano di fondazione (m) $H = 12.050$

Quota di inizio degli effetti sismici (m) $H_s = 0.000$

☐ In caso di sisma verticale considerare sempre il 100% degli effetti

Analisi Sismiche Lineari

Direzioni di analisi ☒ X ☒ Y ☐ Z

Combinazione delle componenti

☐ Radice quadrata della somma dei quadrati ☒ [Sommare ai massimi ottenuti per l'azione applicata in una direzione il 30% dei massimi ottenuti per l'azione applicata nelle altre direzioni \[§7.3.5\]](#)

☐ Ignorare gli effetti dei momenti torcenti dovuti all'eccentricità accidentale [§7.2.6]

☐ Ignorare l'amplificazione degli spostamenti con fattore μ nel calcolo delle tensioni sul terreno [§7.3.3.3]

☐ Eseguire le verifiche di sicurezza anche per le combinazioni $(N_{min}, T/M_{max}), (N_{max}, T/M_{min})$

Analisi Sismica Statica Lineare

Periodo principale T_1

☐ $T_{1X} = 0.114$ sec, $T_{1Y} = 0.114$ sec

☒ $T_1 = C_1 * H^{3/4}$, dove $C_1 = 0.050 \Rightarrow T_1 = 0.323$ sec [NTC2008, §7.3.3.2]

☐ $\lambda = 1.00$ nella definizione delle forze sismiche [§7.3.3.2]

☐ Progettazione semplificata per zone a bassa sismicità [§7]: $S_d(T_1) = 0.10$ g

☒ Parametri di Calcolo

Generale Sismica Modale **Muratura** Valutazione Verifiche Pushover (1) Pushover (2) Muratura armata Calcestruzzo armato Interventi

☐ Tipo di edificio

Muratura
☒ Muratura Ordinaria
☐ Muratura Armata ☐ con Progettazione in Capacità [§7.8.1.7]

Edificio
☐ Edificio Nuovo ☐ con verifica di Robustezza [§3.1.1]
☒ Edificio Esistente

Coefficienti parziali di sicurezza
 In analisi statica [§4.5.6.1] γ_{M1} = 3.00
 In analisi sismica [§7.8.1.1] γ_{M2} = 2.40 (secondo normativa: $\gamma_{M2} \geq 0.8\gamma_{M1}$, $\gamma_{M2} \geq 2.00$)

☐ Maschi murari

☐ Contributo rigidezza trasversale
☐ Assemblaggio rigidezza flessionale (EJ) per elementi contigui
☒ Link orizzontali rigidi anche fuori piano

☐ Comportamento muratura

Diagramma di calcolo tensione - deformazione [§4.1.2.1.2.1]
☒ Stress-block, con $M_U = (I^2 t \sigma_0 / 2) * [1 - (\sigma_0 / 0.85 f_{cd})]$ [§7.8.2.2.1]
☐ Parabola-rettangolo, con M_U da dominio di resistenza N-M
 (sempre usato per sezioni di muratura armata o consolidata con FRP / CAM / Reticolatus)

deformazione di inizio tratto plastico ϵ_{m2} = 2.00 (‰)
 deformazione ultima ϵ_{mu} = 3.50 (‰)

☒ Parametri di Calcolo

Generale Sismica Modale Muratura **Valutazione** Verifiche Pushover (1) Pushover (2) Muratura armata Calcestruzzo armato Interventi

☐ Stati limite

Stati limite da considerare: ☐ SLO ☐ SLD ☒ SLV Edificio esistente, Classe d'uso III: obbligatorio SLV [§8.3, §7.3.6]

☐ Valutazione della sicurezza per edifici esistenti

☒ Intervento di adeguamento [§8.4.3] o stato attuale di un intervento di miglioramento
 $\zeta_E \geq 1$
 File analisi cinematica (eventuale):

☐ Stato di progetto di un intervento di miglioramento [§8.4.2]
☒ $\zeta_E \geq 0.6$ ☐ $\Delta\zeta_E \geq 0.1$
 File stato attuale:
 File stato di progetto, analisi cinematica (eventuale):

ζ_E indicatore di rischio sismico dato dal rapporto tra azione sismica massima sopportabile dalla struttura e l'azione sismica massima che si utilizzerebbe nel progetto di nuova costruzione sul medesimo suolo e con le medesime caratteristiche. L'azione sismica adottata come parametro di confronto per la definizione di ζ_E è l'accelerazione al suolo $PGA = ag S$.

Parametri di Calcolo

OK
Annulla
Reimposta
Importa
?

Generale
Sismica
Modale
Muratura
Valutazione
Verifiche
Pushover (1)
Pushover (2)
Muratura armata
Calcestruzzo armato
Interventi

Per maschi murari

Verifica in sommità nelle Analisi Lineari:
☐ in nessun caso
☒ a tutti i piani, tranne l'ultimo
☐ in tutti i casi

Pressoflessione Complanare

☐ Considerare la Flessione solo nei maschi con snellezza (h/l) superiore a

Taglio per Scorrimento

Modalità di calcolo della zona reagente
☒ Distribuzione triangolare delle tensioni [EC6, §4.5.3.(6)]
☐ Zona reagente a pressoflessione (in caso di comportamento parabola-rettangolo)

☐ Maschi in muratura ordinaria: prescindere in ogni caso dalla parzializzazione

Pressoflessione Ortogonale

Analisi Statica [§4.5.6.2]
☒ Con azioni da modello di calcolo 3D
☐ Metodo semplificato [§4.5.5, §4.5.6.2] (ipotesi di parete incernierata a livello dei piani)

Analisi Sismiche Lineari [§7.8.2.2.3]
☐ Con azioni da modello di calcolo 3D
☒ Con azioni convenzionali [§7.2.3] (forze equivalenti per elementi non strutturali)

Analisi Pushover [§7.8.2.2.3]
☒ Con azioni da modello di calcolo 3D

☒ Eseguire le Verifiche solo in mezzeria

☐ Riduzione della resistenza per gli effetti di instabilità
☒ Considerare sempre eccentricità minima (h/200)

Parametri di Calcolo

OK
Annulla
Reimposta
Importa
?

Generale
Sismica
Modale
Muratura
Valutazione
Verifiche
Pushover (1)
Pushover (2)
Muratura armata
Calcestruzzo armato
Interventi

Distribuzioni di forze

Gruppo 1: distribuzioni principali
☒ (A) Lineare: proporzionale alle forze statiche
☐ (B) Unimodale: forze corrispondenti al primo modo di vibrare
☐ (C) Dinamica: corrispondente alle forze in analisi dinamica lineare

Gruppo 2: distribuzioni secondarie
☐ (D) Multimodale: corrispondente ad una forma modale equivalente
☒ (E) Uniforme: forze proporzionali alle masse
☐ (F) Unimodale adattiva
☐ (G) Dinamica adattiva
☐ (H) Multimodale adattiva

[§7.3.4.2]

Fattore di partecipazione modale

☒ $\Gamma = \frac{\Phi^T M \tau}{\Phi^T M \Phi}$
☐ $\Gamma = \frac{\sum m_i \Phi_i}{\sum m_i \Phi_i^2}$
☒ $\Gamma = 1.00$ nella distribuzione di forze Uniforme (E)

[§C7.3.4.2]

Incremento di taglio. Direzione di analisi

Incremento di taglio (kN)

Direzione e verso di analisi
☒ + X'
☒ + Y'
☒ - X'
☒ - Y'

Eccentricità accidentale
☐ Curve senza momento torcente aggiuntivo
☒ Curve con momento torcente aggiuntivo

Analisi bidirezionale
☐ Curve senza combinazione direzionale
☒ Curve con combinazione direzionale

Sisma verticale
☒ Curve senza componente verticale
☐ Curve con componente verticale

Punto di controllo

☒ Baricentro del piano (n° piani = 3)
☐ Baricentro del piano con spostamento maggiore nel modo di vibrare principale nella direzione di analisi
☐ Nodi

Parametri di Calcolo

OK Annulla Reimposta Importa ?

Generale Sismica Modale Muratura Valutazione Verifiche Pushover (1) **Pushover (2)** Muratura armata Calcestruzzo armato Interventi

Comportamento degli elementi strutturali

Maschi murari

☐ Non eseguire verifiche a sforzo normale di trazione

☒ Ignorare caduta di taglio per crisi a pressoflessione ortogonale

Deformazione angolare limite:

☒ Controllo drift ultimo ☐ con fattore snellezza (H_0 / D)

☐ Controllo duttilità (multiplo della deformazione al limite elastico)

Fasce di piano (strisce, sottofinestra)

☒ Comportamento bilineare

☐ Comportamento multilineare

Fondazioni

☒ Ignorare aste su suolo elastico in Analisi Pushover

Modalità di calcolo

Spostamento ultimo a SLU

Spostamento corrispondente ad un taglio alla base residuo pari a %

☐ rispetto al massimo relativo

☐ rispetto al massimo assoluto

☒ rispetto al massimo assoluto, considerando l'ultima configurazione equilibrata

Sistema bilineare equivalente

Tratto elastico passante per il punto con taglio pari a T_{max}

Per la definizione del punto corrispondente allo Stato Limite Ultimo sulla curva di capacità, occorre fare riferimento a quanto indicato in §7.8.1.5.4: lo Stato Limite Ultimo è definito dallo spostamento corrispondente ad una riduzione della forza non superiore al 20% del massimo. A causa degli eventuali collassi parziali di alcuni elementi (in corrispondenza di tali collassi si determinano 'gradini' della curva di capacità), la prescrizione può avere tre diverse interpretazioni, cui corrispondono i valori del parametro di calcolo in PCM:

1 = prima riduzione del 20% rispetto ad un massimo relativo;

2 = prima riduzione del 20% rispetto al massimo assoluto;

3 = ultima configurazione equilibrata corrispondente ad una riduzione non superiore al 20% del massimo assoluto.

L'analisi sismica statica non lineare (pushover) fornisce un giudizio idoneo prevalentemente per il comportamento nel piano delle pareti; pertanto la pressoflessione ortogonale viene studiata nell'ambito delle analisi lineari, in quanto è possibile in tal modo cogliere in modo più chiaro il comportamento locale delle pareti fuori piano. Faremo quindi riferimento alle analisi sismiche lineari.

Inoltre, normalmente nell'analisi pushover consideriamo i nodi di fondazione come incastrati e tale è l'opzione di default di PC.M.

Nel report dell'analisi non lineare troviamo, per ogni curva, i valori di accelerazione sostenibile (PGA,CLV), del corrispondente periodo di ritorno (TR,CLV) e probabilità correlata (PVR,CLV). Vediamo anche gli indicatori di rischio in termini di accelerazione (a_V, PGA = rapporto tra l'accelerazione sostenibile e quella richiesta) e in termini di periodo di ritorno (a_V, TR = periodo di ritorno sostenibile e richiesto).

L'analisi pushover produce come output una serie di curve rappresentative della capacità della struttura di resistere all'azione sismica. Nel caso in esame sono state studiate 32 curve rappresentative di tutte le combinazioni dei seguenti parametri:

DISTRIBUZIONE	1 Gruppo (A): Proporzionale alle forze statiche	2 Gruppo (E): Proporzionale alle masse
DIREZIONE	Asse X	Asse Y
VERSO	Positivo (+)	Negativo (-)
ECCENTRICITA'	Mt Positivo (+)	Mt Negativo (-)

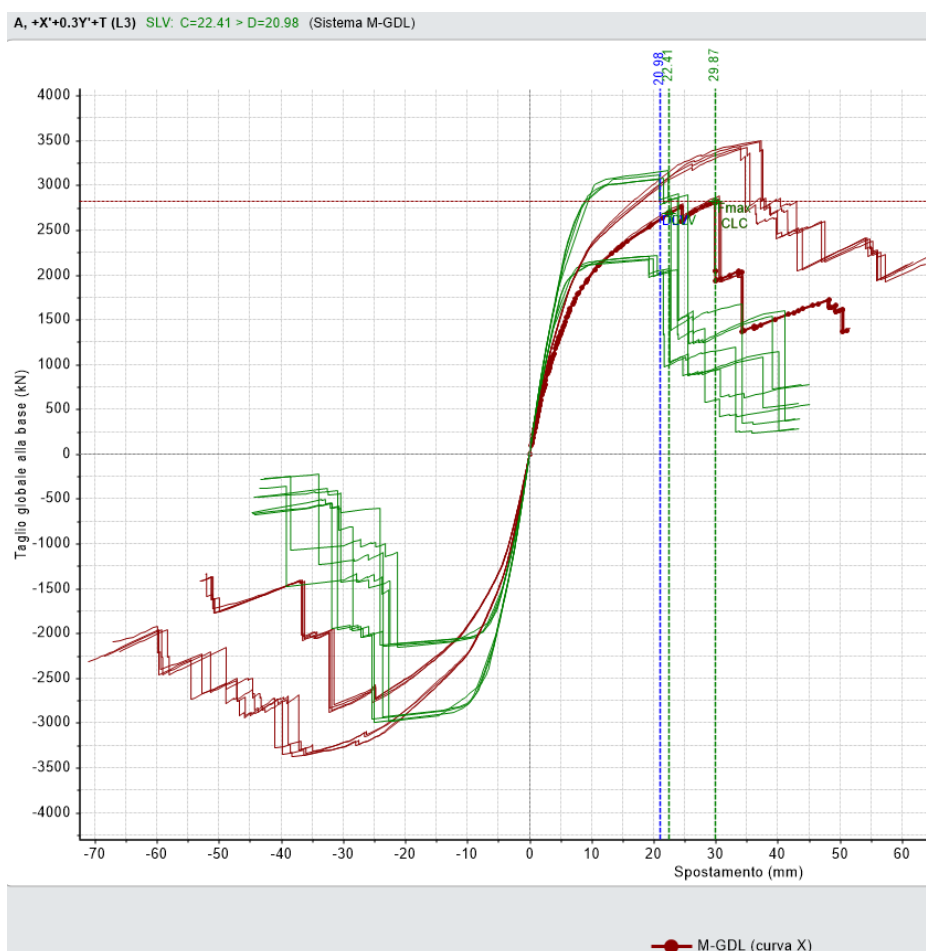
In accordo con la NTC2018 sono inoltre state considerate le curve con direzione sismica combinata secondo le regole:

$$100\% E_x + 30\% E_y$$

$$30\% E_x + 100\% E_y$$

Complessivamente sono dunque state ottenute 32 curve di capacità.

I risultati sono riportati nella seguente schermata estratta dal programma Aedes_PCM:









N° curva	Corrente	Vista	Distr.	Direz.	Direz.2	Mt	Ez	Control	ζ ,PGA(SLV)	ζ ,TR(SLV)	VN,CLV
1		<input checked="" type="checkbox"/>	A	+X'	+0.3Y'	+		L3	1.057	1.192	60
2		<input checked="" type="checkbox"/>	A	+X'	+0.3Y'	-		L3	1.088	1.256	63
3		<input checked="" type="checkbox"/>	A	+X'	-0.3Y'	+		L3	1.088	1.256	63
4		<input checked="" type="checkbox"/>	A	+X'	-0.3Y'	-		L3	1.075	1.223	61
5		<input checked="" type="checkbox"/>	A	+Y'	+0.3X'	+		L3	1.151	1.493	75
6		<input checked="" type="checkbox"/>	A	+Y'	+0.3X'	-		L3	1.189	1.680	84
7		<input checked="" type="checkbox"/>	A	+Y'	-0.3X'	+		L3	1.151	1.528	76
8		<input checked="" type="checkbox"/>	A	+Y'	-0.3X'	-		L3	1.044	1.133	57
9		<input checked="" type="checkbox"/>	A	-X'	+0.3Y'	+		L3	1.057	1.192	60
10		<input checked="" type="checkbox"/>	A	-X'	+0.3Y'	-		L3	1.044	1.163	58
11		<input checked="" type="checkbox"/>	A	-X'	-0.3Y'	+		L3	1.044	1.163	58
12		<input checked="" type="checkbox"/>	A	-X'	-0.3Y'	-		L3	1.044	1.133	57
13		<input checked="" type="checkbox"/>	A	-Y'	+0.3X'	+		L3	1.107	1.320	66
14		<input checked="" type="checkbox"/>	A	-Y'	+0.3X'	-		L3	1.182	1.604	80
15		<input checked="" type="checkbox"/>	A	-Y'	-0.3X'	+		L3	1.151	1.528	76
16		<input checked="" type="checkbox"/>	A	-Y'	-0.3X'	-		L3	1.057	1.192	60
17		<input checked="" type="checkbox"/>	E	+X'	+0.3Y'	+		L3	1.327	2.385	119
18		<input checked="" type="checkbox"/>	E	+X'	+0.3Y'	-		L3	1.484	3.476	174
19		<input checked="" type="checkbox"/>	E	+X'	-0.3Y'	+		L3	1.384	2.691	135
20		<input checked="" type="checkbox"/>	E	+X'	-0.3Y'	-		L3	1.308	2.288	114
21		<input checked="" type="checkbox"/>	E	+Y'	+0.3X'	+		L3	1.308	2.240	112
22		<input checked="" type="checkbox"/>	E	+Y'	+0.3X'	-		L3	1.365	2.587	129
23		<input checked="" type="checkbox"/>	E	+Y'	-0.3X'	+		L3	1.321	2.336	117
24		<input checked="" type="checkbox"/>	E	+Y'	-0.3X'	-		L3	1.182	1.604	80
25		<input checked="" type="checkbox"/>	E	-X'	+0.3Y'	+		L3	1.484	3.476	174
26		<input checked="" type="checkbox"/>	E	-X'	+0.3Y'	-		L3	1.484	3.476	174
27		<input checked="" type="checkbox"/>	E	-X'	-0.3Y'	+		L3	1.484	3.476	174
28		<input checked="" type="checkbox"/>	E	-X'	-0.3Y'	-		L3	1.484	3.476	174
29		<input checked="" type="checkbox"/>	E	-Y'	+0.3X'	+		L3	1.245	1.883	94
30		<input checked="" type="checkbox"/>	E	-Y'	+0.3X'	-		L3	1.346	2.434	122
31		<input checked="" type="checkbox"/>	E	-Y'	-0.3X'	+		L3	1.308	2.288	114
32		<input checked="" type="checkbox"/>	E	-Y'	-0.3X'	-		L3	1.220	1.799	90




La curva in cui si manifestano gli indici di rischio inferiori, che quindi nel seguito sarà analizzata nel dettaglio, è quella indicata con riquadro, in cui si ottiene un indice di rischio sismico pari a $1.044 > 1$. Nella tabella riassuntiva dei dati relativi alle curve di capacità sono inoltre evidenziate in verde tutte le curve di capacità che soddisfano la verifica di sicurezza, ovvero in cui la capacità offerta risulta maggiore alla domanda. Tutte le curve hanno tale requisito.

Di seguito si riportano le legende relative allo stato delle aste in termini di verifica e in termini di lesioni.

La legenda per la colorazione dello stato di verifica è illustrata in figura seguente:

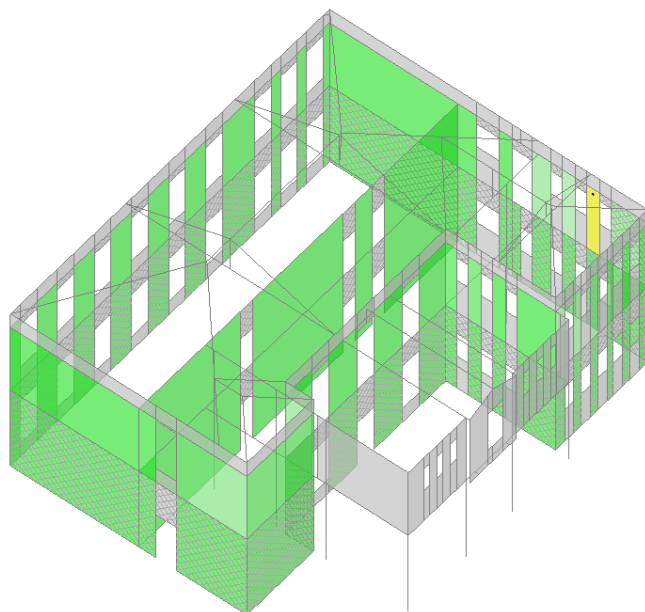
-  Asta in fase elastica
-  Asta parzialmente plasticizzata
-  Asta plasticizzata
-  Asta collassata
-  Asta in trazione/compressione eccessiva
-  Asta non sottoposta a verifica

Per quanto riguarda le lesioni, la convenzione grafica è illustrata in figura seguente:

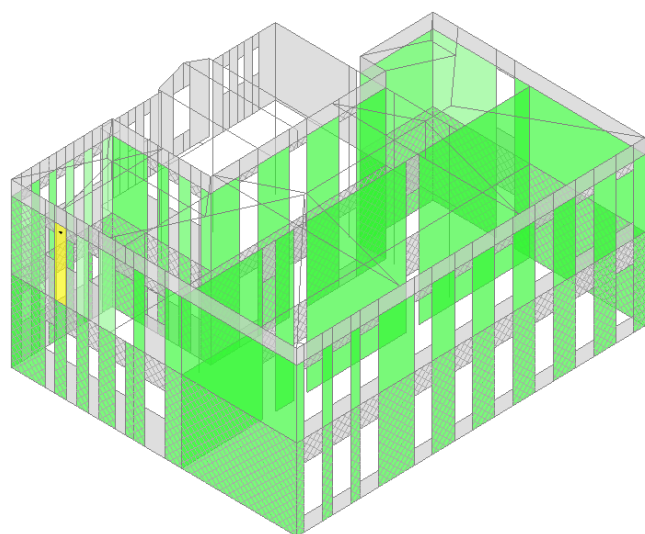
-  Pressoflessione Complanare o Ortogonale
(l'orientamento della cerniera specifica il piano di flessione)
-  Taglio per scorrimento
-  Taglio per fessurazione diagonale

CURVA N°8 - DISTR.A – DIREZ.+Y - 0.3X – Mt

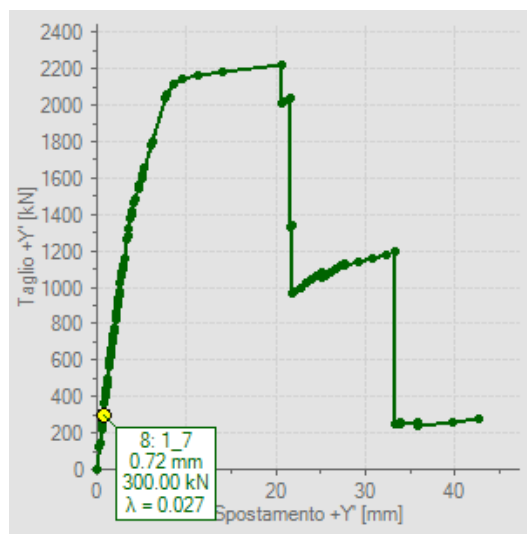
Prima parziale plasticizzazione:



Un maschio (giallo) risulta parzialmente plasticizzato già per un basso valore di taglio alla base (300kN). Tale elemento risulta al piano primo fronte sud-est, soggetto ad un limitato carico assiale indotto dal sottotetto+copertura

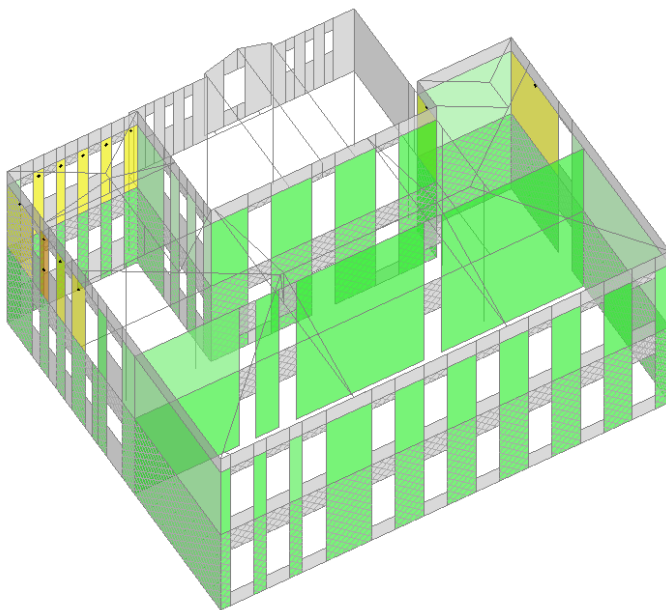
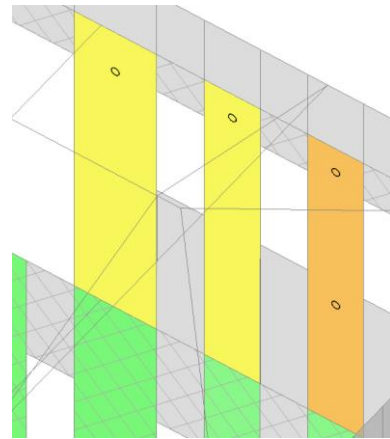
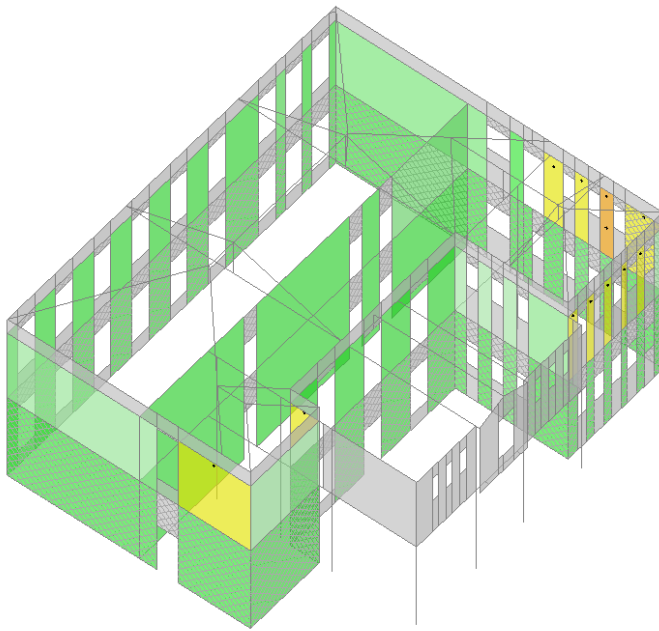


(Vista 2)

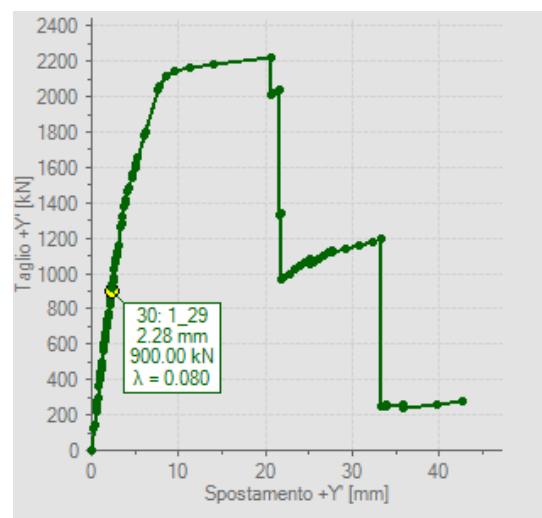


Progressione della plasticizzazione:

Il taglio in corrispondenza della prima plasticizzazione completa (arancio) risulta pari a 900 kN, in corrispondenza del quale si verifica uno spostamento di 2.28 mm. A tale livello di sollecitazione l'analisi evidenzia, oltre a diversi elementi parzialmente plasticizzati, un maschio al piano primo fronte sud-ovest caratterizzato da completa plasticizzazione per superamento della resistenza a pressoflessione.

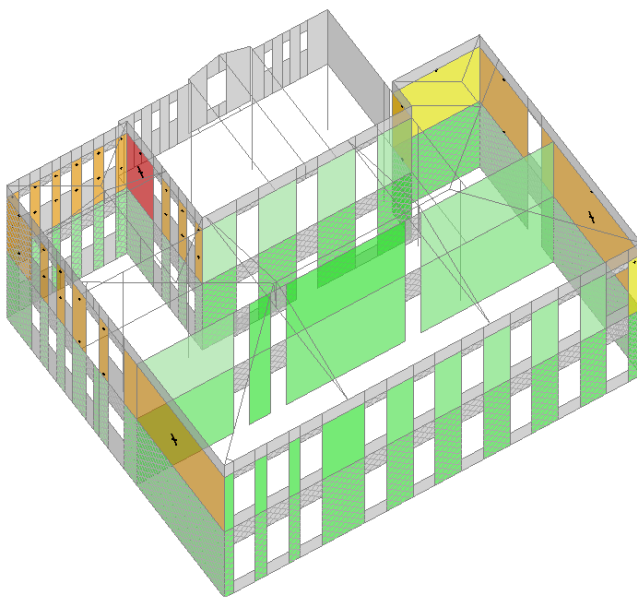
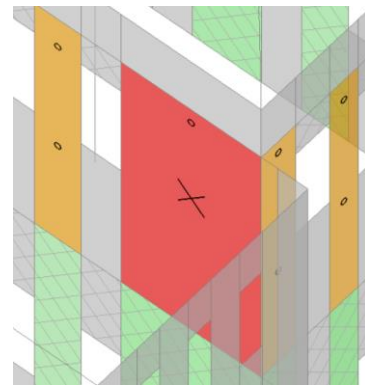


(Vista 2)

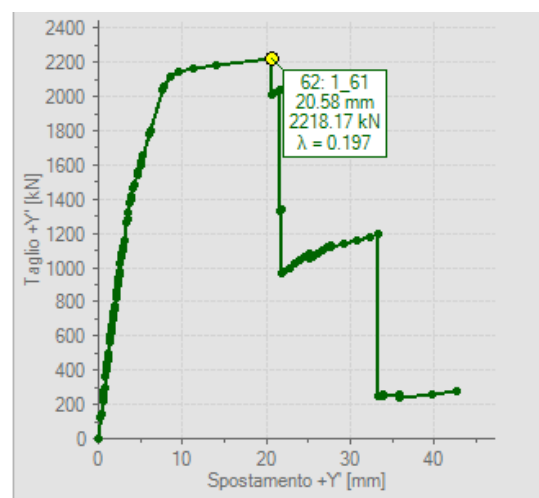


Raggiungimento del picco a taglio:

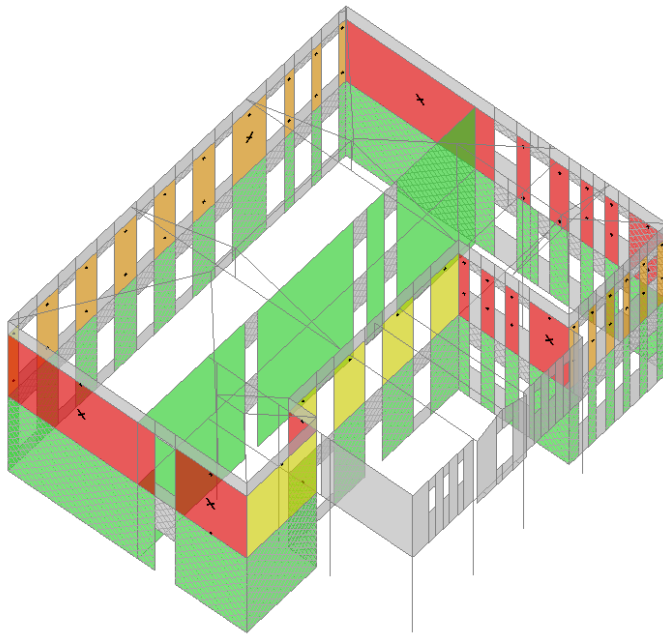
Il taglio in corrispondenza del picco della curva di capacità risulta pari a 2218 kN, in corrispondenza del quale si verifica uno spostamento di 20.58mm. A tale livello di sollecitazione l'analisi evidenzia la plasticizzazione di numerosi maschi murari (arancio) al piano primo, per il superamento della resistenza a pressoflessione e taglio, e il raggiungimento del limite ultimo con conseguente collasso di un elemento al piano primo (rosso)



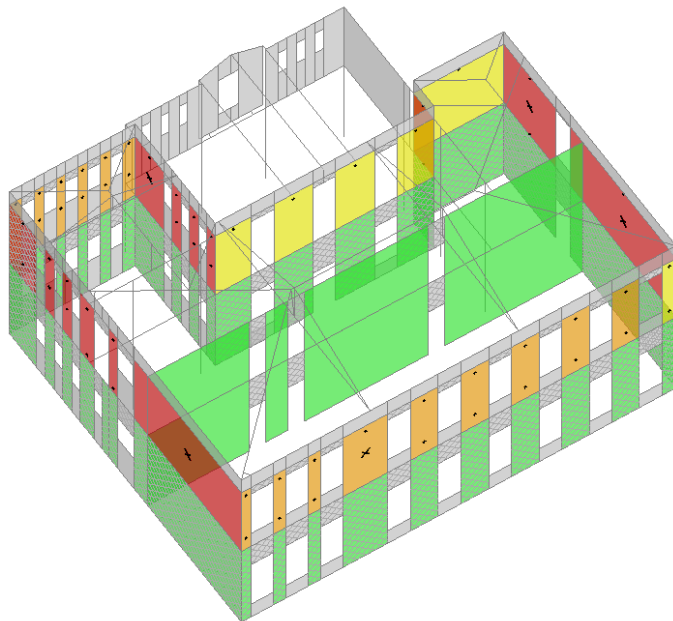
(Vista 2)



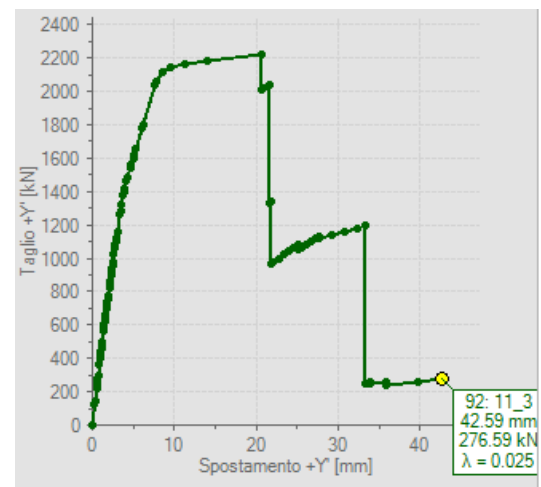
Spostamento massimo:



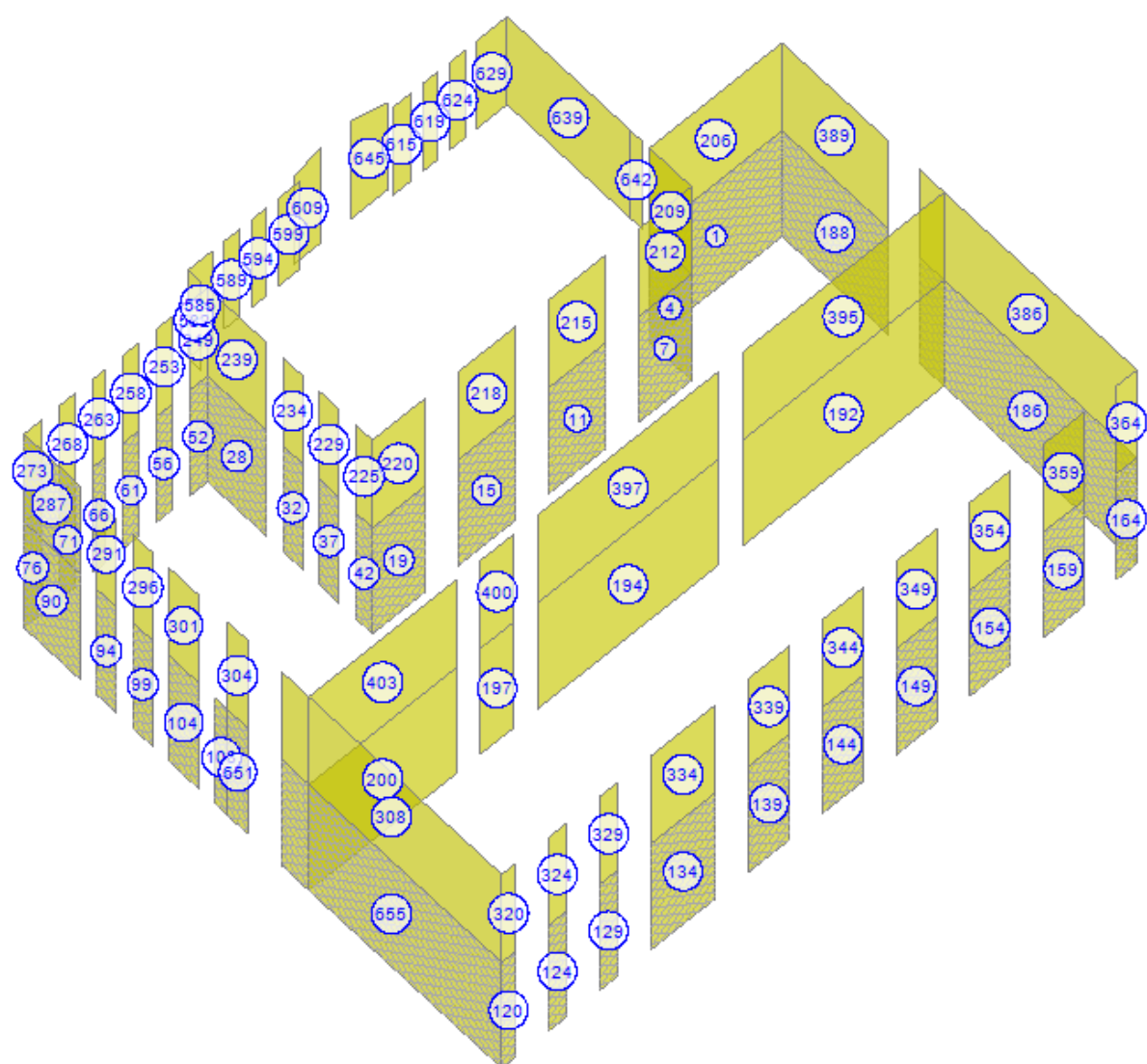
Al termine della storia evolutiva per la costruzione della curva di capacità il taglio della curva risulta pari a 276 kN, in corrispondenza del quale si verifica uno spostamento di 42.59mm. A tale livello di sollecitazione l'analisi evidenzia il raggiungimento del limite ultimo con conseguente collasso di tutti i maschi murari al piano primo, nella direzione ortogonale al fronte principale, parallela al lato corto del rettangolo che inscrive l'edificio..



(Vista 2)



Come lecito attendersi, il raggiungimento del collasso avviene prevalentemente lungo le pareti parallele al lato corto del rettangolo in cui è inscrivibile l'edificio, essendo caratterizzate da uno sviluppo complessivo nettamente inferiore rispetto alla direzione ortogonale, e quindi minor rigidezza/resistenza nei confronti dell'azione sismica di progetto. Di seguito si riporta un estratto del fascicolo di calcolo che evidenzia l'ordine di plasticizzazione degli elementi.



Numerazione maschi murari

Azione Sismica

Struttura:

Vita Nominale VN (anni) = 50

Classe d'uso: III

Coefficiente d'uso CU = 1.5

Periodo di riferimento per l'azione sismica VR=VN*CU (anni) = 75

Pericolosità:

Ubicazione del sito:

Longitudine ED50 (gradi sessadecimali) = 10.193186

- Latitudine ED50 (gradi sessadecimali) = 45.886058

Tipo di interpolazione: superficie rigata [SCA]

Valori dei parametri ag, Fo, TC* per i periodi di ritorno TR di riferimento

(dagli Studi di pericolosità sismica del sito di ubicazione dell'edificio [cfr.Tab.1 All.B al D.M.14.1.2008]):

TR	a _g	Fo	TC*
(anni)	(*g)		(sec)
30	0.031	2.479	0.200
50	0.039	2.537	0.211
72	0.045	2.505	0.230
101	0.052	2.535	0.241
140	0.058	2.554	0.260
201	0.067	2.533	0.270
475	0.092	2.525	0.280
975	0.118	2.515	0.298
2475	0.162	2.502	0.309

Per periodi di ritorno TR<30 anni [cfr. DPC-Reluis, CNR-ITC]:

$ag(TR) = K * TR^{\alpha}$, dove:

$K = 0.007721450$, $\alpha = 0.412907640$

Stati Limite:

PVR (%) Probabilità di superamento nel periodo di riferimento VR per ciascun Stato Limite (Tab.3.2.i)

SLE: SLO	81
SLE: SLD	63
SLU: SLV	10
SLU: SLC	5

ag(g) Fo Tc*(sec) e altri parametri di spettro per i periodi di ritorno TR associati a ciascun Stato Limite [§3.2.3]

Stato	TR	a _g	Fo	TC*	S	TB	TC	TD
limite	(anni)	(*g)		(sec)		(sec)	(sec)	(sec)
SLO	45	0.037	2.525	0.209	1.500	0.123	0.368	1.748
SLD	75	0.046	2.509	0.231	1.500	0.131	0.393	1.784
SLV	712	0.106	2.519	0.290	1.500	0.153	0.458	2.024
SLC	1462	0.135	2.509	0.303	1.497	0.157	0.472	2.140

Suolo:

Categoria di sottosuolo e Condizioni topografiche:

Categoria di sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Rapporto quota sito / altezza rilievo topografico = 0

Coefficiente di amplificazione topografica ST = 1

PGA:

Definizione di PGA: Accelerazione al suolo (analoga ad: $ag*S$, dove: $S=SS*ST$)

CURVA n° 8

TIPO DI CURVA: (A) LINEARE: PROPORZIONALE ALLE FORZE STATICHE
(DISTRIBUZIONE PRINCIPALE [GRUPPO 1]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: +Y
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): - MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: +Y - 0.3 X
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3
COMPONENTE SISMICA VERTICALE: NON CONSIDERATA

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidezza iniziale (elastica) (kN/m) = 416695.30

Resistenza massima (taglio alla base): F_{Max,M-GDL} (kN) = 2218.17

Peso sismico totale W (kN) = 11273.38

Massa sismica totale M (k*kgm) = 1149.565

Rapporto forza/peso ($F_{Max,M-GDL} / W$) = 0.197

Stati limite ultimi: spostamento orizzontale e taglio alla base:
SLC: $d_c, SLC, M-GDL$ (mm) = 21.57, $F, SLC, M-GDL$ (kN) = 2040.00
SLV: $d_c, SLV, M-GDL$ (mm) = 16.18, $F, SLV, M-GDL$ (kN) = 2192.60

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m^* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stato scelto il calcolo con matrice di massa del sistema reale
(con masse traslazionali m_X m_Y e inerzie torsionali J_Z). Risultano:

Massa $m^* = \{[M]\}[\tau] \text{ (k*kgm)} = 1149.57$

Fattore di partecipazione modale $\Gamma = \{[M]\}[\tau] / \{[M]\}[\Phi] = 1.000$

Stati limite ultimi: spostamento orizzontale e taglio alla base:

SLC: $d_c, SLC, 1-GDL = (d, SLC, M-GDL / \Gamma) \text{ (mm)} = 21.57$, $F, SLC, 1-GDL = (F, SLC, M-GDL / \Gamma) \text{ (kN)} = 2040.00$
SLV: $d_c, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / \Gamma) \text{ (mm)} = 16.18$, $F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / \Gamma) \text{ (kN)} = 2192.60$

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% $F_{Max, 1-GDL}$ (kN) = 1552.72
Rigidità elastica: $K^* \text{ (kN/m)} = 330951.50$ (=79.423% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
Periodo elastico: $T^* = 2(m^*/K^*) \text{ (sec)} = 0.370$
Punto di snervamento: spostamento $dy^* \text{ (mm)} = 6.53$
forza $Fy^* \text{ (kN)} = 2160.84$
Limite ultimo : spostamento $du^* \text{ (mm)} = 21.57$

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):

PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento $V, R = 10 \%$

Da PVR e V, R , per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a)

attraverso la relazione: $T, R = -V, R / [1 - \ln(1 - PVR)]$

Valori dei parametri ag, Fo, TC^* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV

e: $SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv$ (§3.2.3), dove:

ag = accelerazione orizzontale massima al sito,

Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,

TC^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,

SS = coefficiente di sottosuolo;

CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;

S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;

TB, TC, TD = periodi di spettro;

Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

[Stato Limite]	TR	a, g	Fo	TC^*	SS	CC	S	TB	TC	TD	Fv
	[(anni)]	[*g]		(sec)				(sec)	(sec)	(sec)	
SLV: SLV	712	0.106	2.519	0.290	1.500	1.580	1.500	0.153	0.458	2.024	1.107

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:

- in accelerazione: $S, e(T^*) = 0.401 g$

- in spostamento: $d^*, e, max = S, De(T^*) \text{ (mm)} = 13.64$

- forza di risposta elastica = $S, e(T^*) m^* \text{ (kN)} = 4515.49$

(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);

- forza di snervamento $Fy^* \text{ (kN)} = 2160.84$

(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)

Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 2.090$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

Nota su q^*

q^* è funzione di due componenti:

- proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
- spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.

Se $q^* > 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta.

Il valore di ag sostenibile (e quindi dell'indicatore di rischio = ag sostenibile / ag in input),

verrà calcolato considerando un valore di ag , cioè una domanda,

tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:

- $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
- capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: $d^*, max \text{ (mm)} = 15.33$

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*, max \text{ (mm)} = 15.33$

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = 15.33

Capacità di spostamento a SLV (mm) = 16.18

SLV: Capacità > Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA,CLV) = 0.166 g
corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR,CLV = 807 anni.
Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni,
ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 8.875 %
(rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:
in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA,CLV e TR,CLV minori,
e PVR,CLV maggiore; per verifica soddisfatta, PGA,CLV e TR,CLV maggiori, e PVR,CLV minore).

Riepilogo per SLV

		TR		PGA		PVR	
		(anni)		(*g)		(%)	

	Domanda		712		0.159		10.0
	Capacità		807		0.166		8.9

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):
- in termini di PGA: $\alpha_v = \text{PGA,CLV} / \text{PGA,DLV} = \zeta, E, \text{SLV,PGA} = 0.166/0.159 = 1.044$
- in termini di TR: $\alpha_v = \text{TR,CLV} / \text{TR,DLV} (= \text{TR in input per SLV}) = 807/712 = 1.133$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

Il calcolo degli indicatori di rischio sismico viene effettuato
attraverso un procedimento iterativo sulla domanda. Questa viene fatta variare
fino a trovare il massimo valore sostenibile, tale cioè da garantire
il soddisfacimento contemporaneo delle due seguenti condizioni:
a) capacità \geq domanda (in termini di spostamento);
b) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plasticizzazione (kN) = 300.00
90% del Taglio massimo (kN) = 1996.36
Rapporto α_u/α_s calcolato = 6.655
Rapporto α_u/α_s effettivo = 2.500
Edificio non regolare in altezza: $q = 3.281$

Causa del termine di costruzione della curva di capacità:

Al piano 2 tutti gli elementi verticali in muratura sono collassati sotto azioni complanari

Configurazione strutturale al termine di costruzione della curva di capacità:

(la costruzione della curva ha richiesto l'elaborazione di 11 curve intermedie)

Aste che divengono (o sono già divenute) non reagenti assialmente:

-

Aste che raggiungono (o hanno già raggiunto) il limite ultimo (complanare):

209,Maschio in mur.ordinaria
225,Maschio in mur.ordinaria
229,Maschio in mur.ordinaria
234,Maschio in mur.ordinaria
239,Maschio in mur.ordinaria
287,Maschio in mur.ordinaria
291,Maschio in mur.ordinaria
296,Maschio in mur.ordinaria
301,Maschio in mur.ordinaria
304,Maschio in mur.ordinaria
308,Maschio in mur.ordinaria
386,Maschio in mur.ordinaria
389,Maschio in mur.ordinaria

Aste che raggiungono (o hanno già raggiunto) il limite ultimo (ortogonale):

-

Aste non ancora al limite ultimo, ma con degrado vincolare:

1,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
4,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
7,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
11,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
15,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
19,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
28,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
32,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
37,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
42,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
52,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
56,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
61,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
66,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
71,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
76,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
90,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
94,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
99,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
104,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
108,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
120,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
124,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
129,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
134,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
139,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
144,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
149,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
154,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
159,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
164,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
186,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
188,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
192,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
194,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
197,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
200,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
206,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
212,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
215,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
218,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
220,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
249,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
253,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
258,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
263,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
268,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
273,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
320,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
324,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
329,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
334,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
339,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
344,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
349,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
354,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
359,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
364,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001

395,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
397,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
400,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
403,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
651,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
655,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001

**Configurazione strutturale progressiva,
nel corso del processo incrementale di costruzione della curva di capacità:**

- Al termine della curva intermedia n° 1

Aste che divergono (o sono già divenute) non reagenti assialmente:

-

Aste che raggiungono (o hanno già raggiunto) il limite ultimo (complanare):

239,Maschio in mur.ordinaria

Aste che raggiungono (o hanno già raggiunto) il limite ultimo (ortogonale):

-

Aste non ancora al limite ultimo, ma con degrado vincolare:

1,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
4,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
7,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
11,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
15,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
19,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
28,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
32,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
37,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
42,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
52,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
56,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
61,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
66,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
71,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
76,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
90,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
94,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
99,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
104,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
108,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
120,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
124,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
129,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
134,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
139,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
144,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
149,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
154,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
159,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
164,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
186,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
188,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
192,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
194,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
197,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
200,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
206,Maschio in mur.ordinaria,000001,000011
209,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
212,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
215,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
218,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
220,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
225,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
229,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
234,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
249,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
253,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
258,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
263,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
268,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
273,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
287,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
291,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
296,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
301,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
304,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
308,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
320,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
324,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
329,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
334,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
339,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001

344,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
349,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
354,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
359,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
364,Maschio in mur.ordinaria,000001,000011
386,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
389,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
395,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
397,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
400,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
403,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
651,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
655,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001

- Al termine della curva intermedia n° 2

Aste che divengono (o sono già divenute) non reagenti assialmente:

-

Aste che raggiungono (o hanno già raggiunto) il limite ultimo (complanare):

239,Maschio in mur.ordinaria

386,Maschio in mur.ordinaria

Aste che raggiungono (o hanno già raggiunto) il limite ultimo (ortogonale):

-

Aste non ancora al limite ultimo, ma con degrado vincolare:

1,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
4,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
7,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
11,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
15,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
19,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
28,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
32,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
37,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
42,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
52,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
56,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
61,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
66,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
71,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
76,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
90,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
94,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
99,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
104,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
108,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
120,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
124,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
129,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
134,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
139,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
144,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
149,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
154,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
159,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
164,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
186,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
188,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
192,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
194,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
197,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
200,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
206,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
209,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
212,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
215,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
218,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
220,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
225,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
229,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
234,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
249,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
253,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
258,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
263,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
268,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
273,Maschio in mur.ordinaria,000001,000011
287,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
291,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
296,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
301,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
304,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
308,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
320,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001

324,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
329,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
334,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
339,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
344,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
349,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
354,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
359,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
364,Maschio in mur.ordinaria,000001,000011
389,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
395,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
397,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
400,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
403,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
651,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
655,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001

- Al termine della curva intermedia n° 3

Aste che divengono (o sono già divenute) non reagenti assialmente:

-

Aste che raggiungono (o hanno già raggiunto) il limite ultimo (complanare):

239,Maschio in mur.ordinaria

386,Maschio in mur.ordinaria

389,Maschio in mur.ordinaria

Aste che raggiungono (o hanno già raggiunto) il limite ultimo (ortogonale):

-

Aste non ancora al limite ultimo, ma con degrado vincolare:

1,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
4,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
7,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
11,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
15,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
19,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
28,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
32,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
37,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
42,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
52,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
56,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
61,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
66,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
71,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
76,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
90,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
94,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
99,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
104,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
108,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
120,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
124,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
129,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
134,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
139,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
144,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
149,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
154,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
159,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
164,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
186,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
188,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
192,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
194,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
197,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
200,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
206,Maschio in mur.ordinaria,000001,000011
209,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
212,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
215,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
218,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
220,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
225,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
229,Maschio in mur.ordinaria,000001,000011
234,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
249,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
253,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
258,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
263,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
268,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
273,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
287,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
291,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
296,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011

301,Maschio in mur.ordinaria,000001,000011
304,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
308,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
320,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
324,Maschio in mur.ordinaria,000001,000011
329,Maschio in mur.ordinaria,000001,000011
334,Maschio in mur.ordinaria,000001,000011
339,Maschio in mur.ordinaria,000001,000011
344,Maschio in mur.ordinaria,000001,000011
349,Maschio in mur.ordinaria,000001,000011
354,Maschio in mur.ordinaria,000001,000011
359,Maschio in mur.ordinaria,000001,000011
364,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
395,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
397,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
400,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
403,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
651,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
655,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001

- Al termine della curva intermedia n° 4

Aste che divengono (o sono già divenute) non reagenti assialmente:

-

Aste che raggiungono (o hanno già raggiunto) il limite ultimo (complanare):

229,Maschio in mur.ordinaria

234,Maschio in mur.ordinaria

239,Maschio in mur.ordinaria

386,Maschio in mur.ordinaria

389,Maschio in mur.ordinaria

Aste che raggiungono (o hanno già raggiunto) il limite ultimo (ortogonale):

-

Aste non ancora al limite ultimo, ma con degrado vincolare:

1,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
4,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
7,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
11,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
15,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
19,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
28,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
32,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
37,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
42,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
52,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
56,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
61,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
66,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
71,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
76,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
90,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
94,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
99,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
104,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
108,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
120,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
124,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
129,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
134,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
139,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
144,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
149,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
154,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
159,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
164,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
186,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
188,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
192,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
194,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
197,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
200,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
206,Maschio in mur.ordinaria,000001,000011
209,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
212,Maschio in mur.ordinaria,000001,000011
215,Maschio in mur.ordinaria,000001,000011
218,Maschio in mur.ordinaria,000001,000011
220,Maschio in mur.ordinaria,000001,000011
225,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
249,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
253,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
258,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
263,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
268,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
273,Maschio in mur.ordinaria,000011,000001

287,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
291,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
296,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
301,Maschio in mur.ordinaria,000001,000011
304,Maschio in mur.ordinaria,000001,000011
308,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
320,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
324,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
329,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
334,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
339,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
344,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
349,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
354,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
359,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
364,Maschio in mur.ordinaria,000011,000001
395,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
397,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
400,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
403,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
651,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
655,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001

- Al termine della curva intermedia n° 5

Aste che divengono (o sono già divenute) non reagenti assialmente:

-

Aste che raggiungono (o hanno già raggiunto) il limite ultimo (complanare):

225,Maschio in mur.ordinaria

229,Maschio in mur.ordinaria

234,Maschio in mur.ordinaria

239,Maschio in mur.ordinaria

386,Maschio in mur.ordinaria

389,Maschio in mur.ordinaria

Aste che raggiungono (o hanno già raggiunto) il limite ultimo (ortogonale):

-

Aste non ancora al limite ultimo, ma con degrado vincolare:

1,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
4,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
7,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
11,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
15,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
19,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
28,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
32,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
37,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
42,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
52,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
56,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
61,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
66,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
71,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
76,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
90,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
94,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
99,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
104,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
108,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
120,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
124,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
129,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
134,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
139,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
144,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
149,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
154,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
159,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
164,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
186,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
188,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
192,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
194,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
197,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
200,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
206,Maschio in mur.ordinaria,000001,000011
209,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
212,Maschio in mur.ordinaria,000001,000011
215,Maschio in mur.ordinaria,000001,000011
218,Maschio in mur.ordinaria,000001,000011
220,Maschio in mur.ordinaria,000001,000011
249,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
253,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
258,Maschio in mur.ordinaria,000001,000011

263,Maschio in mur.ordinaria,000001,000011
268,Maschio in mur.ordinaria,000001,000011
273,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
287,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
291,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
296,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
301,Maschio in mur.ordinaria,000001,000011
304,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
308,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
320,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
324,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
329,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
334,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
339,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
344,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
349,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
354,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
359,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
364,Maschio in mur.ordinaria,000011,000001
395,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
397,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
400,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
403,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
651,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
655,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001

- Al termine della curva intermedia n° 6

Aste che divengono (o sono già) divenute) non reagenti assialmente:

-

Aste che raggiungono (o hanno già) raggiunto) il limite ultimo (complanare):

225,Maschio in mur.ordinaria
229,Maschio in mur.ordinaria
234,Maschio in mur.ordinaria
239,Maschio in mur.ordinaria

308,Maschio in mur.ordinaria

386,Maschio in mur.ordinaria

389,Maschio in mur.ordinaria

Aste che raggiungono (o hanno già) raggiunto) il limite ultimo (ortogonale):

-

Aste non ancora al limite ultimo, ma con degrado vincolare:

1,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
4,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
7,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
11,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
15,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
19,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
28,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
32,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
37,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
42,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
52,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
56,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
61,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
66,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
71,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
76,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
90,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
94,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
99,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
104,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
108,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
120,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
124,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
129,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
134,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
139,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
144,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
149,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
154,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
159,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
164,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
186,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
188,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
192,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
194,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
197,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
200,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
206,Maschio in mur.ordinaria,000001,000011
209,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
212,Maschio in mur.ordinaria,000001,000011
215,Maschio in mur.ordinaria,000001,000011
218,Maschio in mur.ordinaria,000001,000011

220,Maschio in mur.ordinaria,000001,000011
249,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
253,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
258,Maschio in mur.ordinaria,000001,000011
263,Maschio in mur.ordinaria,000001,000011
268,Maschio in mur.ordinaria,000001,000011
273,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
287,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
291,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
296,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
301,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
304,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
320,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
324,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
329,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
334,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
339,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
344,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
349,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
354,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
359,Maschio in mur.ordinaria,000011,000001
364,Maschio in mur.ordinaria,000011,000001
395,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
397,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
400,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
403,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
651,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
655,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001

- Al termine della curva intermedia n° 7

Aste che divengono (o sono già divenute) non reagenti assialmente:

-

Aste che raggiungono (o hanno già raggiunto) il limite ultimo (complanare):

225,Maschio in mur.ordinaria
229,Maschio in mur.ordinaria
234,Maschio in mur.ordinaria
239,Maschio in mur.ordinaria
291,Maschio in mur.ordinaria
296,Maschio in mur.ordinaria
308,Maschio in mur.ordinaria
386,Maschio in mur.ordinaria
389,Maschio in mur.ordinaria

Aste che raggiungono (o hanno già raggiunto) il limite ultimo (ortogonale):

-

Aste non ancora al limite ultimo, ma con degrado vincolare:

1,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
4,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
7,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
11,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
15,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
19,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
28,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
32,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
37,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
42,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
52,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
56,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
61,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
66,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
71,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
76,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
90,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
94,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
99,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
104,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
108,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
120,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
124,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
129,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
134,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
139,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
144,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
149,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
154,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
159,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
164,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
186,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
188,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
192,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
194,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
197,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
200,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001

206,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
209,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
212,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
215,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
218,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
220,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
249,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
253,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
258,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
263,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
268,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
273,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
287,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
301,Maschio in mur.ordinaria,000001,000011
304,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
320,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
324,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
329,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
334,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
339,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
344,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
349,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
354,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
359,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
364,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
395,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
397,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
400,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
403,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
651,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
655,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001

- Al termine della curva intermedia n° 8

Aste che divengono (o sono già divenute) non reagenti assialmente:

-

Aste che raggiungono (o hanno già raggiunto) il limite ultimo (complanare):

225,Maschio in mur.ordinaria
229,Maschio in mur.ordinaria
234,Maschio in mur.ordinaria
239,Maschio in mur.ordinaria
287,Maschio in mur.ordinaria
291,Maschio in mur.ordinaria
296,Maschio in mur.ordinaria
308,Maschio in mur.ordinaria
386,Maschio in mur.ordinaria
389,Maschio in mur.ordinaria

Aste che raggiungono (o hanno già raggiunto) il limite ultimo (ortogonale):

-

Aste non ancora al limite ultimo, ma con degrado vincolare:

1,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
4,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
7,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
11,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
15,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
19,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
28,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
32,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
37,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
42,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
52,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
56,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
61,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
66,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
71,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
76,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
90,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
94,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
99,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
104,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
108,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
120,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
124,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
129,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
134,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
139,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
144,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
149,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
154,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
159,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
164,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
186,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
188,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001

192,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
194,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
197,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
200,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
206,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
209,Maschio in mur.ordinaria,000011,000001
212,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
215,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
218,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
220,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
249,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
253,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
258,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
263,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
268,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
273,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
301,Maschio in mur.ordinaria,000001,000011
304,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
320,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
324,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
329,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
334,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
339,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
344,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
349,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
354,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
359,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
364,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
395,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
397,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
400,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
403,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
651,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
655,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001

- Al termine della curva intermedia n° 9

Aste che divengono (o sono già divenute) non reagenti assialmente:

-

Aste che raggiungono (o hanno già raggiunto) il limite ultimo (complanare):

225,Maschio in mur.ordinaria
229,Maschio in mur.ordinaria
234,Maschio in mur.ordinaria
239,Maschio in mur.ordinaria
287,Maschio in mur.ordinaria
291,Maschio in mur.ordinaria
296,Maschio in mur.ordinaria
301,Maschio in mur.ordinaria
308,Maschio in mur.ordinaria
386,Maschio in mur.ordinaria
389,Maschio in mur.ordinaria

Aste che raggiungono (o hanno già raggiunto) il limite ultimo (ortogonale):

-

Aste non ancora al limite ultimo, ma con degrado vincolare:

1,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
4,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
7,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
11,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
15,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
19,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
28,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
32,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
37,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
42,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
52,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
56,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
61,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
66,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
71,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
76,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
90,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
94,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
99,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
104,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
108,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
120,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
124,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
129,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
134,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
139,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
144,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
149,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
154,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001

159,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
164,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
186,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
188,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
192,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
194,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
197,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
200,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
206,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
209,Maschio in mur.ordinaria,000011,000001
212,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
215,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
218,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
220,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
249,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
253,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
258,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
263,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
268,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
273,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
304,Maschio in mur.ordinaria,000011,000011
320,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
324,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
329,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
334,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
339,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
344,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
349,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
354,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
359,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
364,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
395,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
397,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
400,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
403,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
651,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
655,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001

- Al termine della curva intermedia n° 10

Aste che divengono (o sono già divenute) non reagenti assialmente:

-

Aste che raggiungono (o hanno già raggiunto) il limite ultimo (complanare):

225,Maschio in mur.ordinaria
229,Maschio in mur.ordinaria
234,Maschio in mur.ordinaria
239,Maschio in mur.ordinaria
287,Maschio in mur.ordinaria
291,Maschio in mur.ordinaria
296,Maschio in mur.ordinaria
301,Maschio in mur.ordinaria
304,Maschio in mur.ordinaria
308,Maschio in mur.ordinaria
386,Maschio in mur.ordinaria
389,Maschio in mur.ordinaria

Aste che raggiungono (o hanno già raggiunto) il limite ultimo (ortogonale):

-

Aste non ancora al limite ultimo, ma con degrado vincolare:

1,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
4,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
7,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
11,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
15,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
19,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
28,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
32,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
37,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
42,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
52,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
56,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
61,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
66,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
71,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
76,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
90,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
94,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
99,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
104,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
108,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
120,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
124,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
129,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
134,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001

139,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
144,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
149,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
154,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
159,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
164,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
186,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
188,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
192,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
194,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
197,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
200,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
206,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
209,Maschio in mur.ordinaria,000011,000001
212,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
215,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
218,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
220,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
249,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
253,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
258,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
263,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
268,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
273,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
320,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
324,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
329,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
334,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
339,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
344,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
349,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
354,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
359,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
364,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
395,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
397,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
400,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
403,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
651,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
655,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001

- Al termine della curva intermedia n° 11

Aste che divengono (o sono già divenute) non reagenti assialmente:

-

Aste che raggiungono (o hanno già raggiunto) il limite ultimo (complanare):

209,Maschio in mur.ordinaria

225,Maschio in mur.ordinaria
229,Maschio in mur.ordinaria
234,Maschio in mur.ordinaria
239,Maschio in mur.ordinaria
287,Maschio in mur.ordinaria
291,Maschio in mur.ordinaria
296,Maschio in mur.ordinaria
301,Maschio in mur.ordinaria
304,Maschio in mur.ordinaria
308,Maschio in mur.ordinaria
386,Maschio in mur.ordinaria
389,Maschio in mur.ordinaria

Aste che raggiungono (o hanno già raggiunto) il limite ultimo (ortogonale):

-

Aste non ancora al limite ultimo, ma con degrado vincolare:

1,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
4,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
7,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
11,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
15,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
19,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
28,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
32,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
37,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
42,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
52,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
56,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
61,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
66,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
71,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
76,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
90,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
94,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
99,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
104,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
108,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001

120,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
124,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
129,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
134,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
139,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
144,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
149,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
154,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
159,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
164,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
186,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
188,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
192,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
194,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
197,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
200,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
206,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
212,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
215,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
218,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
220,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
249,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
253,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
258,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
263,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
268,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
273,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
320,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
324,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
329,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
334,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
339,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
344,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
349,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
354,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
359,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
364,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
395,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
397,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
400,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
403,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
651,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001
655,Maschio in mur.ordinaria,000001,000001

VERIFICA A PRESSOFLESSIONE NEL PIANO (§7.8.2.2.1)
(elenco per ordine di plasticizzazione)

N.	Sotto	Passo	Tip.	n/e	Sez.	P	p	f _m	F _C	f _d	Nu	Mu	M	C.Sic.	
	curva				(kN)	(N/mm ²)		(N/mm ²)		(N/mm ²)	(kN)		(kN m)	(kN m)	

291	1	7	M	e	S	5.51	0.010	2.000	1.00	2.000	714.00	1.91	2.12	0.903	
296	1	9	M	e	S	8.36	0.020	2.000	1.00	2.000	715.02	2.90	3.13	0.925	
249	1	11	M	e	S	3.87	0.010	2.000	1.00	2.000	550.80	1.15	-1.20	0.961	
301	1	12	M	e	S	8.49	0.010	2.000	1.00	2.000	1060.80	4.38	4.74	0.924	
253	1	13	M	e	S	3.65	0.010	2.000	1.00	2.000	459.00	0.91	-1.00	0.905	
258	1	14	M	e	S	3.53	0.010	2.000	1.00	2.000	459.00	0.88	-0.96	0.912	
263	1	16	M	e	S	2.84	0.010	2.000	1.00	2.000	367.20	0.56	-0.57	0.989	
209	1	17	M	e	S	13.38	0.020	2.000	1.00	2.000	1377.00	9.94	10.19	0.975	
287	1	21	M	e	S	64.17	0.050	5.000	1.00	5.000	5100.00	63.36	65.46	0.968	
389	1	21	M	e	S	68.99	0.030	2.000	1.00	2.000	3488.40	128.49	131.79	0.975	
268	1	22	M	e	S	4.64	0.020	2.000	1.00	2.000	459.00	1.15	-1.16	0.990	
291	1	28	M	e	B	11.89	0.030	2.000	1.00	2.000	714.00	4.09	-4.20	0.974	
229	1	30	M	e	S	22.24	0.060	2.000	1.00	2.000	642.60	7.51	7.54	0.997	
225	1	31	M	e	S	15.75	0.050	2.000	1.00	2.000	550.80	4.59	4.66	0.985	
296	1	31	M	e	B	15.83	0.040	2.000	1.00	2.000	715.02	5.43	-5.51	0.985	
234	1	33	M	e	S	22.36	0.060	2.000	1.00	2.000	642.60	7.55	7.57	0.998	
273	1	34	M	e	S	7.24	0.020	2.000	1.00	2.000	550.80	2.14	-2.25	0.953	
253	1	37	M	e	B	7.07	0.030	2.000	1.00	2.000	459.00	1.74	1.82	0.956	
258	1	38	M	e	B	7.28	0.030	2.000	1.00	2.000	459.00	1.79	1.80	0.995	
249	1	39	M	e	B	7.52	0.020	2.000	1.00	2.000	550.80	2.23	2.31	0.963	
263	1	40	M	e	B	5.13	0.020	2.000	1.00	2.000	367.20	1.01	1.05	0.963	
386	1	41	M	e	S	213.01	0.050	2.000	1.00	2.000	7160.40	806.03	813.81	0.990	
364	1	42	M	e	S	3.36	0.010	2.000	1.00	2.000	624.24	1.14	-1.24	0.916	
206	1	43	M	e	S	76.95	0.030	2.000	1.00	2.000	4039.20	166.06	-168.54	0.985	
229	1	45	M	e	B	32.02	0.080	2.000	1.00	2.000	642.60	10.65	-10.85	0.981	
268	1	45	M	e	B	8.12	0.030	2.000	1.00	2.000	459.00	1.99	2.06	0.968	
301	1	46	M	e	B	19.35	0.030	2.000	1.00	2.000	1060.80	9.88	-10.24	0.965	
225	1	47	M	e	B	23.32	0.070	2.000	1.00	2.000	550.80	6.70	-7.01	0.956	
234	1	47	M	e	B	31.54	0.080	2.000	1.00	2.000	642.60	10.50	-10.81	0.971	
239	1	50	M	e	S	118.51	0.100	2.000	1.00	2.000	1927.80	116.79	117.54	0.994	
273	1	52	M	e	B	16.68	0.050	2.000	1.00	2.000	550.80	4.85	4.95	0.980	

389	1	55	M e B	266.44	0.130	2.000	1.00	2.000	3488.40	467.57	-472.40	0.990
287	1	56	M e B	121.77	0.100	5.000	1.00	5.000	5100.00	118.86	-120.98	0.982
209	1	58	M e B	77.24	0.100	2.000	1.00	2.000	1377.00	54.68	-68.00	0.804
304	1	59	M e S	73.90	0.180	2.000	1.00	2.000	714.00	23.19	26.70	0.868
304	1	60	M e B	102.88	0.240	2.000	1.00	2.000	714.00	30.82	-33.88	0.910
291	2	1	M e S	1.91	0.000	2.000	1.00	2.000	714.00	0.67	0.74	0.901
301	2	7	M e S	3.36	0.010	2.000	1.00	2.000	1060.80	1.74	1.76	0.990
249	2	8	M e S	1.42	0.000	2.000	1.00	2.000	550.80	0.42	-0.48	0.885
296	2	8	M e S	3.82	0.010	2.000	1.00	2.000	715.02	1.33	1.45	0.918
253	2	12	M e S	1.40	0.010	2.000	1.00	2.000	459.00	0.35	-0.38	0.918
258	2	14	M e S	1.16	0.000	2.000	1.00	2.000	459.00	0.29	-0.30	0.964
263	2	17	M e S	0.65	0.000	2.000	1.00	2.000	367.20	0.13	-0.15	0.865
291	2	20	M e B	6.95	0.020	2.000	1.00	2.000	714.00	2.41	-2.51	0.960
268	2	22	M e S	1.54	0.010	2.000	1.00	2.000	459.00	0.38	-0.42	0.914
296	2	23	M e B	10.67	0.030	2.000	1.00	2.000	715.02	3.68	-3.76	0.980
364	2	24	M e S	0.18	0.000	2.000	1.00	2.000	624.24	0.06	-0.07	0.874
249	2	27	M e B	4.97	0.020	2.000	1.00	2.000	550.80	1.48	1.57	0.941
253	2	28	M e B	4.88	0.020	2.000	1.00	2.000	459.00	1.21	1.21	0.998
258	2	29	M e B	4.64	0.020	2.000	1.00	2.000	459.00	1.15	1.21	0.949
225	2	30	M e S	11.83	0.040	2.000	1.00	2.000	550.80	3.47	3.56	0.975
301	2	30	M e B	15.87	0.030	2.000	1.00	2.000	1060.80	8.13	-8.15	0.997
273	2	31	M e S	4.73	0.010	2.000	1.00	2.000	550.80	1.41	-1.44	0.977
209	2	32	M e B	77.24	0.100	2.000	1.00	2.000	1377.00	54.68	-54.79	0.998
263	2	32	M e B	3.50	0.020	2.000	1.00	2.000	367.20	0.69	0.71	0.977
229	2	33	M e S	18.42	0.050	2.000	1.00	2.000	642.60	6.26	6.36	0.985
234	2	34	M e S	19.29	0.050	2.000	1.00	2.000	642.60	6.55	6.58	0.995
268	2	35	M e B	6.21	0.020	2.000	1.00	2.000	459.00	1.53	1.56	0.982
225	2	36	M e B	22.58	0.070	2.000	1.00	2.000	550.80	6.50	-6.50	0.999
229	2	37	M e B	31.50	0.080	2.000	1.00	2.000	642.60	10.48	-10.57	0.992
304	2	37	M e S	85.51	0.200	2.000	1.00	2.000	714.00	26.34	26.48	0.995
304	2	37	M e B	113.76	0.270	2.000	1.00	2.000	714.00	33.47	-33.77	0.991
234	2	38	M e B	32.74	0.090	2.000	1.00	2.000	642.60	10.88	-11.15	0.975
209	2	39	M e S	13.38	0.020	2.000	1.00	2.000	1377.00	9.94	10.19	0.975
287	2	40	M e S	74.61	0.060	5.000	1.00	5.000	5100.00	73.52	75.71	0.971
287	2	40	M e B	142.33	0.120	5.000	1.00	5.000	5100.00	138.36	-140.14	0.987
291	3	5	M e S	2.12	0.010	2.000	1.00	2.000	714.00	0.74	0.80	0.925
249	3	8	M e S	2.22	0.010	2.000	1.00	2.000	550.80	0.66	-0.70	0.948
296	3	12	M e S	4.54	0.010	2.000	1.00	2.000	715.02	1.58	1.63	0.970
301	3	13	M e S	3.84	0.010	2.000	1.00	2.000	1060.80	1.99	2.09	0.952
253	3	14	M e S	2.39	0.010	2.000	1.00	2.000	459.00	0.59	-0.65	0.914
258	3	17	M e S	2.46	0.010	2.000	1.00	2.000	459.00	0.61	-0.63	0.971
263	3	19	M e S	1.92	0.010	2.000	1.00	2.000	367.20	0.38	-0.40	0.955
359	3	19	M e S	55.25	0.080	2.000	1.00	2.000	1211.76	34.80	34.91	0.997
291	3	21	M e B	8.33	0.020	2.000	1.00	2.000	714.00	2.88	-2.90	0.994
209	3	22	M e B	77.24	0.100	2.000	1.00	2.000	1377.00	54.68	-54.81	0.998
354	3	22	M e S	61.08	0.080	2.000	1.00	2.000	1239.30	39.20	39.24	0.999
268	3	23	M e S	4.51	0.020	2.000	1.00	2.000	459.00	1.12	-1.15	0.971
249	3	24	M e B	8.15	0.030	2.000	1.00	2.000	550.80	2.41	2.43	0.991
389	3	25	M e B	258.38	0.130	2.000	1.00	2.000	3488.40	454.56	-456.55	0.996
253	3	26	M e B	7.97	0.030	2.000	1.00	2.000	459.00	1.96	2.01	0.974
296	3	27	M e B	12.28	0.030	2.000	1.00	2.000	715.02	4.23	-4.24	0.998
349	3	27	M e S	65.96	0.090	2.000	1.00	2.000	1239.30	42.15	42.62	0.989
206	3	28	M e S	77.07	0.030	2.000	1.00	2.000	4039.20	166.32	-167.00	0.996
209	3	28	M e S	13.38	0.020	2.000	1.00	2.000	1377.00	9.94	10.02	0.992
258	3	28	M e B	8.50	0.030	2.000	1.00	2.000	459.00	2.09	2.20	0.948
225	3	29	M e S	13.50	0.040	2.000	1.00	2.000	550.80	3.95	4.09	0.966
329	3	29	M e S	19.11	0.060	2.000	1.00	2.000	550.80	5.53	5.77	0.959
344	3	30	M e S	69.97	0.100	2.000	1.00	2.000	1239.30	44.56	45.95	0.970
263	3	31	M e B	7.23	0.030	2.000	1.00	2.000	367.20	1.42	1.44	0.984
324	3	31	M e S	20.24	0.060	2.000	1.00	2.000	550.80	5.85	6.06	0.965
229	3	33	M e S	21.03	0.060	2.000	1.00	2.000	642.60	7.12	7.24	0.983
268	3	33	M e B	12.74	0.050	2.000	1.00	2.000	459.00	3.10	3.22	0.962
273	3	33	M e B	26.66	0.080	2.000	1.00	2.000	550.80	7.61	7.81	0.975
339	3	33	M e S	78.86	0.110	2.000	1.00	2.000	1239.30	49.84	50.87	0.980
273	3	34	M e S	12.18	0.040	2.000	1.00	2.000	550.80	3.57	-3.68	0.971
334	3	34	M e S	117.59	0.100	2.000	1.00	2.000	1973.70	118.88	119.83	0.992
225	3	35	M e B	25.12	0.080	2.000	1.00	2.000	550.80	7.19	-7.32	0.983
291	4	8	M e S	2.02	0.000	2.000	1.00	2.000	714.00	0.70	0.89	0.792
249	4	9	M e S	2.16	0.010	2.000	1.00	2.000	550.80	0.65	-0.71	0.909
296	4	12	M e S	4.68	0.010	2.000	1.00	2.000	715.02	1.63	1.79	0.910
253	4	13	M e S	2.62	0.010	2.000	1.00	2.000	459.00	0.65	-0.66	0.987
301	4	13	M e S	4.34	0.010	2.000	1.00	2.000	1060.80	2.25	2.39	0.940
258	4	16	M e S	2.75	0.010	2.000	1.00	2.000	459.00	0.68	-0.72	0.949
329	4	16	M e S	17.04	0.050	2.000	1.00	2.000	550.80	4.95	5.12	0.968
334	4	18	M e S	112.06	0.100	2.000	1.00	2.000	1973.70	113.62	113.80	0.998
339	4	18	M e S	74.95	0.100	2.000	1.00	2.000	1239.30	47.53	47.66	0.997
344	4	18	M e S	64.96	0.090	2.000	1.00	2.000	1239.30	41.55	42.46	0.979
324	4	19	M e S	20.57	0.060	2.000	1.00	2.000	550.80	5.94	6.14	0.968
349	4	19	M e S	60.96	0.080	2.000	1.00	2.000	1239.30	39.12	40.40	0.968
263	4	20	M e S	2.77	0.010	2.000	1.00	2.000	367.20	0.55	-0.55	1.000
354	4	20	M e S	57.37	0.080	2.000	1.00	2.000	1239.30	36.93	38.10	0.969
209	4	21	M e B	77.24	0.100	2.000	1.00	2.000	1377.00	54.68	-56.20	0.973

320	4	22	M e S	19.73	0.080	2.000	1.00	2.000	413.10	4.23	4.38	0.965
359	4	22	M e S	58.55	0.080	2.000	1.00	2.000	1211.76	36.78	36.90	0.997
359	4	22	M e B	99.34	0.140	2.000	1.00	2.000	1211.76	60.19	-60.32	0.998
354	4	23	M e B	100.68	0.140	2.000	1.00	2.000	1239.30	62.44	-62.98	0.991
206	4	25	M e S	77.23	0.030	2.000	1.00	2.000	4039.20	166.66	-166.92	0.998
291	4	25	M e B	8.81	0.020	2.000	1.00	2.000	714.00	3.05	-3.22	0.946
249	4	26	M e B	8.27	0.030	2.000	1.00	2.000	550.80	2.44	2.58	0.947
349	4	26	M e B	105.85	0.150	2.000	1.00	2.000	1239.30	65.35	-66.72	0.979
329	4	27	M e B	31.96	0.100	2.000	1.00	2.000	550.80	9.03	-9.42	0.959
209	4	28	M e S	13.38	0.020	2.000	1.00	2.000	1377.00	9.94	10.14	0.980
215	4	28	M e S	104.55	0.100	2.000	1.00	2.000	1744.20	93.37	-93.46	0.999
253	4	28	M e B	8.83	0.030	2.000	1.00	2.000	459.00	2.17	2.18	0.993
268	4	28	M e S	5.91	0.020	2.000	1.00	2.000	459.00	1.46	-1.48	0.985
344	4	28	M e B	110.18	0.150	2.000	1.00	2.000	1239.30	67.76	-70.66	0.959
225	4	29	M e S	14.47	0.040	2.000	1.00	2.000	550.80	4.23	4.23	0.999
339	4	29	M e B	120.75	0.170	2.000	1.00	2.000	1239.30	73.56	-75.50	0.974
364	4	29	M e B	47.00	0.130	2.000	1.00	2.000	624.24	14.78	-14.99	0.986
212	4	30	M e S	91.22	0.100	2.000	1.00	2.000	1605.58	75.24	-76.89	0.979
218	4	30	M e S	110.71	0.110	2.000	1.00	2.000	1743.28	98.44	-99.30	0.991
324	4	30	M e B	38.07	0.120	2.000	1.00	2.000	550.80	10.63	-10.88	0.977
258	4	31	M e B	9.76	0.040	2.000	1.00	2.000	459.00	2.39	2.47	0.967
296	4	31	M e B	13.25	0.030	2.000	1.00	2.000	715.02	4.56	-4.63	0.984
220	4	32	M e S	107.24	0.110	2.000	1.00	2.000	1606.50	87.57	-88.61	0.988
229	4	32	M e S	22.48	0.060	2.000	1.00	2.000	642.60	7.59	7.71	0.985
263	4	33	M e B	8.68	0.040	2.000	1.00	2.000	367.20	1.69	1.76	0.963
273	4	33	M e B	30.74	0.090	2.000	1.00	2.000	550.80	8.71	8.94	0.974
268	4	34	M e B	15.46	0.060	2.000	1.00	2.000	459.00	3.73	3.78	0.988
225	4	35	M e B	26.34	0.080	2.000	1.00	2.000	550.80	7.52	-7.68	0.980
304	4	35	M e S	71.83	0.170	2.000	1.00	2.000	714.00	22.61	22.65	0.998
320	4	35	M e B	34.05	0.140	2.000	1.00	2.000	413.10	7.03	-7.06	0.996
229	4	36	M e B	36.06	0.100	2.000	1.00	2.000	642.60	11.91	-12.08	0.986
234	4	36	M e S	24.67	0.070	2.000	1.00	2.000	642.60	8.30	8.48	0.979
291	5	4	M e S	2.46	0.010	2.000	1.00	2.000	714.00	0.86	0.88	0.975
249	5	5	M e S	1.68	0.010	2.000	1.00	2.000	550.80	0.50	-0.63	0.798
296	5	6	M e S	5.10	0.010	2.000	1.00	2.000	715.02	1.77	1.78	0.997
301	5	8	M e S	4.57	0.010	2.000	1.00	2.000	1060.80	2.37	2.45	0.966
253	5	9	M e S	2.18	0.010	2.000	1.00	2.000	459.00	0.54	-0.59	0.919
258	5	14	M e S	2.10	0.010	2.000	1.00	2.000	459.00	0.52	-0.55	0.950
291	5	16	M e B	9.26	0.020	2.000	1.00	2.000	714.00	3.20	-3.24	0.987
263	5	17	M e S	1.91	0.010	2.000	1.00	2.000	367.20	0.38	-0.41	0.927
209	5	18	M e B	77.24	0.100	2.000	1.00	2.000	1377.00	54.68	-55.21	0.990
329	5	19	M e S	14.98	0.050	2.000	1.00	2.000	550.80	4.37	4.54	0.963
249	5	20	M e B	6.70	0.020	2.000	1.00	2.000	550.80	1.99	2.09	0.950
296	5	20	M e B	13.61	0.030	2.000	1.00	2.000	715.02	4.68	-4.68	1.000
304	5	22	M e S	71.11	0.170	2.000	1.00	2.000	714.00	22.41	22.63	0.990
209	5	23	M e S	13.38	0.020	2.000	1.00	2.000	1377.00	9.94	10.10	0.984
253	5	23	M e B	7.33	0.030	2.000	1.00	2.000	459.00	1.80	1.87	0.964
320	5	23	M e S	19.81	0.080	2.000	1.00	2.000	413.10	4.24	4.27	0.994
344	5	23	M e B	112.54	0.150	2.000	1.00	2.000	1239.30	69.07	-69.23	0.998
364	5	23	M e B	44.43	0.120	2.000	1.00	2.000	624.24	14.03	-14.42	0.973
206	5	24	M e S	77.11	0.030	2.000	1.00	2.000	4039.20	166.40	-168.94	0.985
212	5	24	M e S	91.12	0.100	2.000	1.00	2.000	1605.58	75.16	-76.03	0.989
215	5	24	M e S	104.50	0.100	2.000	1.00	2.000	1744.20	93.33	-94.02	0.993
218	5	24	M e S	110.69	0.110	2.000	1.00	2.000	1743.28	98.43	-99.70	0.987
220	5	24	M e S	107.31	0.110	2.000	1.00	2.000	1606.50	87.62	-88.66	0.988
324	5	24	M e S	21.11	0.070	2.000	1.00	2.000	550.80	6.09	6.10	0.998
324	5	24	M e B	38.94	0.120	2.000	1.00	2.000	550.80	10.86	-10.90	0.996
329	5	24	M e B	32.47	0.100	2.000	1.00	2.000	550.80	9.17	-9.34	0.981
339	5	24	M e B	123.68	0.170	2.000	1.00	2.000	1239.30	75.15	-76.03	0.988
268	5	25	M e S	4.61	0.020	2.000	1.00	2.000	459.00	1.14	-1.18	0.967
320	5	25	M e B	34.23	0.140	2.000	1.00	2.000	413.10	7.06	-7.16	0.987
344	5	25	M e S	71.15	0.100	2.000	1.00	2.000	1239.30	45.27	46.13	0.981
349	5	25	M e S	67.59	0.090	2.000	1.00	2.000	1239.30	43.14	43.34	0.995
349	5	25	M e B	109.38	0.150	2.000	1.00	2.000	1239.30	67.32	-68.91	0.977
359	5	25	M e B	102.00	0.140	2.000	1.00	2.000	1211.76	61.65	-62.02	0.994
304	5	26	M e B	103.33	0.250	2.000	1.00	2.000	714.00	30.93	-31.23	0.990
339	5	26	M e S	82.48	0.110	2.000	1.00	2.000	1239.30	51.97	52.95	0.981
354	5	26	M e S	64.57	0.090	2.000	1.00	2.000	1239.30	41.31	41.57	0.994
354	5	26	M e B	106.36	0.150	2.000	1.00	2.000	1239.30	65.63	-67.24	0.976
359	5	27	M e S	61.70	0.090	2.000	1.00	2.000	1211.76	38.65	39.06	0.989
291	6	4	M e S	2.47	0.010	2.000	1.00	2.000	714.00	0.86	0.88	0.979
249	6	5	M e S	1.67	0.010	2.000	1.00	2.000	550.80	0.50	-0.58	0.861
296	6	6	M e S	5.13	0.010	2.000	1.00	2.000	715.02	1.79	1.79	0.997
301	6	8	M e S	4.65	0.010	2.000	1.00	2.000	1060.80	2.41	2.46	0.979
253	6	10	M e S	1.96	0.010	2.000	1.00	2.000	459.00	0.49	-0.53	0.921
258	6	15	M e S	1.96	0.010	2.000	1.00	2.000	459.00	0.49	-0.54	0.904
291	6	17	M e B	9.27	0.020	2.000	1.00	2.000	714.00	3.20	-3.26	0.982
263	6	18	M e S	2.10	0.010	2.000	1.00	2.000	367.20	0.42	-0.42	0.994
209	6	19	M e B	77.24	0.100	2.000	1.00	2.000	1377.00	54.68	-55.21	0.990
249	6	20	M e B	6.28	0.020	2.000	1.00	2.000	550.80	1.86	1.94	0.960
296	6	20	M e B	13.25	0.030	2.000	1.00	2.000	715.02	4.56	-4.69	0.972
329	6	21	M e S	15.63	0.050	2.000	1.00	2.000	550.80	4.56	4.66	0.978

	304		6		22		M		e		S		72.05		0.170		2.000		1.00		2.000		714.00		22.67		22.74		0.997	
	253		6		23		M		e		B		7.15		0.030		2.000		1.00		2.000		459.00		1.76		1.83		0.962	
	304		6		24		M		e		B		102.72		0.240		2.000		1.00		2.000		714.00		30.78		-30.96		0.994	
	364		6		24		M		e		B		43.52		0.120		2.000		1.00		2.000		624.24		13.77		-13.96		0.986	
	209		6		25		M		e		S		13.38		0.020		2.000		1.00		2.000		1377.00		9.94		10.07		0.987	
	268		6		25		M		e		S		4.46		0.020		2.000		1.00		2.000		459.00		1.10		-1.11		0.995	
	329		6		25		M		e		B		32.51		0.100		2.000		1.00		2.000		550.80		9.18		-9.20		0.998	
	206		6		26		M		e		S		77.08		0.030		2.000		1.00		2.000		4039.20		166.34		-168.04		0.990	
	212		6		26		M		e		S		91.10		0.100		2.000		1.00		2.000		1605.58		75.15		-76.07		0.988	
	215		6		26		M		e		S		104.47		0.100		2.000		1.00		2.000		1744.20		93.30		-93.47		0.998	
	218		6		26		M		e		S		110.67		0.110		2.000		1.00		2.000		1743.28		98.41		-99.26		0.991	
	220		6		26		M		e		S		107.29		0.110		2.000		1.00		2.000		1606.50		87.61		-88.29		0.992	
	320		6		26		M		e		S		20.03		0.080		2.000		1.00		2.000		413.10		4.29		4.31		0.995	
	320		6		26		M		e		B		34.40		0.140		2.000		1.00		2.000		413.10		7.10		-7.15		0.992	
	339		6		26		M		e		B		124.79		0.170		2.000		1.00		2.000		1239.30		75.75		-75.76		1.000	
	344		6		26		M		e		S		71.82		0.100		2.000		1.00		2.000		1239.30		45.67		46.11		0.990	
	344		6		26		M		e		B		113.61		0.160		2.000		1.00		2.000		1239.30		69.66		-69.92		0.996	
	349		6		26		M		e		B		110.05		0.150		2.000		1.00		2.000		1239.30		67.69		-67.80		0.998	
	324		6		27		M		e		B		39.36		0.120		2.000		1.00		2.000		550.80		10.96		-11.09		0.989	
	339		6		28		M		e		S		83.52		0.110		2.000		1.00		2.000		1239.30		52.58		53.13		0.990	
	349		6		28		M		e		S		68.67		0.090		2.000		1.00		2.000		1239.30		43.78		44.19		0.991	
	354		6		28		M		e		B		107.21		0.150		2.000		1.00		2.000		1239.30		66.11		-67.01		0.987	
	359		6		28		M		e		B		102.80		0.140		2.000		1.00		2.000		1211.76		62.09		-62.97		0.986	
	301		6		29		M		e		B		22.84		0.040		2.000		1.00		2.000		1060.80		11.62		-12.45		0.933	
	324		6		29		M		e		S		21.64		0.070		2.000		1.00		2.000		550.80		6.24		6.30		0.990	
	354		6		30		M		e		S		65.99		0.090		2.000		1.00		2.000		1239.30		42.17		42.25		0.998	
	291		7		1		M		e		S		2.98		0.010		2.000		1.00		2.000		714.00		1.04		1.20		0.866	
	304		7		2		M		e		S		39.88		0.090		2.000		1.00		2.000		714.00		13.18		14.00		0.941	
	296		7		3		M		e		S		6.02		0.010		2.000		1.00		2.000		715.02		2.09		2.40		0.872	
	304		7		4		M		e		B		69.14		0.160		2.000		1.00		2.000		714.00		21.86		-23.62		0.925	
	301		7		5		M		e		S		6.81		0.010		2.000		1.00		2.000		1060.80		3.52		4.32		0.814	
	291		7		6		M		e		B		12.16		0.030		2.000		1.00		2.000		714.00		4.18		-4.23		0.989	
	304		8		1		M		e		S		39.85		0.090		2.000		1.00		2.000		714.00		13.17		13.49		0.976	
	304		8		2		M		e		B		69.10		0.160		2.000		1.00		2.000		714.00		21.84		-23.25		0.940	
	301		8		3		M		e		S		8.12		0.010		2.000		1.00		2.000		1060.80		4.19		4.42		0.948	
	209		8		4		M		e		B		77.24		0.100		2.000		1.00		2.000		1377.00		54.68		-57.34		0.954	
	304		9		1		M		e		S		39.22		0.090		2.000		1.00		2.000		714.00		12.97		13.99		0.927	
	304		9		2		M		e		B		68.16		0.160		2.000		1.00		2.000		714.00		21.58		-23.43		0.921	
	209		9		3		M		e		B		77.24		0.100		2.000		1.00		2.000		1377.00		54.68		-57.88		0.945	
	304		10		1		M		e		S		39.12		0.090		2.000		1.00		2.000		714.00		12.94		13.19		0.981	
	304		10		2		M		e		B		68.04		0.160		2.000		1.00		2.000		714.00		21.54		-21.96		0.981	
	209		10		3		M		e		B		77.24		0.100		2.000		1.00		2.000		1377.00		54.68		-56.37		0.970	
	209		11		1		M		e		B		77.24		0.100		2.000		1.00		2.000		1377.00		54.68		-56.14		0.974	
	209		11		2		M		e		S		13.38		0.020		2.000		1.00		2.000		1377.00		9.94		10.21		0.973	

VERIFICA A PRESSOFLESSIONE NEL PIANO (§7.8.2.2.1)
(elenco per ordine degli elementi)

N.		Sotto		Passo		Tip.		n/e		Sez.		P		p		fm		F,C		fd		Nu		Mu		M		C.Sic.		
			curva					(kN)		(N/mm^2)		(N/mm^2)		(N/mm^2)		(N/mm^2)		(N/mm^2)		(N/mm^2)		(kN)		(kN)		(kN m)		(kN m)		
	206		1		43		M		e		S		76.95		0.030		2.000		1.00		2.000		4039.20		166.06		-168.54		0.985	
	206		3		28		M		e		S		77.07		0.030		2.000		1.00		2.000		4039.20		166.32		-167.00		0.996	
	206		4		25		M		e		S		77.23		0.030		2.000		1.00		2.000		4039.20		166.66		-166.92		0.998	
	206		5		24		M		e		S		77.11		0.030		2.000		1.00		2.000		4039.20		166.40		-168.94		0.985	
	206		6		26		M		e		S		77.08		0.030		2.000		1.00		2.000		4039.20		166.34		-168.04		0.990	
	209		1		17		M		e		S		13.38		0.020		2.000		1.00		2.000		1377.00		9.94		10.19		0.975	
	209		1		58		M		e		B		77.24		0.100		2.000		1.00		2.000		1377.00		54.68		-68.00		0.804	
	209		2		32		M		e		B		77.24		0.100		2.000		1.00		2.000		1377.00		54.68		-54.79		0.998	
	209		2		39		M		e		S		13.38		0.020		2.000		1.00		2.000		1377.00		9.94		10.19		0.975	
	209		3		22		M		e		B		77.24		0.100		2.000		1.00		2.000		1377.00		54.68		-54.81		0.998	
	209		3		28		M		e		S		13.38		0.020		2.000		1.00		2.000		1377.00		9.94		10.02		0.992	
	209		4		21		M		e		B		77.24		0.100		2.000		1.00		2.000		1377.00		54.68		-56.20		0.973	
	209		4		28		M		e		S		13.38		0.020		2.000		1.00		2.000		1377.00		9.94		10.14		0.980	
	209		5		18		M		e		B		77.24		0.100		2.000		1.00		2.000		1377.00		54.68		-55.21		0.990	
	209		5		23		M		e		S		13.38		0.020		2.000		1.00		2.000		1377.00		9.94		10.10		0.984	
	209		6		19		M		e		B		77.24		0.100		2.000		1.00		2.000		1377.00		54.68		-55.21		0.990	
	209		6		25		M		e		S		13.38		0.020		2.000		1.00		2.000		1377.00		9.94		10.07		0.987	
	209		8		4		M		e		B		77.24		0.100		2.000		1.00		2.000		1377.00		54.68		-57.34		0.954	
	209		9		3		M		e		B		77.24		0.100		2.000		1.00		2.000		1377.00		54.68		-57.88		0.945	
	209		10		3		M		e		B		77.24		0.100		2.000		1.00		2.000		1377.00		54.68		-56.37		0.970	
	209		11		1		M		e		B		77.24		0.100		2.000		1.00		2.000		1377.00		54.68		-56.14		0.974	
	209		11		2		M		e		S		13.38		0.020		2.000		1.00		2.000		1377.00		9.94		10.21		0.973	
	212		4		30		M		e		S		91.22		0.100		2.000		1.00		2.000		1605.58		75.24		-76.89		0.979	
	212		5		24		M		e		S		91.12		0.100		2.000		1.00		2.000		1605.58		75.16		-76.03		0.989	
	212		6		26		M		e		S		91.10		0.100		2.000		1.00		2.000		1605.58		75.15		-76.07		0.988	
	215		4		28		M		e		S		104.55		0.100		2.000		1.00		2.000		1744.20		93.37		-93.46		0.999	
	215		5		24		M		e		S		104.50		0.100		2.000		1.00		2.000		1744.20		93.33		-94.02		0.993	
	215		6		26		M		e		S		104.47		0.100		2.000		1.00		2.000		1744.20		93.30		-93.47		0.998	

218	4	30	M e S	110.71	0.110	2.000	1.00	2.000	1743.28	98.44	-99.30	0.991
218	5	24	M e S	110.69	0.110	2.000	1.00	2.000	1743.28	98.43	-99.70	0.987
218	6	26	M e S	110.67	0.110	2.000	1.00	2.000	1743.28	98.41	-99.26	0.991
220	4	32	M e S	107.24	0.110	2.000	1.00	2.000	1606.50	87.57	-88.61	0.988
220	5	24	M e S	107.31	0.110	2.000	1.00	2.000	1606.50	87.62	-88.66	0.988
220	6	26	M e S	107.29	0.110	2.000	1.00	2.000	1606.50	87.61	-88.29	0.992
225	1	31	M e S	15.75	0.050	2.000	1.00	2.000	550.80	4.59	4.66	0.985
225	1	47	M e B	23.32	0.070	2.000	1.00	2.000	550.80	6.70	-7.01	0.956
225	2	30	M e S	11.83	0.040	2.000	1.00	2.000	550.80	3.47	3.56	0.975
225	2	36	M e B	22.58	0.070	2.000	1.00	2.000	550.80	6.50	-6.50	0.999
225	3	29	M e S	13.50	0.040	2.000	1.00	2.000	550.80	3.95	4.09	0.966
225	3	35	M e B	25.12	0.080	2.000	1.00	2.000	550.80	7.19	-7.32	0.983
225	4	29	M e S	14.47	0.040	2.000	1.00	2.000	550.80	4.23	4.23	0.999
225	4	35	M e B	26.34	0.080	2.000	1.00	2.000	550.80	7.52	-7.68	0.980
229	1	30	M e S	22.24	0.060	2.000	1.00	2.000	642.60	7.51	7.54	0.997
229	1	45	M e B	32.02	0.080	2.000	1.00	2.000	642.60	10.65	-10.85	0.981
229	2	33	M e S	18.42	0.050	2.000	1.00	2.000	642.60	6.26	6.36	0.985
229	2	37	M e B	31.50	0.080	2.000	1.00	2.000	642.60	10.48	-10.57	0.992
229	3	33	M e S	21.03	0.060	2.000	1.00	2.000	642.60	7.12	7.24	0.983
229	4	32	M e S	22.48	0.060	2.000	1.00	2.000	642.60	7.59	7.71	0.985
229	4	36	M e B	36.06	0.100	2.000	1.00	2.000	642.60	11.91	-12.08	0.986
234	1	33	M e S	22.36	0.060	2.000	1.00	2.000	642.60	7.55	7.57	0.998
234	1	47	M e B	31.54	0.080	2.000	1.00	2.000	642.60	10.50	-10.81	0.971
234	2	34	M e S	19.29	0.050	2.000	1.00	2.000	642.60	6.55	6.58	0.995
234	2	38	M e B	32.74	0.090	2.000	1.00	2.000	642.60	10.88	-11.15	0.975
234	4	36	M e S	24.67	0.070	2.000	1.00	2.000	642.60	8.30	8.48	0.979
239	1	50	M e S	118.51	0.100	2.000	1.00	2.000	1927.80	116.79	117.54	0.994
249	1	11	M e S	3.87	0.010	2.000	1.00	2.000	550.80	1.15	-1.20	0.961
249	1	39	M e B	7.52	0.020	2.000	1.00	2.000	550.80	2.23	2.31	0.963
249	2	8	M e S	1.42	0.000	2.000	1.00	2.000	550.80	0.42	-0.48	0.885
249	2	27	M e B	4.97	0.020	2.000	1.00	2.000	550.80	1.48	1.57	0.941
249	3	8	M e S	2.22	0.010	2.000	1.00	2.000	550.80	0.66	-0.70	0.948
249	3	24	M e B	8.15	0.030	2.000	1.00	2.000	550.80	2.41	2.43	0.991
249	4	9	M e S	2.16	0.010	2.000	1.00	2.000	550.80	0.65	-0.71	0.909
249	4	26	M e B	8.27	0.030	2.000	1.00	2.000	550.80	2.44	2.58	0.947
249	5	5	M e S	1.68	0.010	2.000	1.00	2.000	550.80	0.50	-0.63	0.798
249	5	20	M e B	6.70	0.020	2.000	1.00	2.000	550.80	1.99	2.09	0.950
249	6	5	M e S	1.67	0.010	2.000	1.00	2.000	550.80	0.50	-0.58	0.861
249	6	20	M e B	6.28	0.020	2.000	1.00	2.000	550.80	1.86	1.94	0.960
253	1	13	M e S	3.65	0.010	2.000	1.00	2.000	459.00	0.91	-1.00	0.905
253	1	37	M e B	7.07	0.030	2.000	1.00	2.000	459.00	1.74	1.82	0.956
253	2	12	M e S	1.40	0.010	2.000	1.00	2.000	459.00	0.35	-0.38	0.918
253	2	28	M e B	4.88	0.020	2.000	1.00	2.000	459.00	1.21	1.21	0.998
253	3	14	M e S	2.39	0.010	2.000	1.00	2.000	459.00	0.59	-0.65	0.914
253	3	26	M e B	7.97	0.030	2.000	1.00	2.000	459.00	1.96	2.01	0.974
253	4	13	M e S	2.62	0.010	2.000	1.00	2.000	459.00	0.65	-0.66	0.987
253	4	28	M e B	8.83	0.030	2.000	1.00	2.000	459.00	2.17	2.18	0.993
253	5	9	M e S	2.18	0.010	2.000	1.00	2.000	459.00	0.54	-0.59	0.919
253	5	23	M e B	7.33	0.030	2.000	1.00	2.000	459.00	1.80	1.87	0.964
253	6	10	M e S	1.96	0.010	2.000	1.00	2.000	459.00	0.49	-0.53	0.921
253	6	23	M e B	7.15	0.030	2.000	1.00	2.000	459.00	1.76	1.83	0.962
258	1	14	M e S	3.53	0.010	2.000	1.00	2.000	459.00	0.88	-0.96	0.912
258	1	38	M e B	7.28	0.030	2.000	1.00	2.000	459.00	1.79	1.80	0.995
258	2	14	M e S	1.16	0.000	2.000	1.00	2.000	459.00	0.29	-0.30	0.964
258	2	29	M e B	4.64	0.020	2.000	1.00	2.000	459.00	1.15	1.21	0.949
258	3	17	M e S	2.46	0.010	2.000	1.00	2.000	459.00	0.61	-0.63	0.971
258	3	28	M e B	8.50	0.030	2.000	1.00	2.000	459.00	2.09	2.20	0.948
258	4	16	M e S	2.75	0.010	2.000	1.00	2.000	459.00	0.68	-0.72	0.949
258	4	31	M e B	9.76	0.040	2.000	1.00	2.000	459.00	2.39	2.47	0.967
258	5	14	M e S	2.10	0.010	2.000	1.00	2.000	459.00	0.52	-0.55	0.950
258	6	15	M e S	1.96	0.010	2.000	1.00	2.000	459.00	0.49	-0.54	0.904
263	1	16	M e S	2.84	0.010	2.000	1.00	2.000	367.20	0.56	-0.57	0.989
263	1	40	M e B	5.13	0.020	2.000	1.00	2.000	367.20	1.01	1.05	0.963
263	2	17	M e S	0.65	0.000	2.000	1.00	2.000	367.20	0.13	-0.15	0.865
263	2	32	M e B	3.50	0.020	2.000	1.00	2.000	367.20	0.69	0.71	0.977
263	3	19	M e S	1.92	0.010	2.000	1.00	2.000	367.20	0.38	-0.40	0.955
263	3	31	M e B	7.23	0.030	2.000	1.00	2.000	367.20	1.42	1.44	0.984
263	4	20	M e S	2.77	0.010	2.000	1.00	2.000	367.20	0.55	-0.55	1.000
263	4	33	M e B	8.68	0.040	2.000	1.00	2.000	367.20	1.69	1.76	0.963
263	5	17	M e S	1.91	0.010	2.000	1.00	2.000	367.20	0.38	-0.41	0.927
263	6	18	M e S	2.10	0.010	2.000	1.00	2.000	367.20	0.42	-0.42	0.994
268	1	22	M e S	4.64	0.020	2.000	1.00	2.000	459.00	1.15	-1.16	0.990
268	1	45	M e B	8.12	0.030	2.000	1.00	2.000	459.00	1.99	2.06	0.968
268	2	22	M e S	1.54	0.010	2.000	1.00	2.000	459.00	0.38	-0.42	0.914
268	2	35	M e B	6.21	0.020	2.000	1.00	2.000	459.00	1.53	1.56	0.982
268	3	23	M e S	4.51	0.020	2.000	1.00	2.000	459.00	1.12	-1.15	0.971
268	3	33	M e B	12.74	0.050	2.000	1.00	2.000	459.00	3.10	3.22	0.962
268	4	28	M e S	5.91	0.020	2.000	1.00	2.000	459.00	1.46	-1.48	0.985
268	4	34	M e B	15.46	0.060	2.000	1.00	2.000	459.00	3.73	3.78	0.988
268	5	25	M e S	4.61	0.020	2.000	1.00	2.000	459.00	1.14	-1.18	0.967
268	6	25	M e S	4.46	0.020	2.000	1.00	2.000	459.00	1.10	-1.11	0.995
273	1	34	M e S	7.24	0.020	2.000	1.00	2.000	550.80	2.14	-2.25	0.953

273	1	52	M e B	16.68	0.050	2.000 1.00	2.000	550.80	4.85	4.95	0.980
273	2	31	M e S	4.73	0.010	2.000 1.00	2.000	550.80	1.41	-1.44	0.977
273	3	33	M e B	26.66	0.080	2.000 1.00	2.000	550.80	7.61	7.81	0.975
273	3	34	M e S	12.18	0.040	2.000 1.00	2.000	550.80	3.57	-3.68	0.971
273	4	33	M e B	30.74	0.090	2.000 1.00	2.000	550.80	8.71	8.94	0.974
287	1	21	M e S	64.17	0.050	5.000 1.00	5.000	5100.00	63.36	65.46	0.968
287	1	56	M e B	121.77	0.100	5.000 1.00	5.000	5100.00	118.86	-120.98	0.982
287	2	40	M e S	74.61	0.060	5.000 1.00	5.000	5100.00	73.52	75.71	0.971
287	2	40	M e B	142.33	0.120	5.000 1.00	5.000	5100.00	138.36	-140.14	0.987
291	1	7	M e S	5.51	0.010	2.000 1.00	2.000	714.00	1.91	2.12	0.903
291	1	28	M e B	11.89	0.030	2.000 1.00	2.000	714.00	4.09	-4.20	0.974
291	2	1	M e S	1.91	0.000	2.000 1.00	2.000	714.00	0.67	0.74	0.901
291	2	20	M e B	6.95	0.020	2.000 1.00	2.000	714.00	2.41	-2.51	0.960
291	3	5	M e S	2.12	0.010	2.000 1.00	2.000	714.00	0.74	0.80	0.925
291	3	21	M e B	8.33	0.020	2.000 1.00	2.000	714.00	2.88	-2.90	0.994
291	4	8	M e S	2.02	0.000	2.000 1.00	2.000	714.00	0.70	0.89	0.792
291	4	25	M e B	8.81	0.020	2.000 1.00	2.000	714.00	3.05	-3.22	0.946
291	5	4	M e S	2.46	0.010	2.000 1.00	2.000	714.00	0.86	0.88	0.975
291	5	16	M e B	9.26	0.020	2.000 1.00	2.000	714.00	3.20	-3.24	0.987
291	6	4	M e S	2.47	0.010	2.000 1.00	2.000	714.00	0.86	0.88	0.979
291	6	17	M e B	9.27	0.020	2.000 1.00	2.000	714.00	3.20	-3.26	0.982
291	7	1	M e S	2.98	0.010	2.000 1.00	2.000	714.00	1.04	1.20	0.866
291	7	6	M e B	12.16	0.030	2.000 1.00	2.000	714.00	4.18	-4.23	0.989
296	1	9	M e S	8.36	0.020	2.000 1.00	2.000	715.02	2.90	3.13	0.925
296	1	31	M e B	15.83	0.040	2.000 1.00	2.000	715.02	5.43	-5.51	0.985
296	2	8	M e S	3.82	0.010	2.000 1.00	2.000	715.02	1.33	1.45	0.918
296	2	23	M e B	10.67	0.030	2.000 1.00	2.000	715.02	3.68	-3.76	0.980
296	3	12	M e S	4.54	0.010	2.000 1.00	2.000	715.02	1.58	1.63	0.970
296	3	27	M e B	12.28	0.030	2.000 1.00	2.000	715.02	4.23	-4.24	0.998
296	4	12	M e S	4.68	0.010	2.000 1.00	2.000	715.02	1.63	1.79	0.910
296	4	31	M e B	13.25	0.030	2.000 1.00	2.000	715.02	4.56	-4.63	0.984
296	5	6	M e S	5.10	0.010	2.000 1.00	2.000	715.02	1.77	1.78	0.997
296	5	20	M e B	13.61	0.030	2.000 1.00	2.000	715.02	4.68	-4.68	1.000
296	6	6	M e S	5.13	0.010	2.000 1.00	2.000	715.02	1.79	1.79	0.997
296	6	20	M e B	13.25	0.030	2.000 1.00	2.000	715.02	4.56	-4.69	0.972
296	7	3	M e S	6.02	0.010	2.000 1.00	2.000	715.02	2.09	2.40	0.872
301	1	12	M e S	8.49	0.010	2.000 1.00	2.000	1060.80	4.38	4.74	0.924
301	1	46	M e B	19.35	0.030	2.000 1.00	2.000	1060.80	9.88	-10.24	0.965
301	2	7	M e S	3.36	0.010	2.000 1.00	2.000	1060.80	1.74	1.76	0.990
301	2	30	M e B	15.87	0.030	2.000 1.00	2.000	1060.80	8.13	-8.15	0.997
301	3	13	M e S	3.84	0.010	2.000 1.00	2.000	1060.80	1.99	2.09	0.952
301	4	13	M e S	4.34	0.010	2.000 1.00	2.000	1060.80	2.25	2.39	0.940
301	5	8	M e S	4.57	0.010	2.000 1.00	2.000	1060.80	2.37	2.45	0.966
301	6	8	M e S	4.65	0.010	2.000 1.00	2.000	1060.80	2.41	2.46	0.979
301	6	29	M e B	22.84	0.040	2.000 1.00	2.000	1060.80	11.62	-12.45	0.933
301	7	5	M e S	6.81	0.010	2.000 1.00	2.000	1060.80	3.52	4.32	0.814
301	8	3	M e S	8.12	0.010	2.000 1.00	2.000	1060.80	4.19	4.42	0.948
304	1	59	M e S	73.90	0.180	2.000 1.00	2.000	714.00	23.19	26.70	0.868
304	1	60	M e B	102.88	0.240	2.000 1.00	2.000	714.00	30.82	-33.88	0.910
304	2	37	M e S	85.51	0.200	2.000 1.00	2.000	714.00	26.34	26.48	0.995
304	2	37	M e B	113.76	0.270	2.000 1.00	2.000	714.00	33.47	-33.77	0.991
304	4	35	M e S	71.83	0.170	2.000 1.00	2.000	714.00	22.61	22.65	0.998
304	5	22	M e S	71.11	0.170	2.000 1.00	2.000	714.00	22.41	22.63	0.990
304	5	26	M e B	103.33	0.250	2.000 1.00	2.000	714.00	30.93	-31.23	0.990
304	6	22	M e S	72.05	0.170	2.000 1.00	2.000	714.00	22.67	22.74	0.997
304	6	24	M e B	102.72	0.240	2.000 1.00	2.000	714.00	30.78	-30.96	0.994
304	7	2	M e S	39.88	0.090	2.000 1.00	2.000	714.00	13.18	14.00	0.941
304	7	4	M e B	69.14	0.160	2.000 1.00	2.000	714.00	21.86	-23.62	0.925
304	8	1	M e S	39.85	0.090	2.000 1.00	2.000	714.00	13.17	13.49	0.976
304	8	2	M e B	69.10	0.160	2.000 1.00	2.000	714.00	21.84	-23.25	0.940
304	9	1	M e S	39.22	0.090	2.000 1.00	2.000	714.00	12.97	13.99	0.927
304	9	2	M e B	68.16	0.160	2.000 1.00	2.000	714.00	21.58	-23.43	0.921
304	10	1	M e S	39.12	0.090	2.000 1.00	2.000	714.00	12.94	13.19	0.981
304	10	2	M e B	68.04	0.160	2.000 1.00	2.000	714.00	21.54	-21.96	0.981
320	4	22	M e S	19.73	0.080	2.000 1.00	2.000	413.10	4.23	4.38	0.965
320	4	35	M e B	34.05	0.140	2.000 1.00	2.000	413.10	7.03	-7.06	0.996
320	5	23	M e S	19.81	0.080	2.000 1.00	2.000	413.10	4.24	4.27	0.994
320	5	25	M e B	34.23	0.140	2.000 1.00	2.000	413.10	7.06	-7.16	0.987
320	6	26	M e S	20.03	0.080	2.000 1.00	2.000	413.10	4.29	4.31	0.995
320	6	26	M e B	34.40	0.140	2.000 1.00	2.000	413.10	7.10	-7.15	0.992
324	3	31	M e S	20.24	0.060	2.000 1.00	2.000	550.80	5.85	6.06	0.965
324	4	19	M e S	20.57	0.060	2.000 1.00	2.000	550.80	5.94	6.14	0.968
324	4	30	M e B	38.07	0.120	2.000 1.00	2.000	550.80	10.63	-10.88	0.977
324	5	24	M e S	21.11	0.070	2.000 1.00	2.000	550.80	6.09	6.10	0.998
324	5	24	M e B	38.94	0.120	2.000 1.00	2.000	550.80	10.86	-10.90	0.996
324	6	27	M e B	39.36	0.120	2.000 1.00	2.000	550.80	10.96	-11.09	0.989
324	6	29	M e S	21.64	0.070	2.000 1.00	2.000	550.80	6.24	6.30	0.990
329	3	29	M e S	19.11	0.060	2.000 1.00	2.000	550.80	5.53	5.77	0.959
329	4	16	M e S	17.04	0.050	2.000 1.00	2.000	550.80	4.95	5.12	0.968
329	4	27	M e B	31.96	0.100	2.000 1.00	2.000	550.80	9.03	-9.42	0.959
329	5	19	M e S	14.98	0.050	2.000 1.00	2.000	550.80	4.37	4.54	0.963
329	5	24	M e B	32.47	0.100	2.000 1.00	2.000	550.80	9.17	-9.34	0.981

329	6	21	M e S	15.63	0.050	2.000	1.00	2.000	550.80	4.56	4.66	0.978	
329	6	25	M e B	32.51	0.100	2.000	1.00	2.000	550.80	9.18	-9.20	0.998	
334	3	34	M e S	117.59	0.100	2.000	1.00	2.000	1973.70	118.88	119.83	0.992	
334	4	18	M e S	112.06	0.100	2.000	1.00	2.000	1973.70	113.62	113.80	0.998	
339	3	33	M e S	78.86	0.110	2.000	1.00	2.000	1239.30	49.84	50.87	0.980	
339	4	18	M e S	74.95	0.100	2.000	1.00	2.000	1239.30	47.53	47.66	0.997	
339	4	29	M e B	120.75	0.170	2.000	1.00	2.000	1239.30	73.56	-75.50	0.974	
339	5	24	M e B	123.68	0.170	2.000	1.00	2.000	1239.30	75.15	-76.03	0.988	
339	5	26	M e S	82.48	0.110	2.000	1.00	2.000	1239.30	51.97	52.95	0.981	
339	6	26	M e B	124.79	0.170	2.000	1.00	2.000	1239.30	75.75	-75.76	1.000	
339	6	28	M e S	83.52	0.110	2.000	1.00	2.000	1239.30	52.58	53.13	0.990	
344	3	30	M e S	69.97	0.100	2.000	1.00	2.000	1239.30	44.56	45.95	0.970	
344	4	18	M e S	64.96	0.090	2.000	1.00	2.000	1239.30	41.55	42.46	0.979	
344	4	28	M e B	110.18	0.150	2.000	1.00	2.000	1239.30	67.76	-70.66	0.959	
344	5	23	M e B	112.54	0.150	2.000	1.00	2.000	1239.30	69.07	-69.23	0.998	
344	5	25	M e S	71.15	0.100	2.000	1.00	2.000	1239.30	45.27	46.13	0.981	
344	6	26	M e S	71.82	0.100	2.000	1.00	2.000	1239.30	45.67	46.11	0.990	
344	6	26	M e B	113.61	0.160	2.000	1.00	2.000	1239.30	69.66	-69.92	0.996	
349	3	27	M e S	65.96	0.090	2.000	1.00	2.000	1239.30	42.15	42.62	0.989	
349	4	19	M e S	60.96	0.080	2.000	1.00	2.000	1239.30	39.12	40.40	0.968	
349	4	26	M e B	105.85	0.150	2.000	1.00	2.000	1239.30	65.35	-66.72	0.979	
349	5	25	M e S	67.59	0.090	2.000	1.00	2.000	1239.30	43.14	43.34	0.995	
349	5	25	M e B	109.38	0.150	2.000	1.00	2.000	1239.30	67.32	-68.91	0.977	
349	6	26	M e B	110.05	0.150	2.000	1.00	2.000	1239.30	67.69	-67.80	0.998	
349	6	28	M e S	68.67	0.090	2.000	1.00	2.000	1239.30	43.78	44.19	0.991	
354	3	22	M e S	61.08	0.080	2.000	1.00	2.000	1239.30	39.20	39.24	0.999	
354	4	20	M e S	57.37	0.080	2.000	1.00	2.000	1239.30	36.93	38.10	0.969	
354	4	23	M e B	100.68	0.140	2.000	1.00	2.000	1239.30	62.44	-62.98	0.991	
354	5	26	M e S	64.57	0.090	2.000	1.00	2.000	1239.30	41.31	41.57	0.994	
354	5	26	M e B	106.36	0.150	2.000	1.00	2.000	1239.30	65.63	-67.24	0.976	
354	6	28	M e B	107.21	0.150	2.000	1.00	2.000	1239.30	66.11	-67.01	0.987	
354	6	30	M e S	65.99	0.090	2.000	1.00	2.000	1239.30	42.17	42.25	0.998	
359	3	19	M e S	55.25	0.080	2.000	1.00	2.000	1211.76	34.80	34.91	0.997	
359	4	22	M e S	58.55	0.080	2.000	1.00	2.000	1211.76	36.78	36.90	0.997	
359	4	22	M e B	99.34	0.140	2.000	1.00	2.000	1211.76	60.19	-60.32	0.998	
359	5	25	M e B	102.00	0.140	2.000	1.00	2.000	1211.76	61.65	-62.02	0.994	
359	5	27	M e S	61.70	0.090	2.000	1.00	2.000	1211.76	38.65	39.06	0.989	
359	6	28	M e B	102.80	0.140	2.000	1.00	2.000	1211.76	62.09	-62.97	0.986	
364	1	42	M e S	3.36	0.010	2.000	1.00	2.000	624.24	1.14	-1.24	0.916	
364	2	24	M e S	0.18	0.000	2.000	1.00	2.000	624.24	0.06	-0.07	0.874	
364	4	29	M e B	47.00	0.130	2.000	1.00	2.000	624.24	14.78	-14.99	0.986	
364	5	23	M e B	44.43	0.120	2.000	1.00	2.000	624.24	14.03	-14.42	0.973	
364	6	24	M e B	43.52	0.120	2.000	1.00	2.000	624.24	13.77	-13.96	0.986	
386	1	41	M e S	213.01	0.050	2.000	1.00	2.000	7160.40	806.03	813.81	0.990	
389	1	21	M e S	68.99	0.030	2.000	1.00	2.000	3488.40	128.49	131.79	0.975	
389	1	55	M e B	266.44	0.130	2.000	1.00	2.000	3488.40	467.57	-472.40	0.990	
389	3	25	M e B	258.38	0.130	2.000	1.00	2.000	3488.40	454.56	-456.55	0.996	

VERIFICA A TAGLIO PER FESSURAZIONE DIAGONALE [C8.7.1.16]
(elenco per ordine di plasticizzazione)

N.	Sotto	Passo	n/e	Sez.	Coeff.	P	p	tau0	F,C	fvd	Vt	V	C.Sic.
	curva			b	(kN)	(N/mm^2)		(N/mm^2)	(kN)	(kN)			

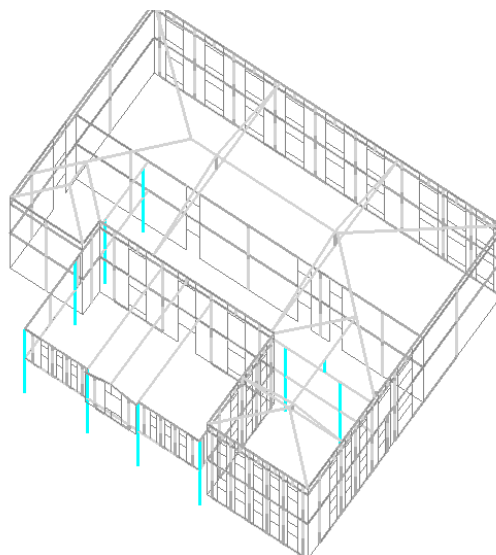
386	1	44	e	M	1.000	372.61	0.088	0.032	1.00	0.081	340.89	341.88	0.997
239	1	56	e	M	1.410	171.15	0.151	0.032	1.00	0.070	78.83	79.29	0.994
308	1	57	e	M	1.000	599.95	0.127	0.032	1.00	0.092	433.90	434.81	0.998
308	2	35	e	M	1.000	544.25	0.115	0.032	1.00	0.088	419.04	421.03	0.995
386	2	37	e	M	1.000	332.00	0.079	0.032	1.00	0.078	328.63	331.11	0.993
389	3	36	e	M	1.060	178.19	0.087	0.032	1.00	0.076	155.62	156.40	0.995
334	4	26	e	M	1.460	146.07	0.126	0.032	1.00	0.062	72.47	73.64	0.984
334	5	21	e	M	1.460	148.10	0.128	0.032	1.00	0.063	72.84	73.84	0.986
308	5	28	e	M	1.000	502.85	0.106	0.032	1.00	0.086	407.64	410.74	0.992
334	6	25	e	M	1.460	149.53	0.129	0.032	1.00	0.063	73.09	74.46	0.982
308	6	26	e	M	1.000	502.14	0.106	0.032	1.00	0.086	407.45	409.68	0.995

VERIFICA A TAGLIO PER FESSURAZIONE DIAGONALE [C8.7.1.16]
(elenco per ordine degli elementi)

N.	Sotto	Passo	n/e	Sez.	Coeff.	P	p	tau0	F,C	fvd	Vt	V	C.Sic.
	curva			b	(kN)	(N/mm^2)		(N/mm^2)	(kN)	(kN)			

239	1	56	e	M	1.410	171.15	0.151	0.032	1.00	0.070	78.83	79.29	0.994
308	1	57	e	M	1.000	599.95	0.127	0.032	1.00	0.092	433.90	434.81	0.998
308	2	35	e	M	1.000	544.25	0.115	0.032	1.00	0.088	419.04	421.03	0.995
308	5	28	e	M	1.000	502.85	0.106	0.032	1.00	0.086	407.64	410.74	0.992

308	6	26	e	M	1.000	502.14	0.106	0.032	1.00	0.086	407.45	409.68	0.995
334	4	26	e	M	1.460	146.07	0.126	0.032	1.00	0.062	72.47	73.64	0.984
334	5	21	e	M	1.460	148.10	0.128	0.032	1.00	0.063	72.84	73.84	0.986
334	6	25	e	M	1.460	149.53	0.129	0.032	1.00	0.063	73.09	74.46	0.982
386	1	44	e	M	1.000	372.61	0.088	0.032	1.00	0.081	340.89	341.88	0.997
386	2	37	e	M	1.000	332.00	0.079	0.032	1.00	0.078	328.63	331.11	0.993
389	3	36	e	M	1.060	178.19	0.087	0.032	1.00	0.076	155.62	156.40	0.995



Modello di calcolo – in evidenza colonne in c.a.

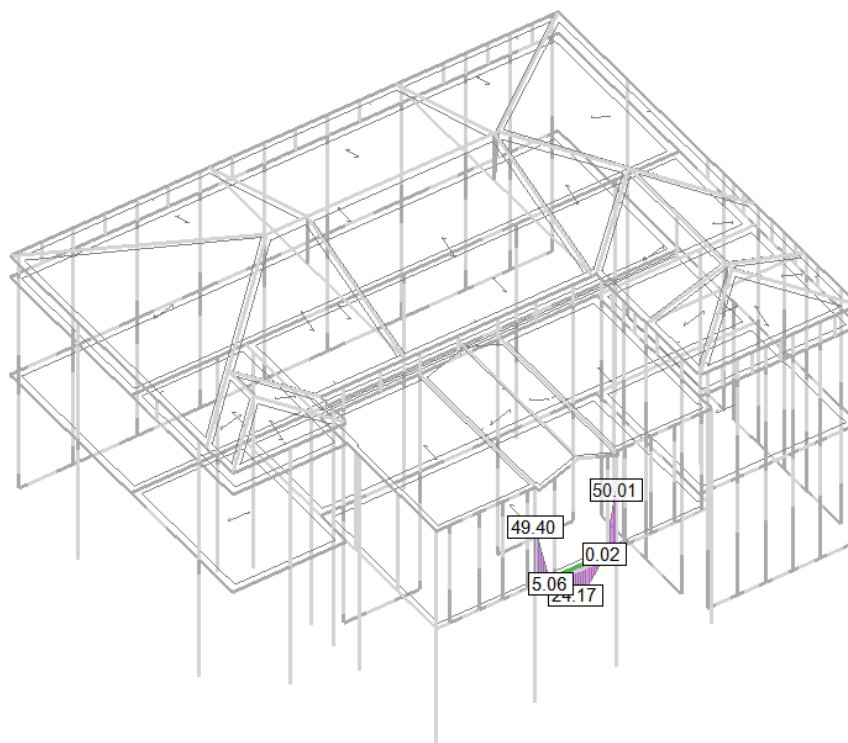
Come già citato nel capitolo introduttivo, la struttura in ampliamento del 1994, sul fronte principale, è caratterizzata da pilastri in c.a. a sostegno di travi di pari materiale portanti solaio in latero-cemento.

Vista l'inerzia di tali pilastri rispetto alle pareti murarie, e ricordando che i due sistemi costruttivi non sono indipendenti tra loro, i pilastri vengono considerati come elementi strutturali secondari, posti come bielle svincolate alle estremità, privi di rigidità e resistenza alle azioni orizzontali. Tali elementi quindi, devono semplicemente essere in grado di sostenere i carichi gravitazionali, quando soggetti alla più sfavorevole delle condizioni sismiche di progetto.

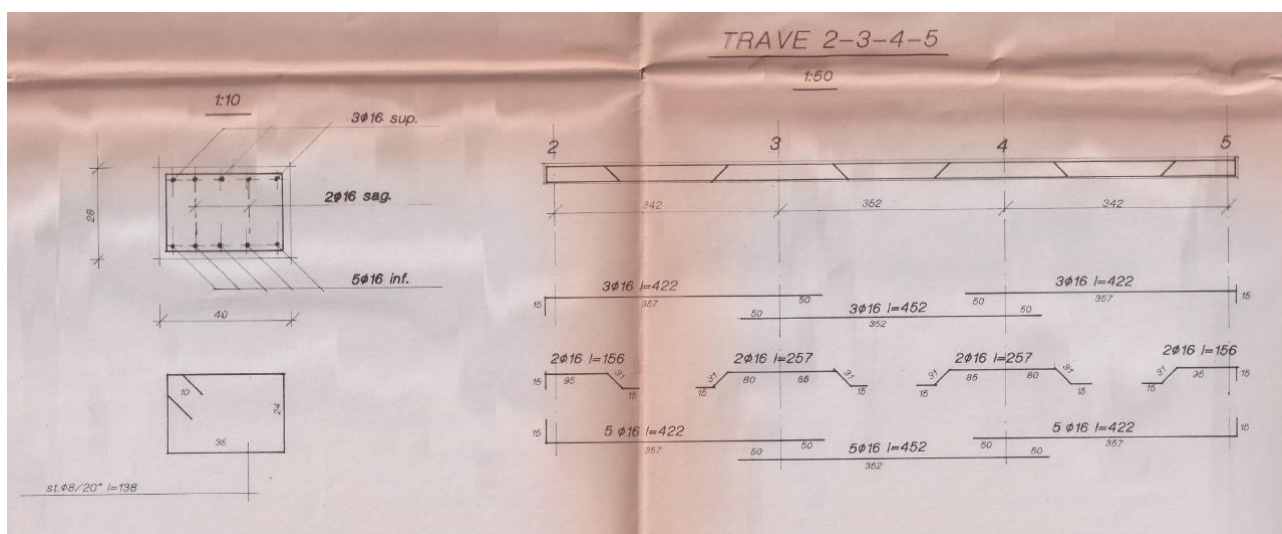
Considerando infatti i pilastri come bielle, e i solaio privi di piano rigido, la condizione più sfavorevole risulta essere la combinazione agli SLU senza sisma, nel quale è massima l'amplificazione dei carichi gravitazionali per effetto dei coefficienti di sicurezza imposti.

Nel seguito si riportano le schermate relative alle verifiche degli elementi in c.a., in particolare:

- trave in c.a. nel tratto centrale;



Trave oggetto di verifica – Diagramma momento flettente



Armatura presente nella trave (tavole del progetto originale)

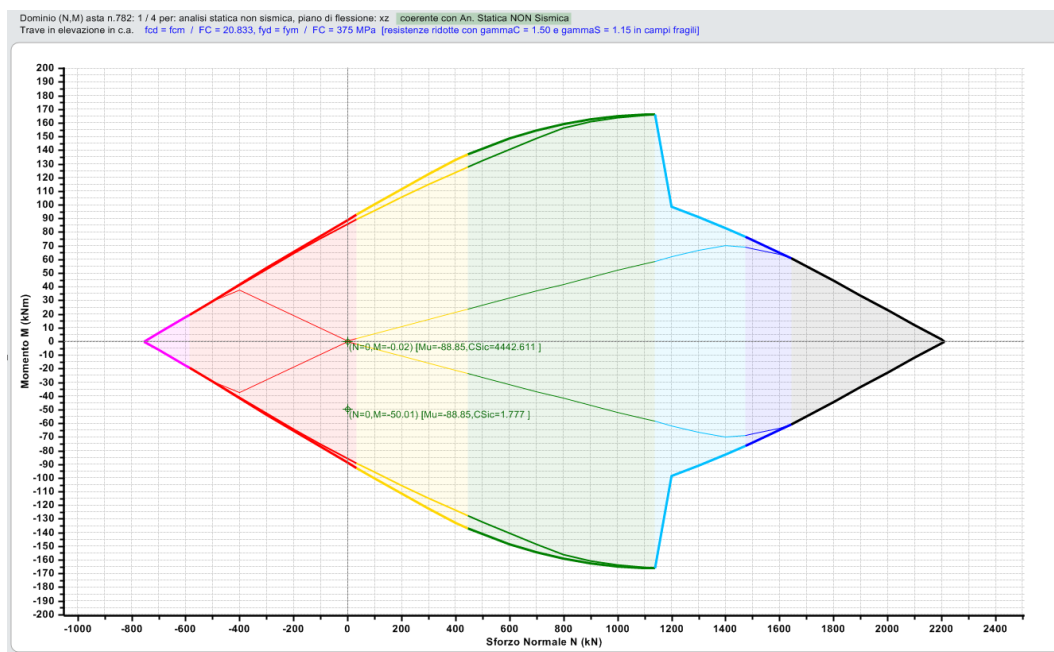
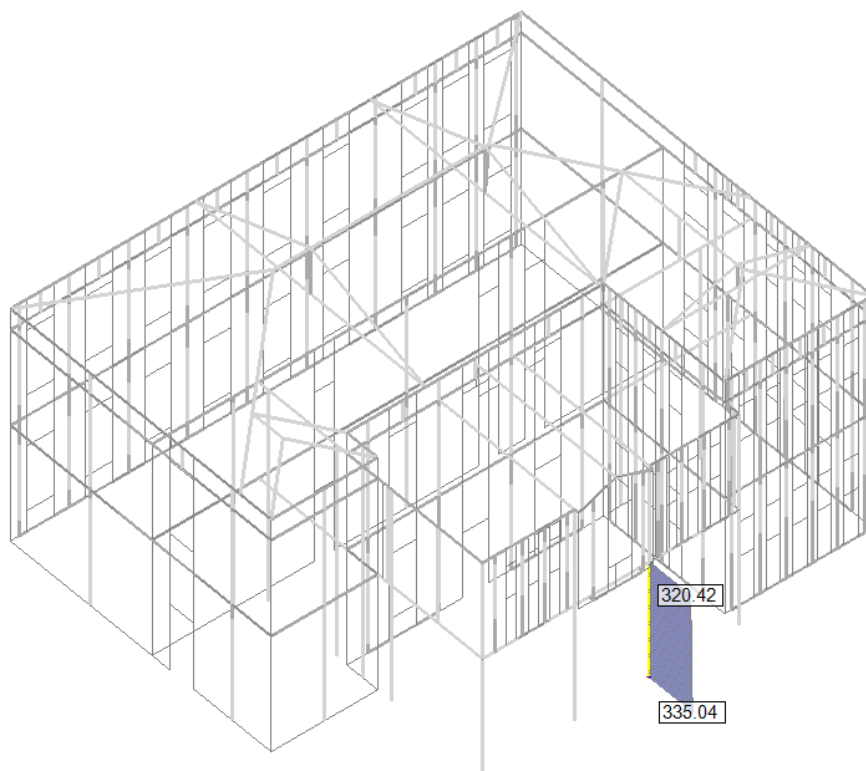


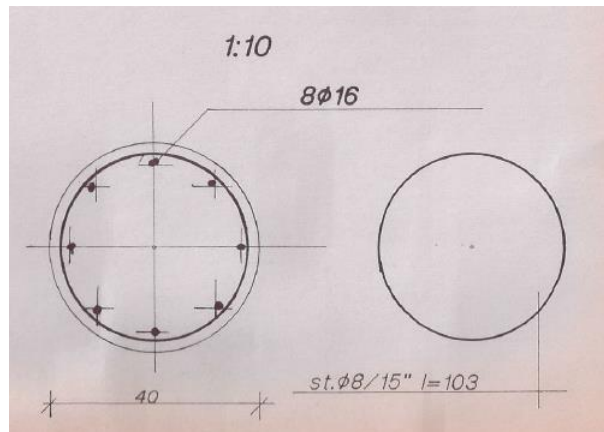
Diagramma M-N sezione trave

Come si può notare le sollecitazioni agenti sono interne al diagramma del dominio resistente della sezione per cui la verifica statica dell'elemento è superata.

- Pilastro in C.A. su cui scarica la trave di cui sopra.



Pilastro oggetto di verifica – Diagramma azione Assiale



Armatura presente nel pilastro (tavole del progetto originale)

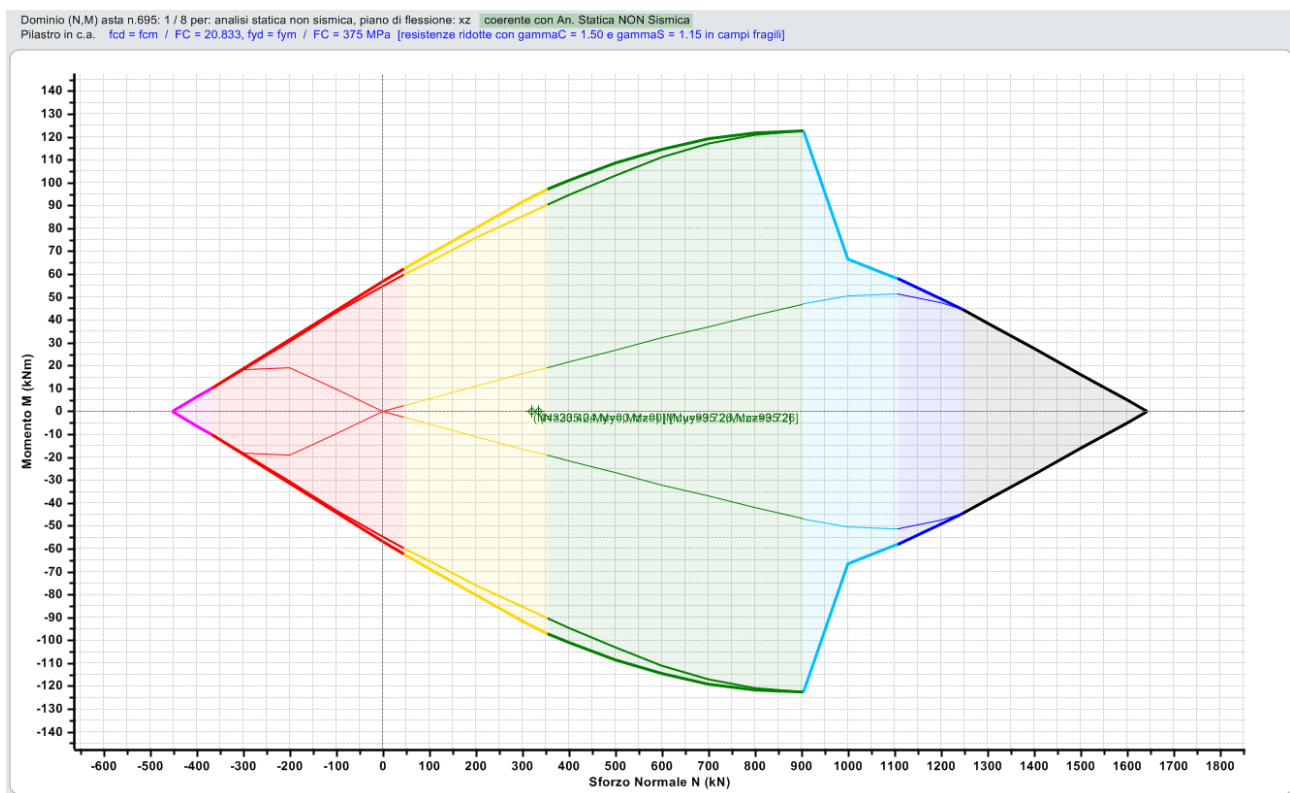
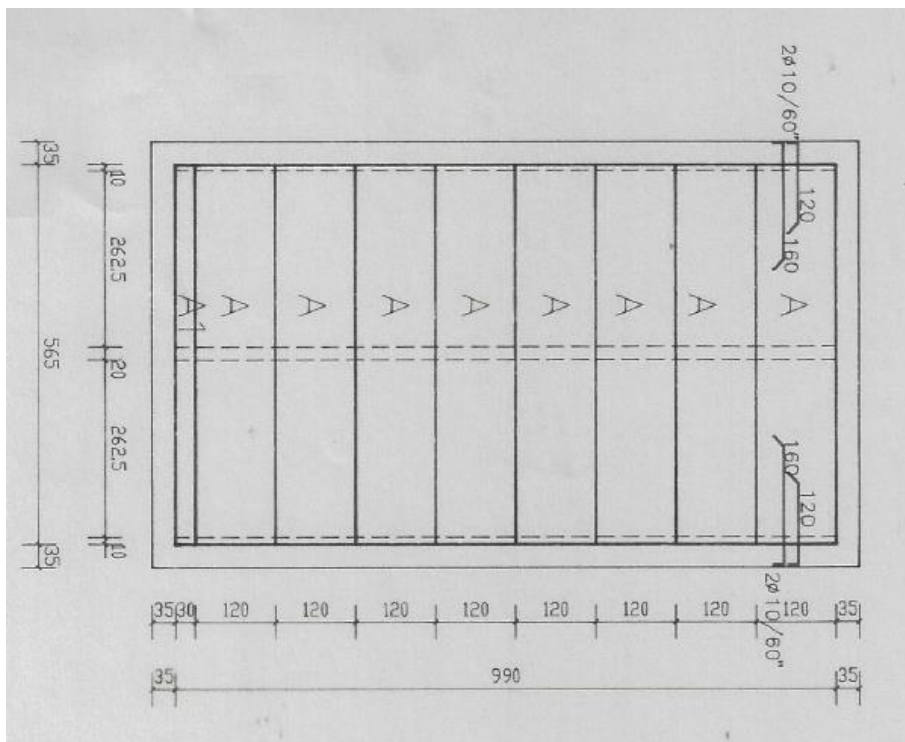


Diagramma M-N sezione pilastro

Come si può notare le sollecitazioni agenti sono interne al diagramma del dominio resistente della sezione per cui la verifica statica dell'elemento è superata.

Per quanto riguarda il solaio la verifica viene condotta calcolando l'azione sollecitante il singolo travetto e verificandone la resistenza manualmente.



Armatura presente nel solaio e geometria dello stesso (tavole del prefabbricatore - progetto originale)

SOLAIO A LASTRE H 4+20+4 SOV TOT 550 KG/MQ					
TIPO	NUMERO	DIMENSIONI IN CM	POS 1	POS 2	POS 3
A	14	565X120	1/10+1/12	1/14+1/16	1/10+1/12
A1	1	565X30	1/10	1/14	1/10
A2	1	565x35	1/10	1/14	1/10

Armatura presente

Cautelativamente lo schema statico adottato e di trave in semplice appoggio.

Vincoli

- ☒ App. - App.
- ☐ Inc. - Inc.
- ☐ Inc. - App.
- ☐ Mensola
- ☐ Fondazione

N° Carichi dist. TRAPEZI **Zoom**

N°	q1	q2	d1	d2
1	2.28	2.28	0	6.2
2	1.88	1.88	0	6.2
3	2.25	2.25	0	6.2

N° Carichi CONCENTRATI **Zoom**

N° Coppie CONCENTRATE **Zoom**

Risultati

Reazioni vincolari

MA	MB	RA	RB
0	0	19.87	19.87

ΦA (red) **ΦB**

max M+ **x max M+**

max M- **x max M-**

f max **x f max**

Diagrammi

☒ M ☐ V ☐ C

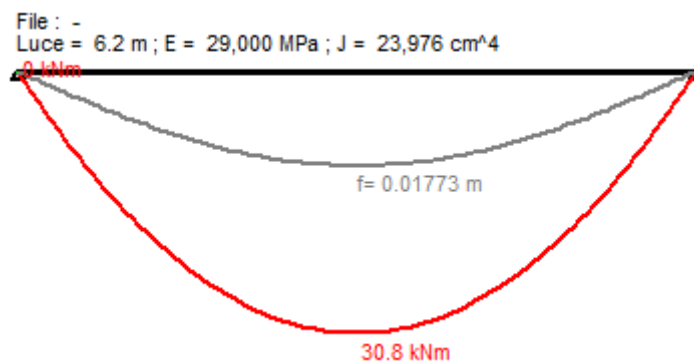
Stampa

Risultati all'ascissa x

x	M(x)	V(x)	f(x)
0	0	19.87	0

N° sezioni di calcolo **Calcola**

Geometria travetto



Momento flettente SLU

Titolo : _____

N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	50	4
2	12	24

N°	As [cm²]	d [cm]
1	3.55	25

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
 M_{xEd} kNm
 M_{yEd} kNm

P.to applicazione N
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN yN

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo
☒ S.L.U. + ☐ S.L.U. - ☐ Metodo n

Tipo flessione
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett.

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ cm Col. modello

☐ Precompresso

Materiali

FeB44k C25/30 Es

ϵ_{su} 67.5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 373.9 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200,000 N/mm² f_{cd} 10.48
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 1.87 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 7.8
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.496
 τ_{c1} 1.606

M_{xRd} 31.45 kN m

σ_c -10.48 N/mm²
 σ_s 373.9 N/mm²
 ϵ_c 3.5 ‰
 ϵ_s 24.5 ‰
 d 25 cm
 x 3.125 x/d 0.125
 δ 0.7

Resistenza travetto

La resistenza del travetto è superiore alla sollecitazione quindi la verifica si ritiene soddisfatta.

Le fondazioni non sono esaminate in quanto, come indicato al §8.3 NTC2018, la verifica delle stesse è obbligatorio solo se sussistono condizioni che possano dare luogo a fenomeni di instabilità globale o se si verifica una delle seguenti condizioni:

- siano presenti importanti dissesti;
- siano possibili fenomeni di ribaltamento/scorrimento a seguito di condizioni morfologiche sfavorevoli, modifiche apportate al profilo del terreno o azioni sismiche;
- siano possibili fenomeni di liquefazione.

Non rientrando in nessuna casistica, non intervenendo sulle fondazioni e sul terreno circostante, è quindi possibile omettere la verifica

10.3.3 ANALISI DINAMICA SISMICA MODALE CON FATTORE q DA PUSHOVER – RISULTATI FUORI DAL PIANO

Si riportano i risultati dell'analisi dinamica sismica modale condotta sul modello FEM a telaio equivalente adottando il fattore di struttura calcolato con l'analisi pushover.

Come già riportato, tale analisi è significativa ai fini della pressoflessione ortogonale SLV e mostra come la percentuale di verifiche soddisfatte si attesta al 100%.

Risulta una vulnerabilità nei confronti della pressoflessione ortogonale corrispondente ad un indicatore di rischio $\gg 1$ che indica una capacità della struttura superiore alla richiesta imposta dalla normativa vigente.

Fattore di Comportamento $q = 2.250$

SLU di salvaguardia della Vita (SLV)

Piani: Pesì sismici, Forze e Taglianti (kN)

N.	Peso sismico (kN)		Forze sismiche (kN)				Taglianti (kN)	
	dir.X	dir.Y	dir.X	dir.Y	dir.X	dir.Y	dir.X	dir.Y
1	6910.97	6910.97	920.72	794.13	1842.65	1618.31		
2	3666.32	3666.32	773.68	695.55	921.93	824.19		
3	696.09	696.09	148.25	128.64	148.25	128.64		

Piani: Rigidezze (kN/m,kNm) - Spostamenti (mm) - Baricentro G, Centro delle rigidezze R ed Eccentricità GR (m)

N.	Rigidezze (trasl.:kN/m, tors.:kNm)			Spost. max (mm)		Baricentro G, Centro rigidezze R, Eccentricità e (m)									
	trasl.X	trasl.Y	tors.	dir.X+	dir.X-	dir.Y+	dir.Y-	G.X	G.Y	R.X	R.Y	e.X	e.Y		
1	716862	651793	79181088	15.723	-15.566	76.846	-76.811	6.691	9.433						
2	871199	829792	103339368	24.459	-24.019	25.276	-25.142	6.525	9.454						
3	5205522	5746534	582868544	32.291	-32.643	28.872	-18.007	6.918	10.588						

Analisi Sismica Dinamica Modale [§7.8.1.5.3]
Verifiche di sicurezza per Edifici in Muratura

SLU di salvaguardia della Vita (SLV)
Verifica di Resistenza (RES)
Ed.esistente, CU III: obbligatoria

Confronto fra Capacità e Domanda - Indicatori di rischio
Valore obiettivo di (zeta,E) = 1.000

VN = 50 anni, PGA,DLV = 0.159 g - TR,DLV = 712 anni - P,VR, DLV = 10 %
Indicatori di rischio (zeta,E),SLV

PGA,CLV (g)	TR,CLV (anni)	PVR,CLV (%)	PGA,CLV / PGA,DLV	TR,CLV / TR,DLV	VN,CLV (anni)
----------------	------------------	----------------	----------------------	--------------------	------------------

Pressofless. ortog. (da modello 3D)
[§7.8.2.2.3]

Pressofless. ortog. [§7.2.3, §7.8.2.2.3]

3.412

100%

Verifica di Resistenza fuori piano

}⇒

0.236

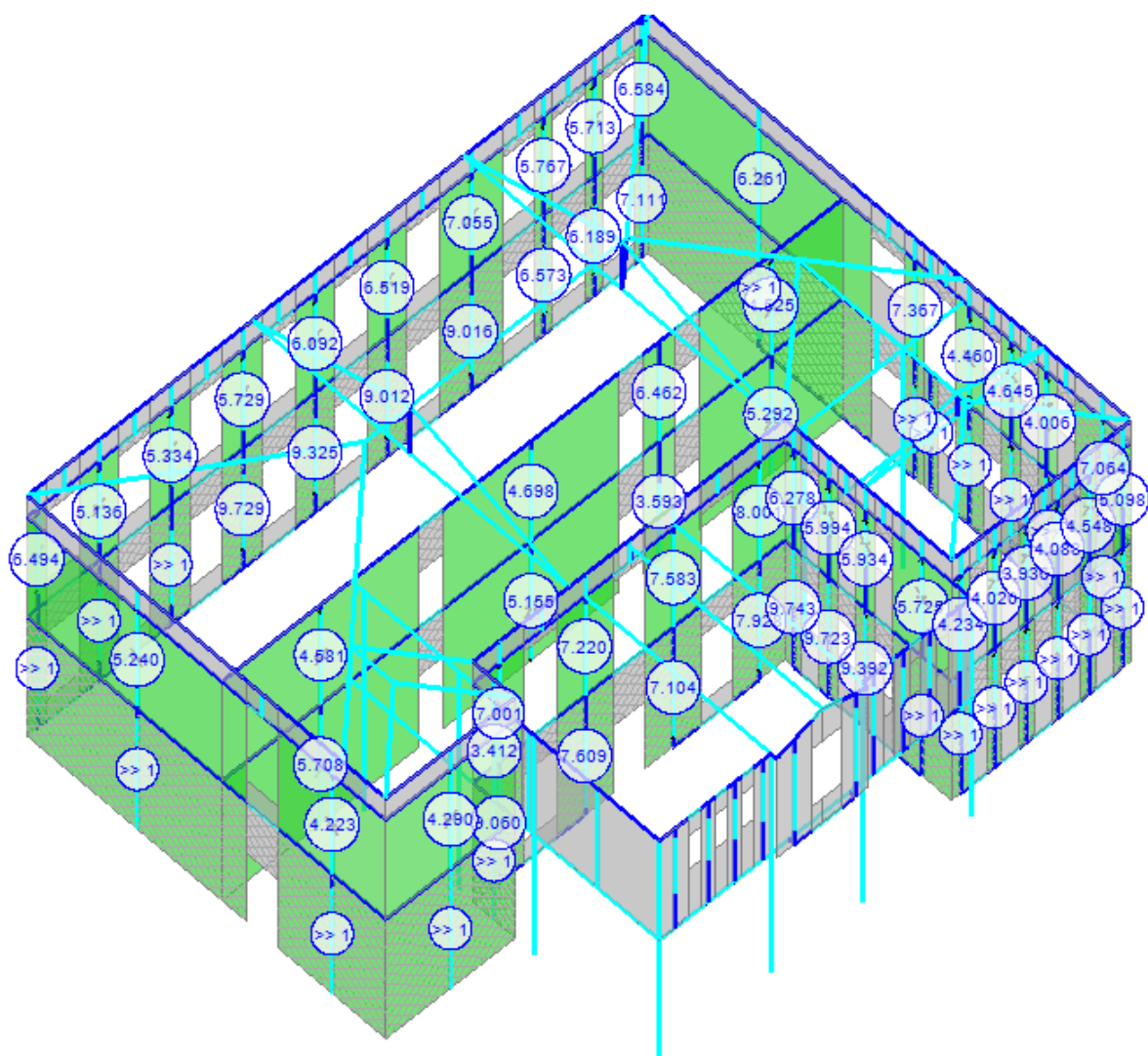
>=2475

2.985

1.484

3.476

174



Coefficienti sicurezza maschi murari a pressoflessione ortogonale

Come evidenziato tutti i maschi murari rispettano la verifica a pressoflessione ortogonale, con coefficienti di sicurezza tutti >1 .

10.3.4 MODELLO CINEMATICO – MECCANISMI DI COLLASSO

Tutto quanto esposto in precedenza presuppone come ipotesi base che sia valido il comportamento globale della struttura. A tale scopo il progetto prevede, in concomitanza con il rifacimento della copertura, la realizzazione di un cordolo in sommità alle murature, e l'introduzione di catene in acciaio, dotate di tenditori regolabili lasciati a vista, così da ridurre i fenomeni di ribaltamento fuori piano e, in generale, contribuire a garantire un comportamento scatolare della struttura. In particolare le catene metalliche hanno il principale effetto di applicare una precompressione agli elementi murari aumentando la resistenza degli stessi per azioni fuori dal piano.

In ogni caso, in accordo con la normativa vigente vanno verificati anche i meccanismi locali considerati plausibili per la struttura. Tali meccanismi sono detti anche meccanismi di primo modo in quanto si attivano per livelli di sollecitazioni sismiche minori rispetto a quelle che attivano meccanismi globali che vengono appunto denominati meccanismi di secondo modo.

Il software PCM consente di condurre l'analisi cinematica, adottando il modello di corpo rigido; il moto della struttura si attiva quando l'input sismico raggiunge un'intensità sufficiente a generare la formazione di un cinematismo.

In particolare viene trattata l'analisi cinematica lineare, che procede secondo i seguenti punti:

1. si sceglie un cinematismo e si descrive nei suoi termini parametrici;
2. si calcola il moltiplicatore di collasso e la corrispondente accelerazione di attivazione del meccanismo;
3. si esegue la verifica di sicurezza secondo NTC18, confrontando l'accelerazione al suolo che attiva il cinematismo con l'accelerazione sismica relativa al sito della costruzione (in termini di PGA equivalentemente, il confronto può essere condotto in termini di TR fra valore sostenibile e valore in input); la verifica viene condotta allo stato limite ultimo.

Stante tali considerazioni si è proceduto all'analisi di quei meccanismi di collasso ritenuti più probabili considerato le caratteristiche strutturali, senza considerare cautelativamente l'introduzione delle catene.

Se ne riportano di seguito le schermate in cui sono visibili, oltre ai corpi in gioco e l'asse di ribaltamento, i coefficienti di vulnerabilità dei vari meccanismi.

01. Cinematismo

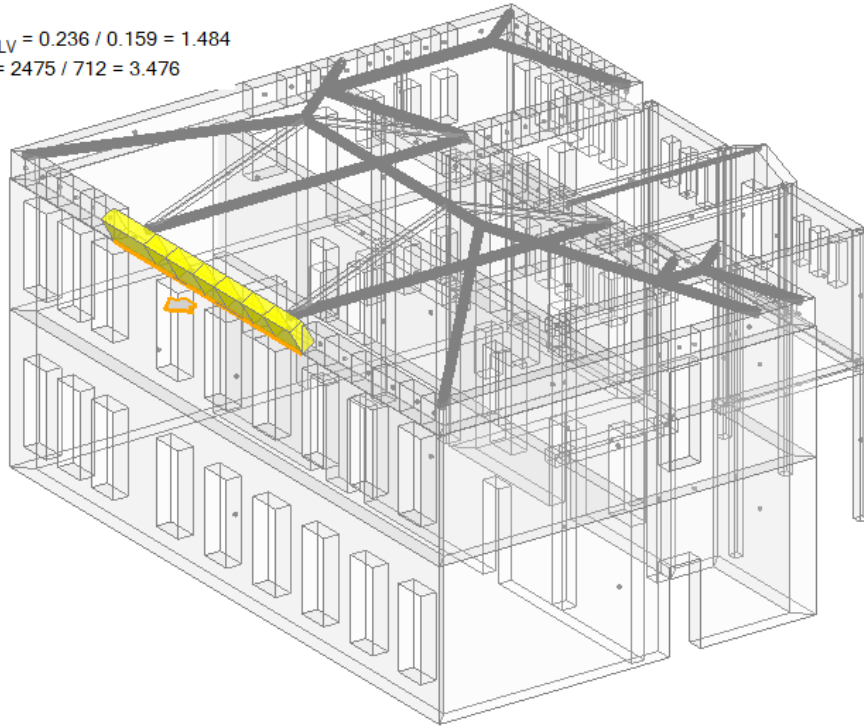
Ribaltamento semplice

$$\alpha_0 = 0.682$$

■ SLV

$$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.236 / 0.159 = 1.484$$

$$TR_{CLV} / TR_{DLV} = 2475 / 712 = 3.476$$



02. Cinematismo

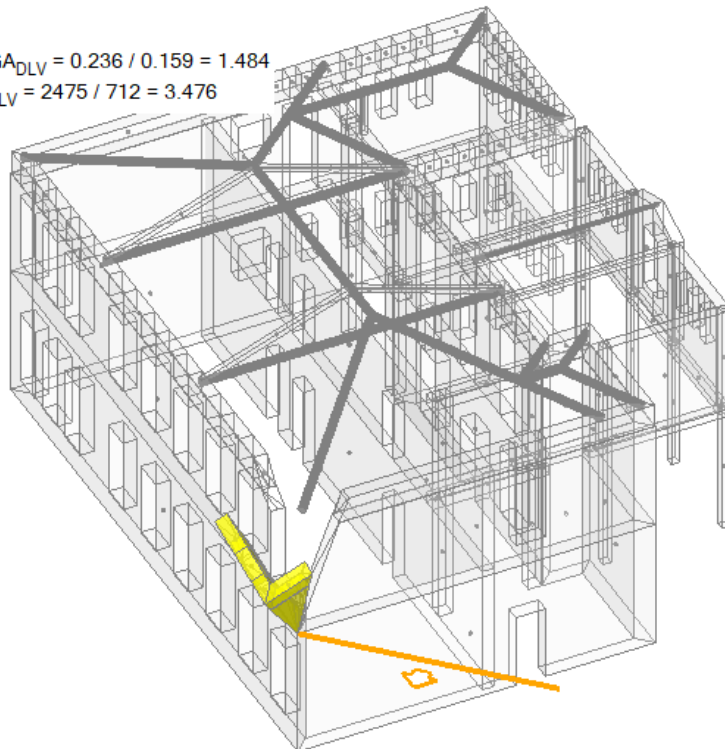
Ribaltamento semplice

$$\alpha_0 = 0.282$$

■ SLV

$$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.236 / 0.159 = 1.484$$

$$TR_{CLV} / TR_{DLV} = 2475 / 712 = 3.476$$



03. Cinematismo

Ribaltamento semplice

$$\alpha_0 = 0.107$$

■ SLV

$$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.186 / 0.159 = 1.170$$

$$TR_{CLV} / TR_{DLV} = 1115 / 712 = 1.566$$



04. Cinematismo

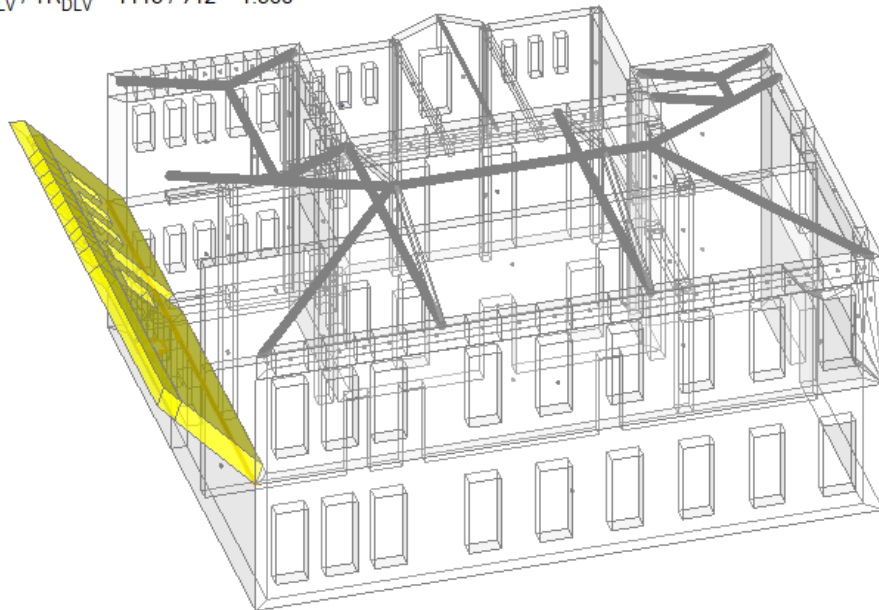
Ribaltamento semplice

$$\alpha_0 = 0.109$$

■ SLV

$$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.186 / 0.159 = 1.170$$

$$TR_{CLV} / TR_{DLV} = 1115 / 712 = 1.566$$



05. Cinematismo

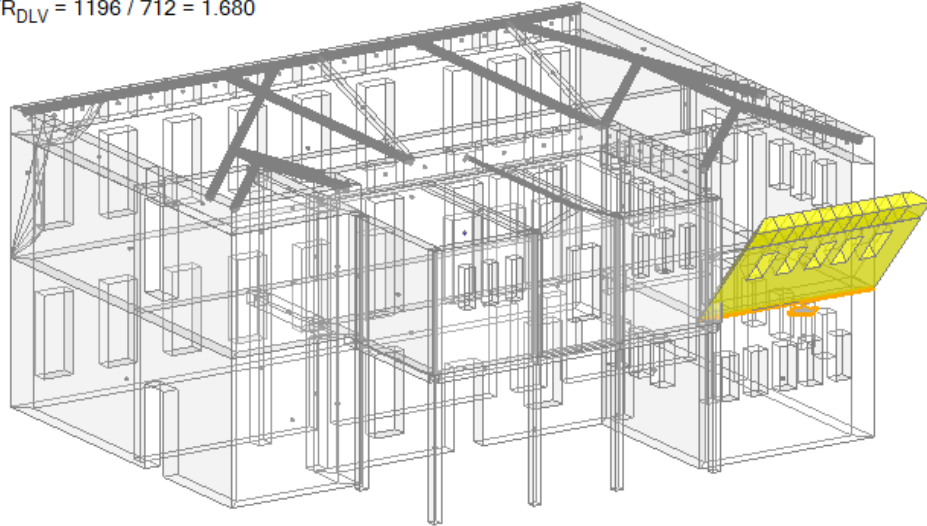
Ribaltamento semplice

$$\alpha_0 = 0.107$$

■ SLV

$$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.189 / 0.159 = 1.189$$

$$TR_{CLV} / TR_{DLV} = 1196 / 712 = 1.680$$



06. Cinematismo

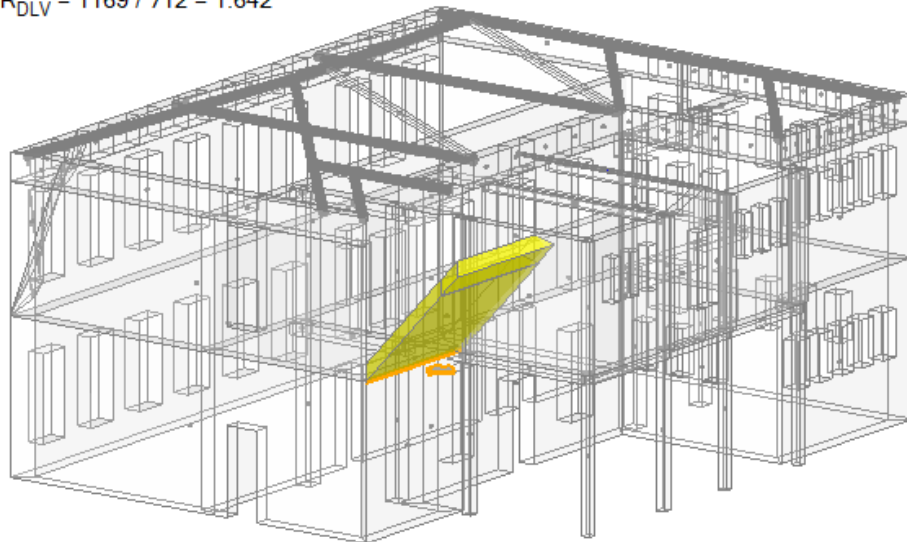
Ribaltamento semplice

$$\alpha_0 = 0.112$$

■ SLV

$$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.189 / 0.159 = 1.189$$

$$TR_{CLV} / TR_{DLV} = 1169 / 712 = 1.642$$



07. Cinematismo

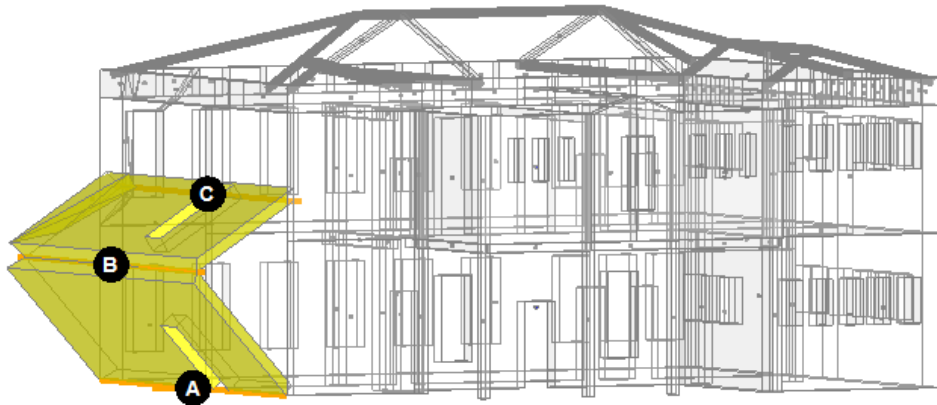
Flessione di parete vincolata ai bordi

$\alpha_0 = 0.201$

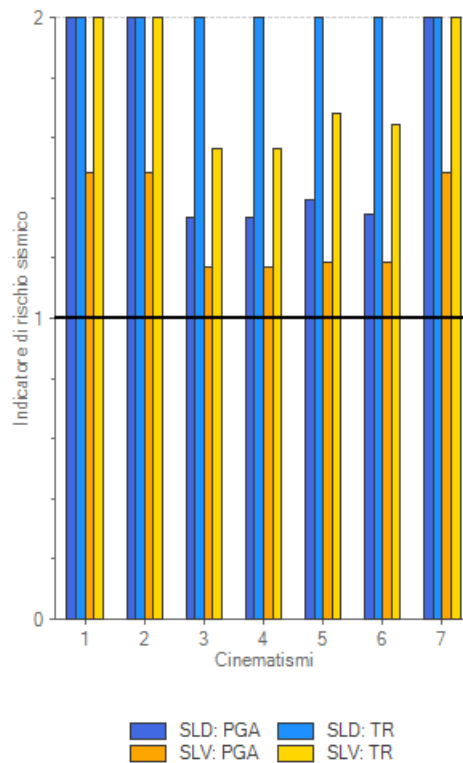
■ SLV

$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.236 / 0.159 = 1.484$

$TR_{CLV} / TR_{DLV} = 2475 / 712 = 3.476$



Riassumendo si riporta il grafico delle verifiche SLD / SLV dei vari meccanismi in termini di PGA (Peak Ground Acceleration) e di TR (Tempo di Ritorno). Gli istogrammi al di sotto dell'unità (indicata con una linea nera) segnalano dei meccanismi non verificati per l'accelerazione tipica del sito e dunque a rischio in caso di evento sismico. Nei grafici è riportato con una linea nera orizzontale il valore dell'indice di vulnerabilità 1, cioè il limite normativo in caso di interventi di adeguamento per edifici in classe d'uso III. Come si può notare per i 7 cinematismi questo valore è raggiunto.



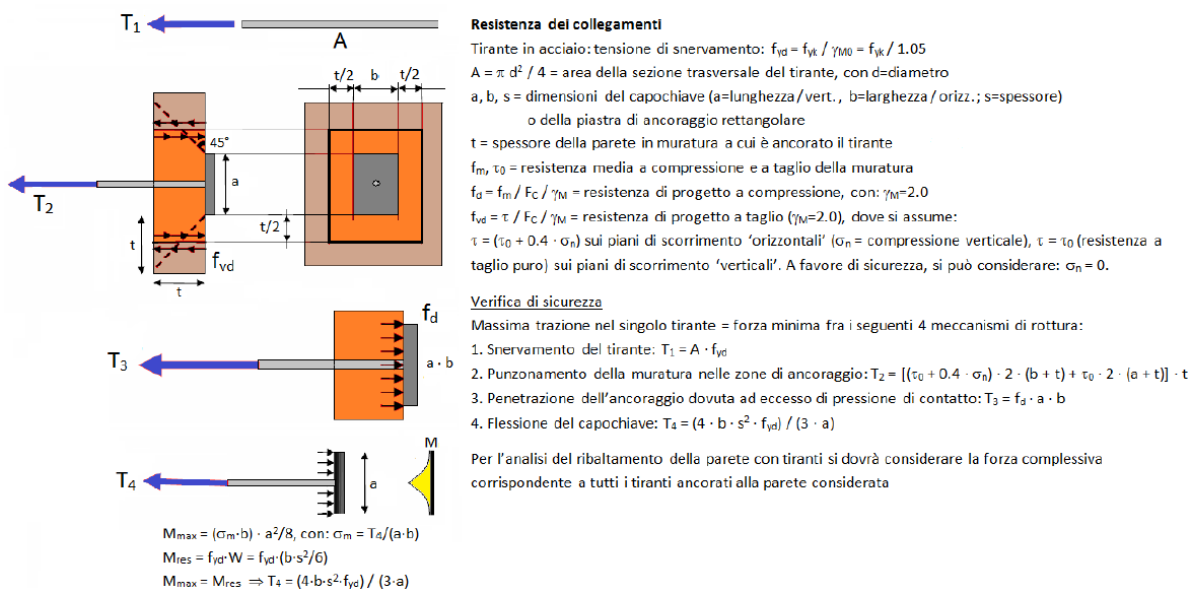
Coefficienti di verifica dei vari meccanismi agli SLD e SLV in termini di PGA e TR

10.3.5 VERIFICA CATENE METALLICHE

L'effetto delle catene metalliche è quello di applicare una precompressione agli elementi in muratura in modo da aumentarne la resistenza. La verifica si effettua confrontando l'azione di compressione legata all'azione di pretensione implementata nel modello globale con le resistenze legate ai due elementi in gioco, in particolare la resistenza propria della catena metallica e la resistenza legata alla pressione esercitata dalla piastra di contrasto sulla muratura.

Il programma, sulla base del materiale implementato e delle geometrie delle piastre e delle catene determina in maniera automatica la resistenza massima del sistema per cui si tratta solo di confrontare l'azione massima implementata nel modello (derivante dal prodotto della pressione applicata per la sezione dell'elemento in muratura) con quella calcolata in automatico dal programma (minimo tra le varie resistenze).

Di seguito si riporta un breve estratto del manuale del software che specifica i 4 possibili meccanismi di rottura del sistema di trattenuta, consentendo al progettista il dimensionamento delle catene e dei capochiave.



L'azione legata alla pretensione massima applicata risulta essere pari a :

$$F = 0.02 \cdot 540 \text{ mm} \cdot 1400 \text{ mm} = 15120 \text{ N} = 1512 \text{ kg}$$

Dato che il programma non elabora piastre tonde, a favore di sicurezza è stata implementata una geometria quadrata equivalente a quella tonda prevista a progetto.

Tirante	
A	531
d	26
f _{yd}	275
Piastre	
a	265
b	265
s	20
Muro iniziale	
Spessore	500
f _m	2.000
τ ₀	0.032
σ _n	0.000
τ	0.032
f _d	0.833
f _{vd}	0.013

Muro finale	
Spessore	500
f _m	2.000
τ ₀	0.032
σ _n	0.000
τ	0.032
f _d	0.833
f _{vd}	0.013

Trazioni	
Snervamento	146.006
Punzonamento	20.400
Penetrazione	58.521
Flessione	146.667

Geometria e resistenza sistema catena e capochiave

I valori sopra riportati sono espressi in kN per cui vanno moltiplicati per un fattore 100 per confrontarli con il valore in kg.

La resistenza minima è data dal contributo al punzonamento pari a 2040kg > 1512kg quindi l'azione di pretensione applicata è inferiore alla massima azione resistente offerta dal sistema.

10.4 COPERTURA

Per il calcolo delle sollecitazioni e per la verifica degli elementi strutturali si è fatto ricorso all'elaboratore elettronico utilizzando il seguente programma di calcolo:

PRO_SAP versione 20.11.0 Licenza: PROFESSIONAL (build 2020-12-191).

Dati generali:

Normativa di riferimento: DM 17/01/2018 NTC

Classe di servizio 2 - (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 l'85% solo per poche settimane all'anno.)

Categoria carichi variabili: Neve (alt. s.l.m. \leq 1000 m)

Dati geometrici:

Dimensioni delle travi in legno: B x H = 14.0 x 20.0 cm, interasse: i = 60.0 cm

A = 280.0 cm², Wx = 933.3 cm³, Jx = 9333.3 cm⁴

Luce di calcolo: L = 571.6 cm

Spessore tavolato in legno: tw = 3.0 cm

Angolo inclinazione della falda $\alpha = 22.0^\circ$

Materiali:

Legno travi:

Classe: GL24h UNI-EN 14080:2013 (lamellare)

Massa volumica caratteristica: $\rho_k = 385.0$ kg/mc

Peso per unità di volume: $\gamma_{\text{legno}} = 420.0$ daN/mc

Modulo elastico medio: $E_m = 115000.0$ daN/cm²

Modulo elastico tangenziale medio: $G_m = 6500.0$ daN/cm²

Moduli elastici per deformazioni a lungo termine:

Classe di servizio 2: $K_{\text{def}} = 0.8$

$E_{m,\text{fin}} = E_m / (1 + K_{\text{def}}) = 63940.0$ daN/cm²

$G_{m,\text{fin}} = G_m / (1 + K_{\text{def}}) = 3611.1$ daN/cm²

$\gamma_m = 1.45$

$K_h = 1.100$

$K_{\text{cf}} = 1.00$

Resistenze caratteristiche:

Flessione: $f_{mk} = 240.0$ daN/cm²

Taglio: $f_{vk} = 35.0$ daN/cm²

Trazione: $f_{tk} = 192.0$ daN/cm²

Resistenze di calcolo:

Con durata dei carichi variabili di breve durata (meno di 1 settimana)

$K_{mod} = 0.900$

Resistenza a flessione: $f_{md} = (f_{mk} K_h K_{mod}) / \gamma_m = 163.86 \text{ daN/cm}^2$

Resistenza a taglio: $f_{vd} = (f_{vk} K_{mod}) / \gamma_m = 21.72 \text{ daN/cm}^2$

Resistenza a trazione: $f_{td} = (f_{tk} K_h K_{mod}) / \gamma_m = 131.09 \text{ daN/cm}^2$

Per soli carichi permanenti:

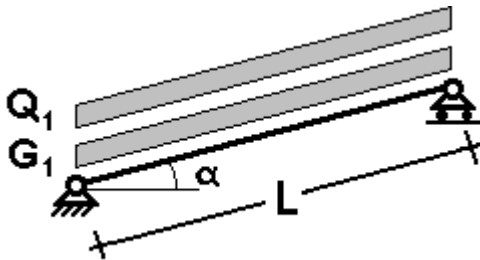
$K_{mod} = 0.600$

Resistenza a flessione: $f_{pmd} = (f_{mk} K_h K_{mod}) / \gamma_m = 109.24 \text{ daN/cm}^2$

Resistenza a taglio: $f_{pvd} = (f_{vk} K_{mod}) / \gamma_m = 14.48 \text{ daN/cm}^2$

Resistenza a trazione: $f_{ptd} = (f_{tk} K_h K_{mod}) / \gamma_m = 87.39 \text{ daN/cm}^2$

Schema statico:



Analisi dei carichi:

Carichi permanenti:

- tavolato in legno	12.6	daN/mq
---------------------	------	--------

g1 =	12.6	daN/mq
------	------	--------

g1 x interasse travi	7.6	daN/m
----------------------	-----	-------

peso proprio trave	11.8	daN/m
--------------------	------	-------

G1 =	19.3	daN/m
------	------	-------

Carichi permanenti non strutturali:

- copertura in coppi	70.0	daN/mq
----------------------	------	--------

- impermeabilizzazione+coibentazione	30.0	daN/mq
--------------------------------------	------	--------

g2 =	100.0	daN/mq
------	-------	--------

G2 = g2 x interasse travi (0.60 m)	60.0	daN/m
------------------------------------	------	-------

Carichi variabili:

q = carico da neve	120.0	daN/mq
--------------------	-------	--------

Q1 = q x interasse travi	72.0	daN/m
--------------------------	------	-------

Verifiche delle travi in legno:

Combinazione di carico: permanenti + variabili ($K_{mod} = 0.900$)

$$Q = G_1 \gamma_{g1} + G_2 \gamma_{g2} + Q_1 \gamma_{q1} = 223.12 \text{ daN/m} \quad (\gamma_{g1} = 1.30; \gamma_{g2} = 1.50; \gamma_{q1} = 1.50)$$

Verifica a flessione:

$$M = (Q L^2) / 8 = 91122.4 \text{ daN cm}$$

$$\sigma_w = M / W_x = 97.6 \text{ daN/cm}^2 < f_{md} = 163.86 \text{ daN/cm}^2 \text{ (Ok)}$$

Verifica a taglio:

$$V = (Q L) / 2 = 637.7 \text{ daN}$$

$$\tau_w = 1,5 V / A = 3.4 \text{ daN/cm}^2 < f_{vd} = 21.72 \text{ daN/cm}^2 \text{ (Ok)}$$

Combinazione di carico: soli carichi permanenti ($K_{mod} = 0.600$)

$$Q = G_1 \gamma_{g1} + G_2 \gamma_{g2} = 115.12 \text{ daN/m} \quad (\gamma_{g1} = 1.30; \gamma_{g2} = 1.50)$$

Verifica a flessione:

$$M = (Q L^2) / 8 = 47014.3 \text{ daN cm}$$

$$\sigma_w = M / W_x = 50.4 \text{ daN/cm}^2 < f_{md} = 109.24 \text{ daN/cm}^2 \text{ (Ok)}$$

Verifica a taglio:

$$V = (Q L) / 2 = 329.0 \text{ daN}$$

$$\tau_w = 1,5 V / A = 1.8 \text{ daN/cm}^2 < f_{pvd} = 14.48 \text{ daN/cm}^2 \text{ (Ok)}$$

Frecce in esercizio:

Deformazione istantanea per effetto dei carichi permanenti:

$$G_k = G_1 + G_2 = 79.32 \text{ daN/m}$$

$$U_{1i} = ((5 G_k L^4) / (384 E_m J_x)) + ((1.2 G_k L^2) / (8 G_m A)) = 10.486 \text{ mm}$$

Deformazione istantanea per effetto dei carichi variabili:

$$U_{2i} = ((5 Q_1 L^4) / (384 E_m J_x)) + ((1.2 Q_1 L^2) / (8 G_m A)) = 9.518 \text{ mm}$$

Deformazione finale per effetto dei carichi permanenti + variabili:

$$U_{fin} = U_{1i} (1 + K_{def}) + U_{2i} (1 + \gamma_2 K_{def}) = 28.392 \text{ mm} \quad (K_{def} = 0.800, \gamma_2 = 0.00):$$

Verifiche di deformazione:

$$U_{2i} / L = 1 / 601 < 1 / 300 \text{ (Ok)}$$

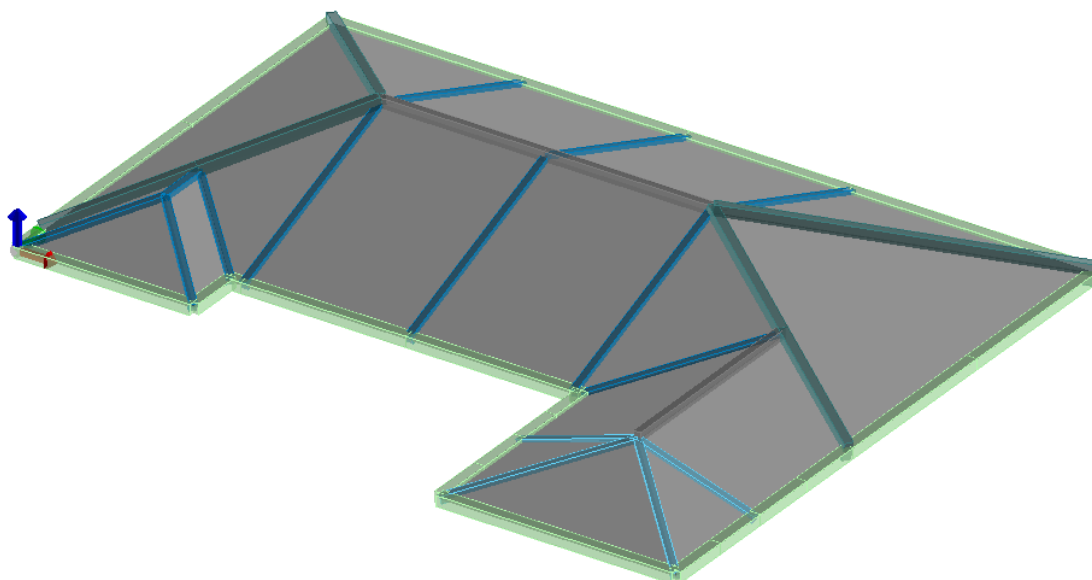
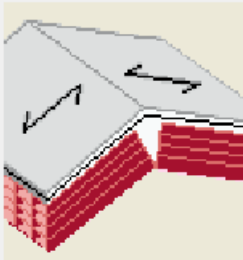
$$U_{fin} / L = 1 / 201 < 1 / 200 \text{ (Ok)}$$

Verifica orditura primaria:

Carico copertura tipico

Stringa identificativa	
Dati di carico	
G1:peso proprio e perm. def...	5.0000e-03 [daN/cm ²]
G2:permanenti NON definiti	8.0000e-03 [daN/cm ²]
Sovraccarico neve	1.2000e-02 [daN/cm ²]
Coefficiente psi0	0.5
Coefficiente psi1	0.2
Coefficiente psi2	0.0
<input type="checkbox"/> Autoportante	
G1iso:quota peso proprio is...	0.0 [daN/cm ²]
Generalità	
Categoria	ND

OK Annulla



Assonometria ingombri con modello Prosap

MODELLAZIONE STRUTTURA : SEZIONI

LEGENDA

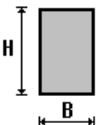
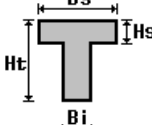
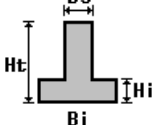
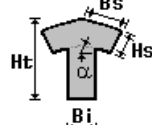
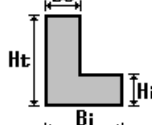
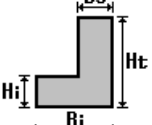
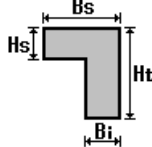
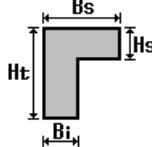
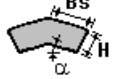
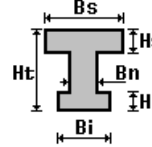
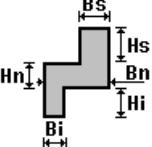
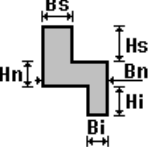
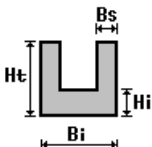
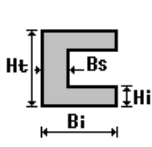
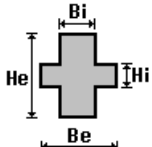
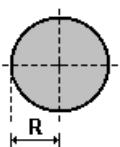
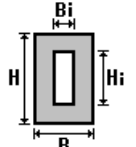
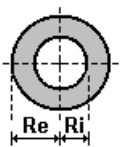
Il programma consente l'uso di sezioni diverse. Sono previsti i seguenti tipi di sezione:

- 1 sezione di tipo generico
- 2 profilati semplici
- 3 profilati accoppiati e speciali

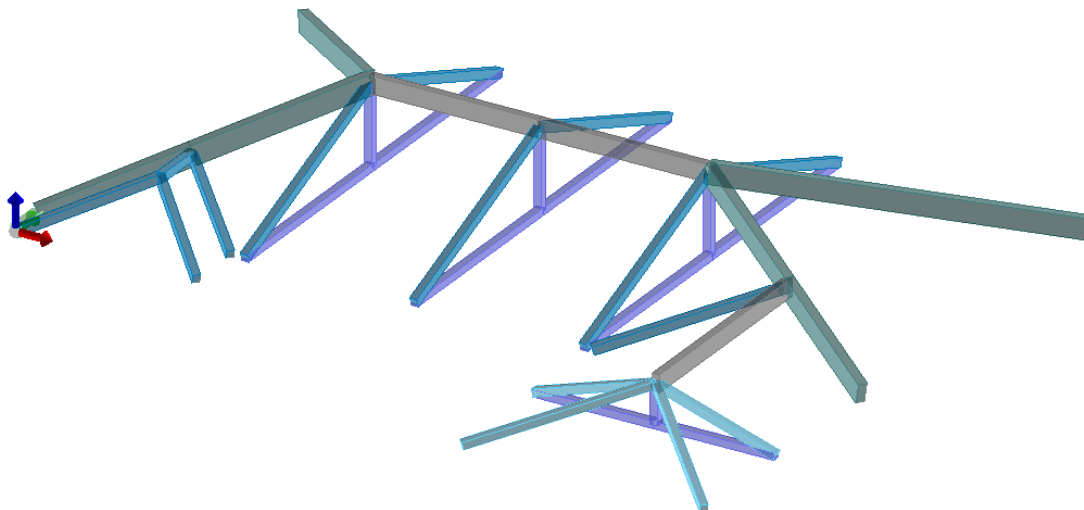
Le sezioni utilizzate nella modellazione sono individuate da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni sezione vengono riportati in tabella i seguenti dati:

Area	area della sezione
A V2	area della sezione/fattore di taglio (per il taglio in direzione 2)
A V3	area della sezione/fattore di taglio (per il taglio in direzione 3)
Jt	fattore torsionale di rigidezza
J2-2	momento d'inerzia della sezione riferito all'asse 2
J3-3	momento d'inerzia della sezione riferito all'asse 3
W2-2	modulo di resistenza della sezione riferito all'asse 2
W3-3	modulo di resistenza della sezione riferito all'asse 3
Wp2-2	modulo di resistenza plastico della sezione riferito all'asse 2
Wp3-3	modulo di resistenza plastico della sezione riferito all'asse 3

I dati sopra riportati vengono utilizzati per la determinazione dei carichi inerziali e per la definizione delle rigidezze degli elementi strutturali; qualora il valore di Area V2 (e/o Area V3) sia nullo la deformabilità per taglio V2 (e/o V3) è trascurata. La valutazione delle caratteristiche inerziali delle sezioni è condotta nel riferimento 2-3 dell'elemento.

 rettangolare	 a T	 a T rovescia	 a T di colmo	 a L	 a L specchiata
 a L specchiata rovescia	 a L rovescia	 a L di colmo	 a doppio T	 a quattro specchiata	 a quattro
 a U	 a C	 a croce	 circolare	 rettangolare cava	 circolare cava

Id	Tipo	Area	A V2	A V3	Jt	J 2-2	J 3-3	W 2-2	W 3-3	Wp 2-2	Wp 3-3
		cm2	cm2	cm2	cm4	cm4	cm4	cm3	cm3	cm3	cm3
1	Rettangolare: b=20 h=48	960.00	800.00	800.00	9.440e+04	3.200e+04	1.843e+05	3200.00	7680.00	4800.00	1.152e+04
2	Rettangolare: b=20 h=24	480.00	400.00	400.00	3.189e+04	1.600e+04	2.304e+04	1600.00	1920.00	2400.00	2880.00
3	Rettangolare: b=24 h=56	1344.00	1120.00	1120.00	1.884e+05	6.451e+04	3.512e+05	5376.00	1.254e+04	8064.00	1.882e+04
5	Rettangolare: b=20 h=20	400.00	333.33	333.33	2.249e+04	1.333e+04	1.333e+04	1333.33	1333.33	2000.00	2000.00
6	Rettangolare: b=20 h=20	400.00	333.33	333.33	2.249e+04	1.333e+04	1.333e+04	1333.33	1333.33	2000.00	2000.00



Mappa cromatica: rif.tabella sezioni- Id.1 grigio, id.2 blu, id.3 verde. Id.5 azzurro, id.6 viola

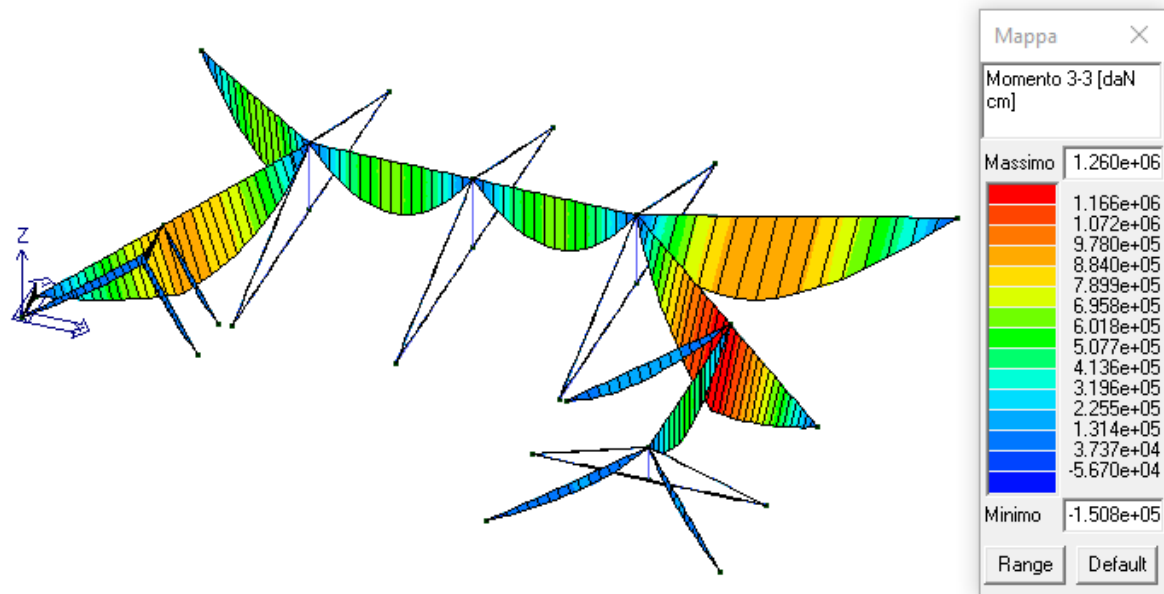
Casi di carico

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
1	Ggk	CDC=Ggk (peso proprio della struttura)	
2	Gsk	CDC=G1sk (permanente solai-coperture)	
3	Gsk	CDC=G2sk (permanente solai-coperture n.c.d.)	
4	Qnk	CDC=Qnk (carico da neve)	

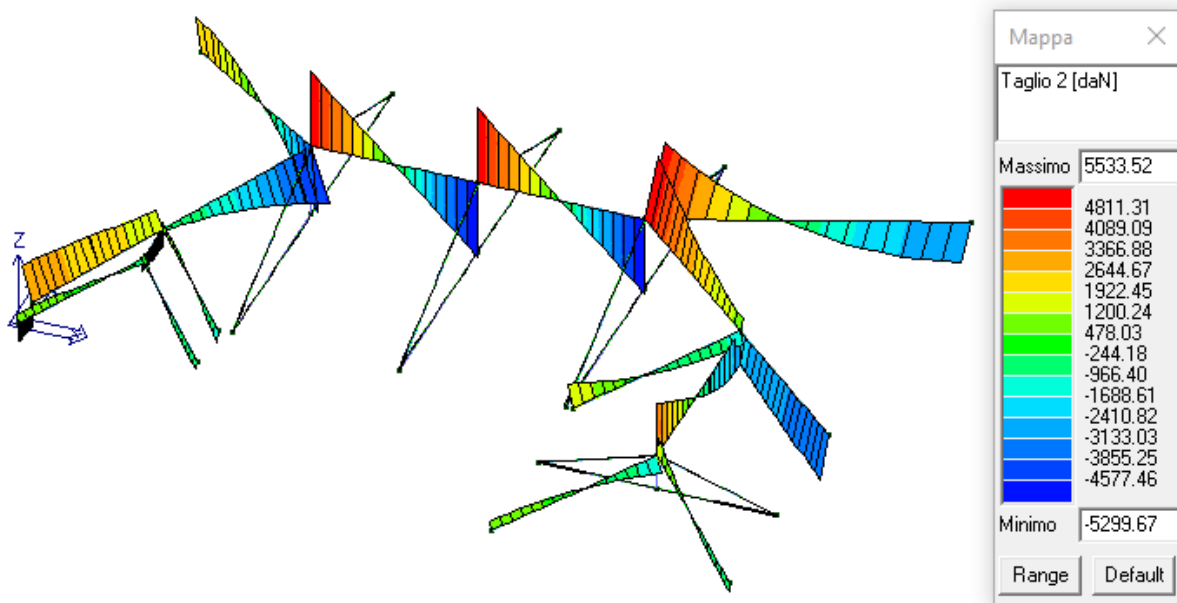
Combinazioni

Cmb	Tipo	Sigla Id
1	SLU	Comb. SLU A1 1
2	SLU	Comb. SLU A1 2
3	SLU	Comb. SLU A1 3
4	SLU	Comb. SLU A1 4
5	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 5
6	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 6

Cmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...	CDC 3/17...	CDC 4/18...
1	1.30	1.30	1.50	0.0
2	1.30	1.30	1.50	1.50
3	1.00	1.00	0.80	0.0
4	1.00	1.00	0.80	1.50
5	1.00	1.00	1.00	0.0
6	1.00	1.00	1.00	1.00



Momento flettente massimo SLU



Taglio massimo SLU

VERIFICHE S.L. TRAVI IN LEGNO

Le verifiche sono condotte in ottemperanza alle NTC 17 Gennaio 2018:

NTC 2018

- 4.4.8 Stati limite ultimi
- 4.4.8.1.7 Tensoflessione
- 4.4.8.1.8 Pressoflessione
- 4.4.8.1.11 Taglio e torsione
- 4.4.8.2.1 Elementi inflessi
- 4.4.8.2.2 Elementi compressi

Simbologia adottata nelle tabelle di verifica

Le verifiche effettuate ai sensi delle NTC 2018 sono dettagliatamente riportate come da tabella seguente:

Elem.	Numero dell'elemento
Tipo	Codice di individuazione del tipo di elemento: Trave (T), Pilastro (P), Asta (A)
Stato	Codice della verifica: ok verificato, NV non verificato
Note	Numero della sezione (s) e del materiale (m) dell'archivio
Ver N+/M	Verifica come da formule 4.4.6a e 4.4.6b per tensoflessione, con i valori di km definiti nel par. 4.4.8.1.6
Ver N-/M	Verifica come da formule 4.4.7a e 4.4.7b per pressoflessione, con i valori di km definiti nel par. 4.4.8.1.6
Ver V/T	Verifica come da formula 4.4.10 (taglio torsione) con interazione ottenuta per quadratura del termine di taglio
Ver N(s)	Verifica instabilità a compressione come da par. 4.4.8.2.2
Kcy(z)	Fattore di instabilità Kcrit,c utilizzato nella formula 4.4.13, in funzione della snellezza relativa
Ver M(s)	Verifica instabilità laterale come da par. 4.4.8.2.1, effettuata in entrambi i piani principali y e z
Kcrit (y)/(z)	Fattore di instabilità laterale utilizzato nella formula 4.4.11 rispettivamente per la flessione y e z
w _{net R}	Massima deformazione in combinazione rara (F frequente, P quasi permanente)
w _{net Ri}	Massima deformazione in combinazione rara (F frequente, P quasi permanente) valutata a tempo infinito
kdef	Fattore di deformazione dell' elemento
Rif. cmb	Numero della combinazione in cui si è attinto il valore riportato per le verifiche

Si sottolinea che le cinque verifiche sono espresse dal rapporto tra domanda e capacità, affinché la verifica sia positiva il rapporto deve essere inferiore o uguale a 1. La capacità è affetta dal termine **kmod**, espressione della classe di servizio e della durata dei carichi (si considera a livello di combinazione il caso di carico di minor durata).

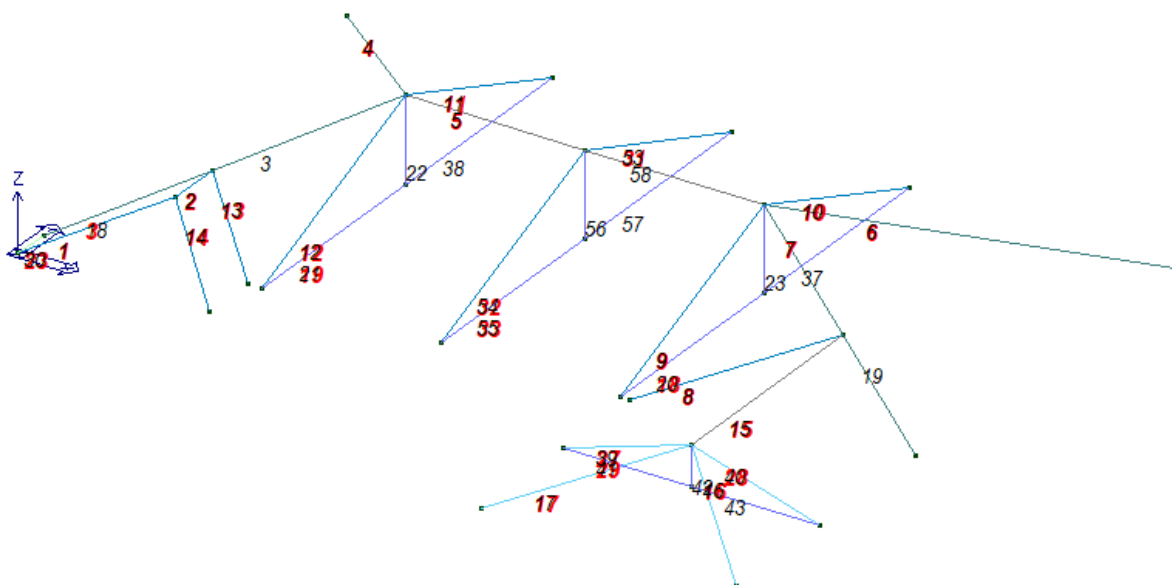
Le deformazioni dell' elemento espresse in rapporto ad un millesimo di lunghezza sono rappresentate dal valore istantaneo e dal valore a tempo infinito. Il valore della deformazione a tempo infinito per una combinazione di carichi è ottenuta sommando per ogni caso di carico sia il valore istantaneo che il valore ottenuto dall' aliquota quasi-permanente amplificata del fattore kdef (formula 2.2 e 2.3).

In termini analitici il contributo del caso di carico con coefficiente di combinazione **Psi** (diverso da 0) è:

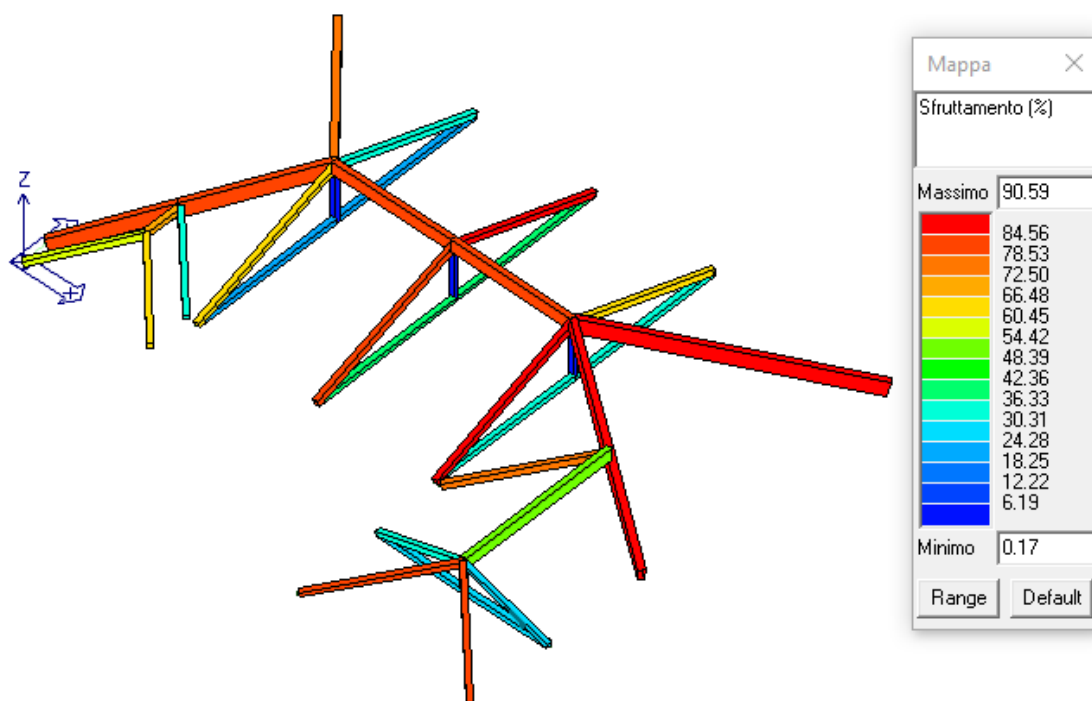
Psi + kdef × Psi2

Elem.	Note	Pos. cm	Ver N+/M	Ver N-/M	Ver V/T	Rif. cmb	Ver N(s)	Kcy	Kcz	Ver M(s)	Kcrit(y)	Kcrit(z)	Rif. cmb
1 ok T,s=2,m=129		0.0		3.18e-05	2.83e-02	0,2,2	7.45e-03	0.9	0.8	7.45e-03	1.0	1.0	2,2
		368.0		0.5	9.51e-03	0,2,2	0.5	0.9	0.8	0.2	1.0	1.0	2,2
2 ok T,s=2,m=129		0.0	0.7		4.23e-02	2,0,2				0.4	1.0	1.0	0,2
		146.0	0.0		9.65e-02	1,0,2				0.0	1.0	1.0	0,1
3 ok T,s=3,m=129		0.0		0.6	3.67e-04	0,2,2	0.8	0.9	0.2	0.6	1.0	1.0	2,2
		461.4		4.66e-03	0.2	0,2,2	0.3	0.9	0.2	0.3	1.0	1.0	2,2
4 ok T,s=3,m=129		0.0		1.75e-02	3.95e-02	0,2,2	0.5	0.9	0.3	0.5	1.0	1.0	2,2
		828.7		1.49e-02	0.1	0,2,2	0.5	0.9	0.3	0.5	1.0	1.0	2,2
5 ok T,s=1,m=129		0.0		3.33e-02	0.4	0,2,2	0.3	1.0	0.5	0.3	1.0	1.0	2,2
		468.7		3.33e-02	0.4	0,2,2	0.3	1.0	0.5	0.3	1.0	1.0	2,2
6 ok T,s=3,m=129		0.0		1.14e-02	0.2	0,2,2	0.5	0.8	0.2	0.5	1.0	1.0	2,2
		937.0		1.39e-02	6.37e-02	0,2,2	0.6	0.8	0.2	0.6	1.0	1.0	2,2
7 ok T,s=3,m=129		0.0		2.28e-03	0.2	0,2,2	6.36e-02	0.9	0.8	6.36e-02	1.0	1.0	2,2
		443.8		0.8	8.92e-03	0,2,2	0.9	0.9	0.8	0.7	1.0	1.0	2,2
8 ok T,s=2,m=129		0.0		1.11e-04	0.2	0,2,2	2.16e-02	0.7	0.5	2.16e-02	1.0	1.0	2,2
		492.5		0.0	6.20e-02	0,1,2	0.0	0.7	0.5	0.0	1.0	1.0	2,2
9 ok T,s=2,m=129		0.0		8.26e-02	7.19e-04	0,2,1	0.9	0.4	0.3	0.9	1.0	1.0	2,2
		620.3		8.21e-02	7.19e-04	0,2,1	0.9	0.4	0.3	0.9	1.0	1.0	2,2
10 ok T,s=2,m=129		0.0		2.54e-02	8.07e-04	0,2,1	0.5	0.4	0.3	0.5	1.0	1.0	2,2
		629.7		2.57e-02	8.07e-04	0,2,1	0.5	0.4	0.3	0.5	1.0	1.0	2,2
11 ok T,s=2,m=129		0.0		5.26e-03	6.84e-04	0,2,1	0.2	0.4	0.3	0.2	1.0	1.0	2,2
		629.7		5.39e-03	6.84e-04	0,2,1	0.2	0.4	0.3	0.2	1.0	1.0	2,2
12 ok T,s=2,m=129		0.0		3.25e-02	6.48e-04	0,2,1	0.6	0.4	0.3	0.6	1.0	1.0	2,2
		620.3		3.21e-02	6.48e-04	0,2,1	0.6	0.4	0.3	0.6	1.0	1.0	2,2
13 ok T,s=2,m=129		0.0		9.85e-06	2.43e-02	0,2,2	4.07e-03	0.9	0.8	4.07e-03	1.0	1.0	2,2
		361.3		1.35e-04	8.24e-02	0,2,2	1.51e-02	0.9	0.8	1.51e-02	1.0	1.0	2,2
14 ok T,s=2,m=129		0.0	0.6	0.0	1.24e-02	2,0,2	0.0	0.9	0.8	0.2	1.0	1.0	0,2
		368.0	0.0	1.34e-05	3.10e-02	0,2,2	4.84e-03	0.9	0.8	4.84e-03	1.0	1.0	2,2
15 ok T,s=1,m=129		0.0	4.28e-03		0.2	2,0,2				0.0	1.0	1.0	0,1
		610.0	4.28e-03		9.76e-02	2,0,2				0.0	1.0	1.0	0,1
16 ok T,s=5,m=129		0.0		4.36e-04	0.2	0,2,2	4.17e-02	0.5	0.5	4.17e-02	1.0	1.0	2,2
		485.5		9.18e-04	4.86e-02	0,2,2	6.06e-02	0.5	0.5	6.06e-02	1.0	1.0	2,2
17 ok T,s=5,m=129		0.0	4.47e-02		4.86e-02	2,0,2				0.0	1.0	1.0	0,4
		485.5	5.65e-02		0.2	2,0,2				0.0	1.0	1.0	0,1
18 ok T,s=3,m=129		0.0		6.33e-03	6.98e-02	0,2,2	0.3	0.9	0.2	0.3	1.0	1.0	2,2
		399.4		0.6	1.86e-02	0,2,2	0.8	0.9	0.2	0.7	1.0	1.0	2,2
19 ok T,s=3,m=129		0.0		0.8	3.97e-02	0,2,2	0.9	0.9	0.8	0.7	1.0	1.0	2,2
		414.3		4.08e-03	0.1	0,2,2	7.93e-02	0.9	0.8	7.93e-02	1.0	1.0	2,2
20 ok T,s=6,m=129		0.0	0.4		4.57e-04	2,0,1				0.0	1.0	1.0	0,2
		580.0	0.4		9.29e-04	2,0,1				7.73e-03	1.0	1.0	0,1
21 ok T,s=6,m=129		0.0	0.2		4.02e-04	2,0,1				0.0	1.0	1.0	0,2
		580.0	0.2		9.58e-04	2,0,1				1.08e-02	1.0	1.0	0,1
22 ok P,s=6,m=129		0.0	5.05e-03		2.56e-05	1,0,1							0,0
		220.0	6.61e-03		2.56e-05	1,0,1							0,0
23 ok P,s=6,m=129		0.0	4.91e-03		5.88e-05	1,0,2							0,0
		220.0	6.47e-03		5.88e-05	1,0,2							0,0
37 ok T,s=6,m=129		0.0	0.4		9.50e-04	2,0,1				7.73e-03	1.0	1.0	0,1
		590.0	0.4		4.79e-04	2,0,1				0.0	1.0	1.0	0,1
...													
58 ok T,s=1,m=129		468.7	0.6	3.33e-02	0.4	0,2,2	0.3	1.0	0.5	0.3	1.0	1.0	2,2
Elem.			Ver N+/M	Ver N-/M	Ver V/T		Ver N(s)	Kcy	Kcz	Ver M(s)	Kcrit(y)	Kcrit(z)	
			0.68	0.82	0.44		0.90	0.44	0.21	0.90	1.00	1.00	

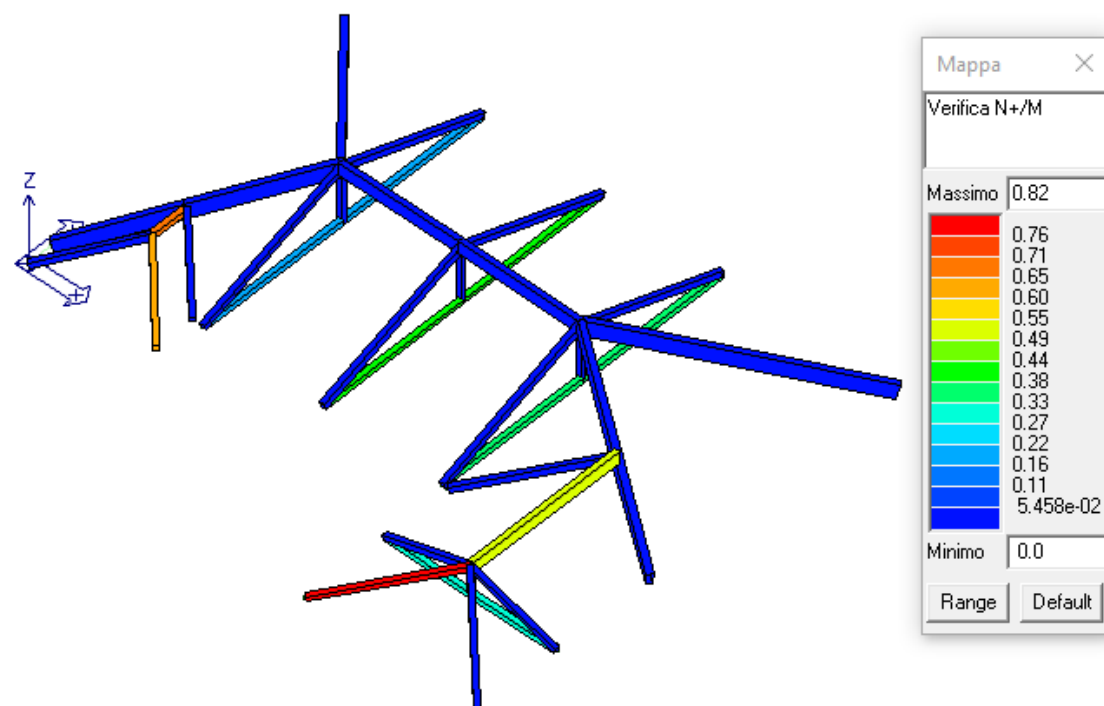
Elem.	w,net R	w,net F	w,net P	Rif. cmb	Kdef	w,net Ri	w,net Fi	w,net Pi	Rif. cmb
1	5.0			6,0,0	0.8	8.9			6,0,0
2	2.7			6,0,0	0.8	4.9			6,0,0
3	2.3			6,0,0	0.8	4.1			6,0,0
4	1.1			6,0,0	0.8	1.9			6,0,0
5	1.2			6,0,0	0.8	2.1			6,0,0
6	1.7			6,0,0	0.8	3.0			6,0,0
7	2.9			6,0,0	0.8	5.1			6,0,0
8	3.6			6,0,0	0.8	6.5			6,0,0
9	1.1			6,0,0	0.8	1.9			6,0,0
10	1.1			6,0,0	0.8	1.9			6,0,0
11	0.6			6,0,0	0.8	1.0			6,0,0
12	0.5			6,0,0	0.8	1.0			6,0,0
13	3.9			6,0,0	0.8	7.0			6,0,0
14	5.0			6,0,0	0.8	8.9			6,0,0
15	2.4			6,0,0	0.8	4.4			6,0,0
16	3.0			6,0,0	0.8	5.5			6,0,0
17	3.0			6,0,0	0.8	5.5			6,0,0
18	3.5			6,0,0	0.8	6.3			6,0,0
19	4.7			6,0,0	0.8	8.4			6,0,0
20	1.1			6,0,0	0.8	2.1			6,0,0
21	0.6			6,0,0	0.8	1.1			6,0,0
22	0.1			6,0,0	0.8	0.2			6,0,0
23	0.6			6,0,0	0.8	1.0			6,0,0
37	1.1			6,0,0	0.8	2.0			6,0,0
38	0.6			6,0,0	0.8	1.1			6,0,0
39	1.1			6,0,0	0.8	2.0			6,0,0
40	1.1			6,0,0	0.8	2.0			6,0,0
41	1.2			6,0,0	0.8	2.1			6,0,0
42	1.2			6,0,0	0.8	2.2			6,0,0
43	1.2			6,0,0	0.8	2.1			6,0,0
53	1.4			6,0,0	0.8	2.6			6,0,0
54	1.5			6,0,0	0.8	2.6			6,0,0
55	1.5			6,0,0	0.8	2.8			6,0,0
56	0.2			6,0,0	0.8	0.4			6,0,0
57	1.5			6,0,0	0.8	2.7			6,0,0
58	1.2			6,0,0	0.8	2.1			6,0,0
Elem.	w,net R 4.97	w,net F	w,net P			w,net Ri 8.94	w,net Fi	w,net Pi	



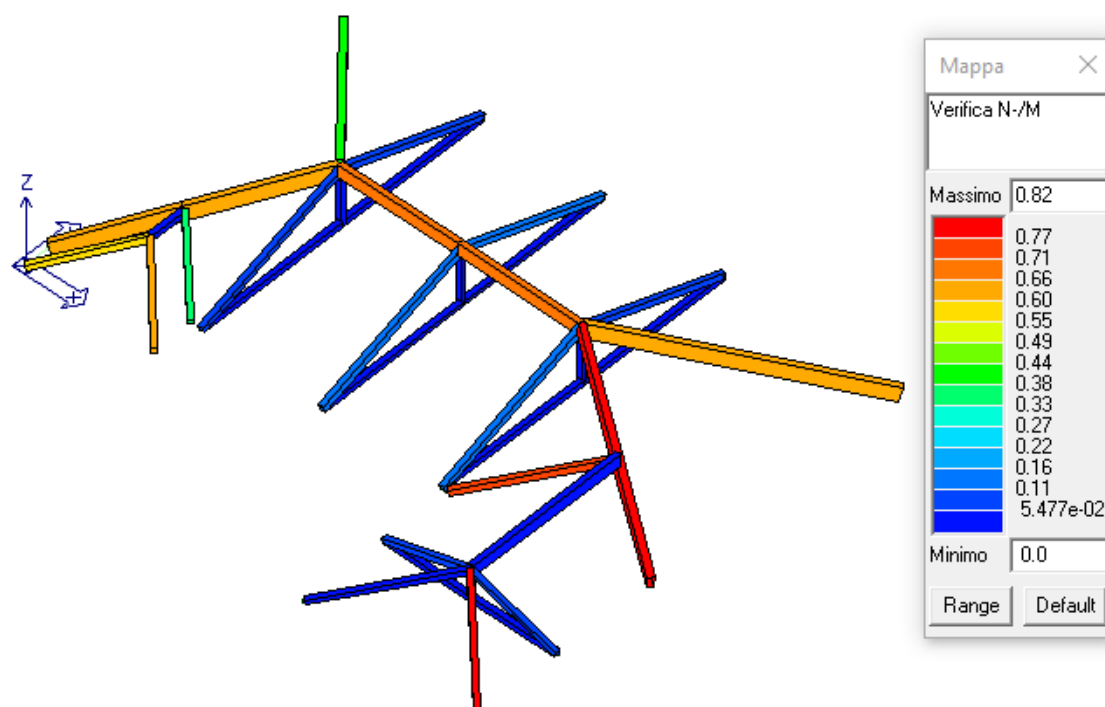
Numerazione D2 e travate



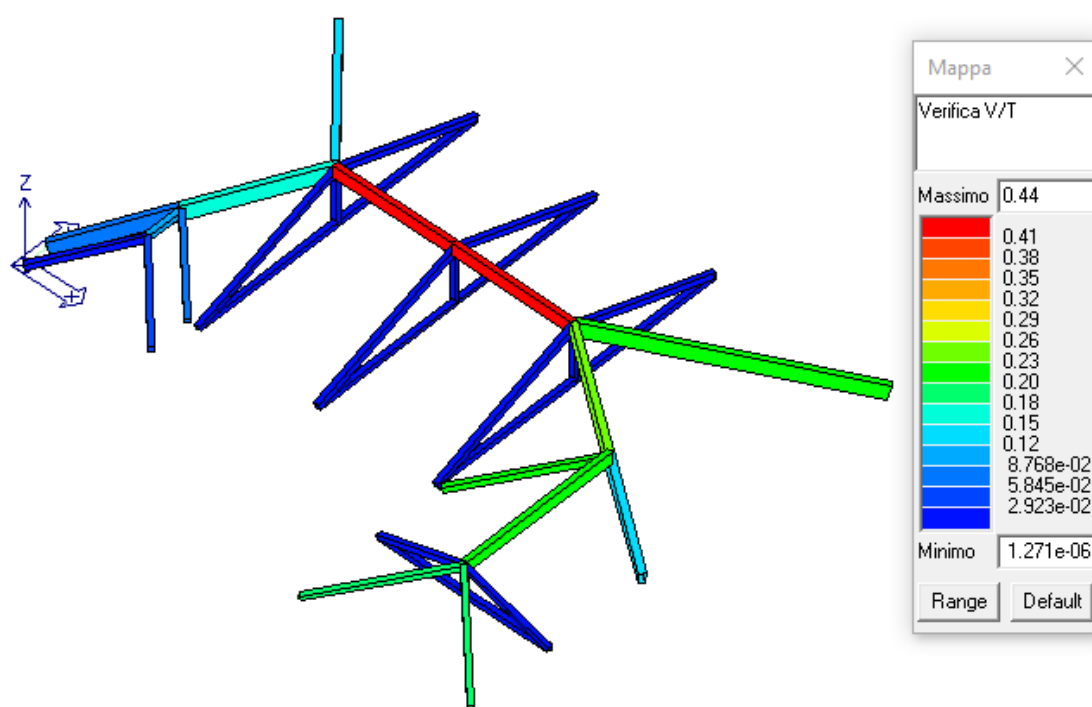
Percentuale sfruttamento materiale



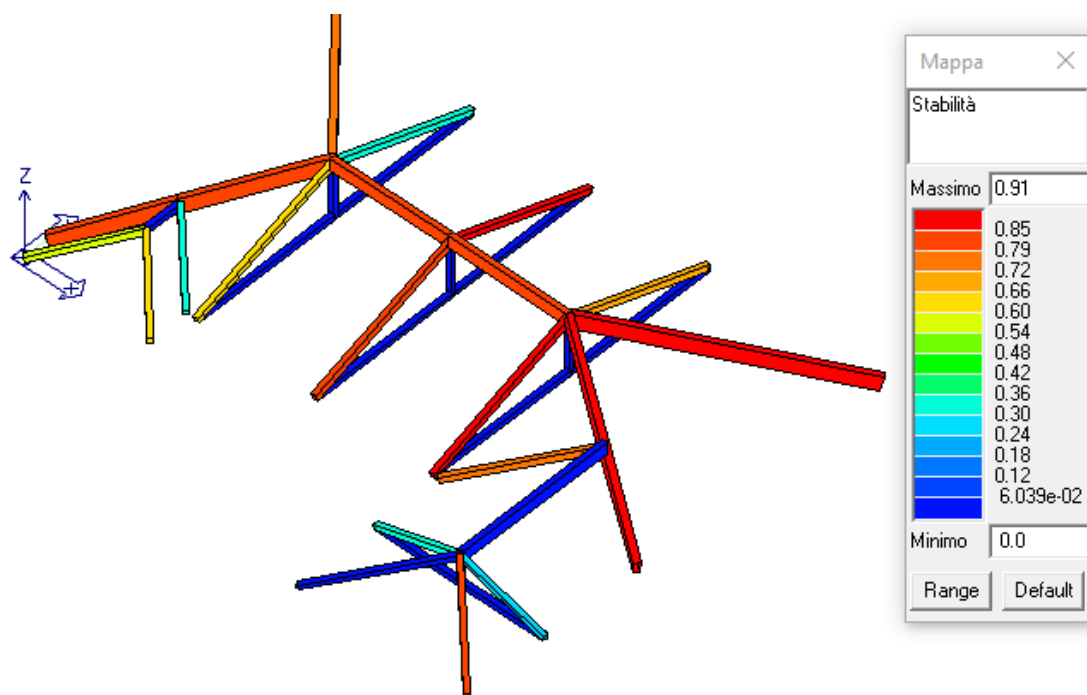
Verifica tensoflessione



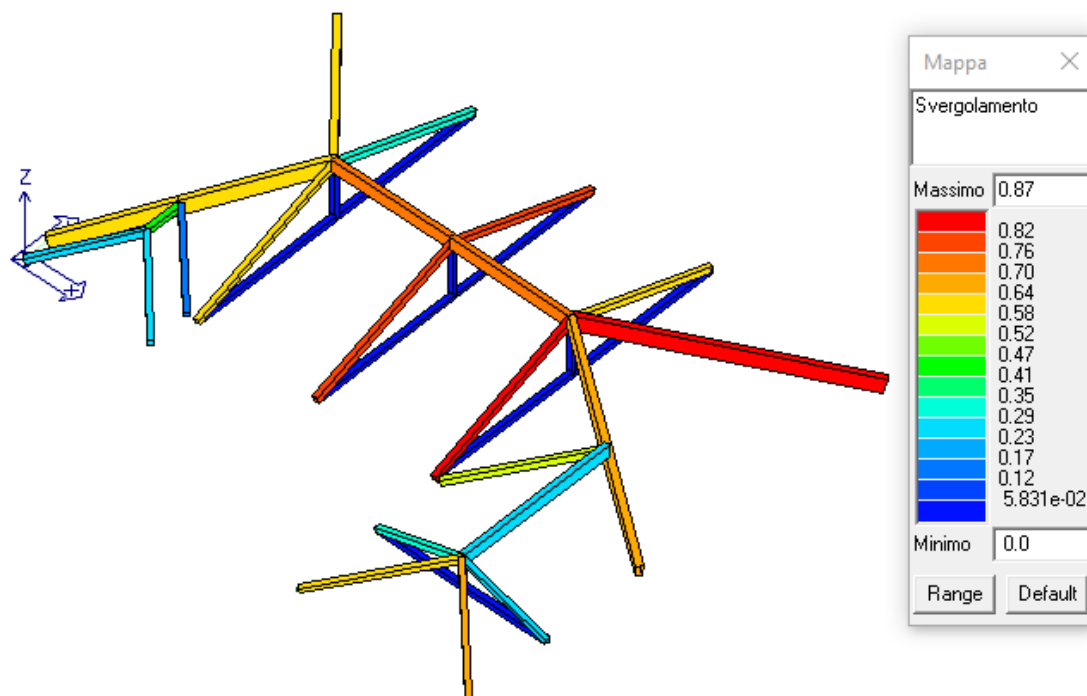
Verifica pressoflessione



Verifica taglio-torsione

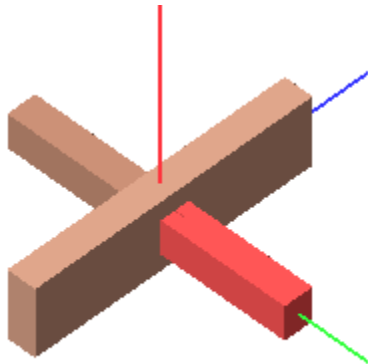


Verifica stabilità



Verifica svergolamento

VERIFICA CONNESSIONE LEGNO-LEGNO – Capriata Colmo



Classe di servizio 2

L'opera 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 supera l'85% solo per poche settimane all'anno.

Coefficiente di sicurezza utilizzato

$$\gamma_M = 1.45$$

Trave lato 2+

Dimensioni sezione ($B_{el} \times H_{el}$): 200 x 240 mm

Legno: GL24h - UNI EN 14080:2013

Essenza: conifere

Massa volumica caratteristica:

$$\rho_k = 385 \text{ Kg/m}^3$$

Massa volumica media:

$$\rho_m = 420 \text{ Kg/m}^3$$

Resistenza caratteristica a trazione parallela alle fibre:

$$f_{t,0,k} = 19.20 \text{ N/mm}^2$$

Resistenza caratteristica a trazione ortogonale alle fibre:

$$f_{t,90,k} = 0.50 \text{ N/mm}^2$$

Resistenza caratteristica a compressione parallela alle fibre:

$$f_{c,0,k} = 24.00 \text{ N/mm}^2$$

Resistenza caratteristica a compressione ortogonale alle fibre:

$$f_{c,90,k} = 2.50 \text{ N/mm}^2$$

Resistenza caratteristica a taglio:

$$f_{v,k} = 3.50 \text{ N/mm}^2$$

Resistenza caratteristica a flessione:

$$f_{m,k} = 24.00 \text{ N/mm}^2$$

Coefficiente correttivo k_{mod} :

Classe durata carico	permanente	lunga	media	breve	istantanea
Classe di servizio 1	0.60	0.70	0.80	0.90	1.10
Classe di servizio 2	0.60	0.70	0.80	0.90	1.10
Classe di servizio 3	0.50	0.55	0.65	0.70	0.90

Dati unione

Unione realizzata con l'utilizzo di una staffa d'acciaio a T con l'ala fissata al continuo e l'anima inserita nell'elemento: la staffa ha dimensioni ($S_s \times H_s \times L_{anima} \times B_{ala}$) 5 x 200 x 80 x 150 mm.

Materiale staffa: Acciaio S275

Tensione caratteristica di snervamento:

$$f_{yk} = 275 \text{ N/mm}^2$$

Tensione caratteristica di rottura:

$$f_{tk} = 430 \text{ N/mm}^2$$

Dati connettori elemento-staffa

Spinotti: M12

Diametro

$$\varnothing = 12 \text{ mm}$$

Limite "Johansen" per E_{fune}

$$L_{Ef} = 0 \%$$

Numero

$$n = 6 \text{ (6 righe e 1 colonna)}$$

Materiale: Classe 4.6

Tensione di snervamento:

$$f_{yb} = 240 \text{ N/mm}^2$$

Tensione di rottura:

$$f_{tb} = 400 \text{ N/mm}^2$$

Dati connettori staffa-continuo

Chiodi (installazione con preforatura dell'elemento ligneo): 6.0 x 80

Diametro $\varnothing = 6.00 \text{ mm}$

Diametro testa $\varnothing_t = 12.00 \text{ mm}$

Lunghezza $L = 80 \text{ mm}$

Limite "Johansen" per E_{fune} $L_{Ef} = 15 \%$

Numero $n = 36$ (9 righe e 4 colonne)

Materiale: Classe 4.6

Tensione di snervamento: $f_{yb} = 240 \text{ N/mm}^2$

Tensione di rottura: $f_{tb} = 400 \text{ N/mm}^2$

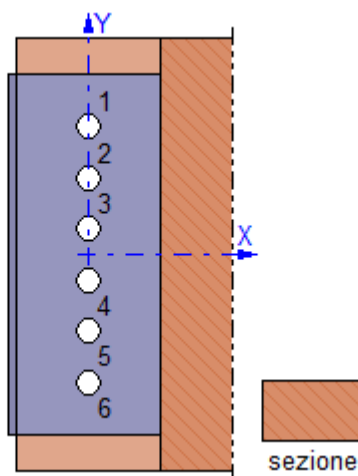
Sollecitazioni nella sezione d'attacco dell'elemento:

N.C.D.	V2 [N]	V3 [N]	N [N]	M2 [N mm]	M3 [N mm]	T [N mm]
1.1.M	53000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Nota: la prima colonna della tabella riporta il numero del nodo (N), il numero della combinazione (C) e l'iniziale della classe di durata del carico (D: Permanente; Lunga durata; Media durata; Breve durata; Istantaneo).

Verifica unione elemento-staffa a T

N	X [mm]	Y [mm]
1	0.0	71.4
2	0.0	42.9
3	0.0	14.3
4	0.0	-14.3
5	0.0	-42.9
6	0.0	-71.4



Verifiche "lato legno" (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Capacità caratteristica a estrazione dello spinotto

$F_{ax,Rk} =$

0 N

Momento caratteristico di snervamento

$M_{y,Rk} = 0.3 \cdot f_{tb} \cdot \varnothing^{2.6} = 76745.4 \text{ N mm}$

Resistenza caratteristica a rifollamento par. alle fibre

$f_{h,0,k} = 0.082 \cdot (1 - 0.01 \cdot \varnothing) \cdot \rho_k = 27.78 \text{ N/mm}^2$

Coefficiente di essenza legnosa

$k_{90} = 1.35 + 0.015 \cdot \varnothing = 1.530$

Angolo di inclinazione del carico rispetto alle fibre

$\alpha = 90.00000^\circ$

Resistenza caratteristica a rifollamento secondo α

$f_{h,\alpha,k} = f_{h,0,k} / (k_{90} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) = 18.16 \text{ N/mm}^2$

Equazioni di Johansen: piastra di qualunque spessore elemento centrale di una connessione a doppio taglio.

Capacità di carico per piano di taglio

$F_{v,Rk} = \min [F_{v,Rk,f} , F_{v,Rk,g} , F_{v,Rk,h}] = 9405.4 \text{ N}$

$\bullet F_{v,Rk,f} = f_{h,\alpha,k} \cdot t \cdot \varnothing =$

21244.8 N

$\bullet F_{v,Rk,g} = f_{h,\alpha,k} \cdot t \cdot \varnothing \cdot [(2 + 4 \cdot M_{y,Rk} / (f_{h,\alpha,k} \cdot \varnothing \cdot t^2))^{0.5} - 1] + E_{fune,g} =$

9893.1 N

$\bullet F_{v,Rk,h} = 2.3 \cdot (M_{y,Rk} \cdot f_{h,\alpha,k} \cdot \varnothing)^{0.5} + E_{fune,h} =$

9405.4 N

$\bullet E_{fune,g} = \min [L_{Ef} \cdot F_{v,Rk,g} , F_{ax,Rk} / 4] =$

0.0 N

$\bullet E_{fune,h} = \min [L_{Ef} \cdot F_{v,Rk,h} , F_{ax,Rk} / 4] =$

0.0 N

Resistenza di progetto dello spinotto per piano di taglio

$F_{v,Rd} = k_{mod} \cdot F_{v,Rk} / \gamma_m = 5189.2 \text{ N}$

Numero efficace spinotti per ogni gruppo par. alle fibre:

Carico parallelo alle fibre

$n_{ef,\parallel} = n = 1.000$

Carico perpendicolare alle fibre

$n_{ef,\perp} = n = 1.000$

Carico reale (secondo α)

$n_{ef,\alpha} = n_{ef,\parallel} + (n_{ef,\perp} - n_{ef,\parallel}) \cdot \alpha / 90 = 1.000$

Numero di gruppi par. alle fibre

$n_g = 6$

Resistenza di progetto del giunto per piano di taglio	$F_{v,G,Rd} = n_{ef,\alpha} \cdot n_g \cdot F_{v,Rd} =$	31135.1 N
Forza agente sul giunto per piano di taglio	$F_{v,Ed} =$	26500.0 N
» $F_{v,Ed} / F_{v,G,Rd} = 0.851128$ Ok		

Verifiche "lato acciaio" (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Calcolo resistenze

Resistenza a taglio degli spinotti		$F_{vb,Rd} = 0.5 \cdot f_{tb} \cdot 2 \cdot A_{res} / \gamma_{M2} =$			27143.4 N
Conn.	$F_{b,x,Rd}$ [N]	$F_{v,x,Rd}$ [N]	$F_{b,y,Rd}$ [N]	$F_{v,y,Rd}$ [N]	
1	48000.0	27143.4	37800.3	27143.4	
2	26434.0	26434.0	24900.3	24900.3	
3	26434.0	26434.0	24900.3	24900.3	
4	26434.0	26434.0	24900.3	24900.3	
5	26434.0	26434.0	24900.3	24900.3	
6	48000.0	27143.4	37813.5	27143.4	

Legenda

$F_{b,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \emptyset \cdot S_s / \gamma_{M2}$	resistenza a rifollamento anima staffa in direzione x
$F_{v,x,Rd} = \min [F_{vb,Rd} , F_{b,x,Rd}]$	resistenza a taglio di progetto in direzione x
$F_{b,y,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \emptyset \cdot S_s / \gamma_{M2}$	resistenza a rifollamento anima staffa in direzione y
$F_{v,y,Rd} = \min [F_{vb,Rd} , F_{b,y,Rd}]$	resistenza a taglio di progetto in direzione y

Verifica connettori

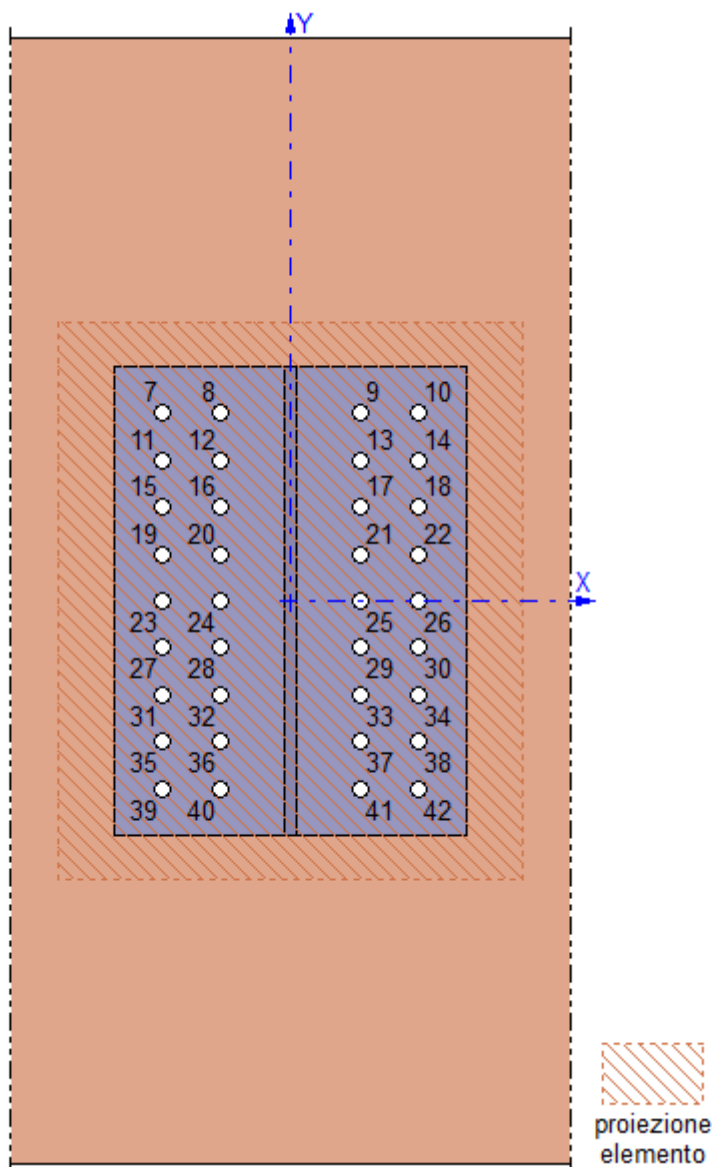
Conn.	$F_{v,Ed}$ [N]	$F_{v,Rd}$ [N]	FV	VER
1	8833.3	27143.4	0.325433	Ok
2	8833.3	24900.3	0.354748	Ok
3	8833.3	24900.3	0.354748	Ok
4	8833.3	24900.3	0.354748	Ok
5	8833.3	24900.3	0.354748	Ok
6	8833.3	27143.4	0.325433	Ok

Legenda

$F_{v,Ed}$	forza di taglio agente sullo spinotto
$F_{v,Rd}$	resistenza a taglio di progetto dello spinotto
$FV = F_{v,Ed} / F_{v,Rd}$	
VER $\rightarrow FV \leq 1$	

Verifica unione staffa a T-continuo

N	X [mm]	Y [mm]
7	-55.0	80.0
8	-30.0	80.0
9	30.0	80.0
10	55.0	80.0
11	-55.0	60.0
12	-30.0	60.0
13	30.0	60.0
14	55.0	60.0
15	-55.0	40.0
16	-30.0	40.0
17	30.0	40.0
18	55.0	40.0
19	-55.0	20.0
20	-30.0	20.0
21	30.0	20.0
22	55.0	20.0
23	-55.0	0.0
24	-30.0	0.0
25	30.0	0.0
26	55.0	0.0
27	-55.0	-20.0
28	-30.0	-20.0
29	30.0	-20.0
30	55.0	-20.0
31	-55.0	-40.0
32	-30.0	-40.0
33	30.0	-40.0
34	55.0	-40.0
35	-55.0	-60.0
36	-30.0	-60.0
37	30.0	-60.0
38	55.0	-60.0
39	-55.0	-80.0
40	-30.0	-80.0
41	30.0	-80.0
42	55.0	-80.0



Verifiche "lato legno" (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Capacità caratteristica a estrazione del chiodo

$$F_{ax,Rk} = f_{ax,k} \cdot \varnothing \cdot t_{pen} \cdot k_{rid} =$$

1334.0 N

$f_{ax,k} = 20 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_k^2$ resistenza caratteristica a estrazione della punta del chiodo

t_{pen} lunghezza di penetrazione della punta del chiodo

k_{rid} coefficiente riduttivo: 1 se $t_{pen} \geq 12\varnothing$; $(t_{pen}/4\varnothing - 2)$ se $12\varnothing > t_{pen} > 8\varnothing$; 0 se $t_{pen} \leq 8\varnothing$

Momento caratteristico di snervamento

$$M_{y,Rk} = 0.3 \cdot f_{tb} \cdot \varnothing^{2.6} = 12658.3 \text{ N mm}$$

Resistenza caratteristica a rifollamento par. alle fibre

$$f_{h,0,k} = 0.082 \cdot (1 - 0.01 \cdot \varnothing) \cdot \rho_k = 29.68 \text{ N/mm}^2$$

Coefficiente di essenza legnosa

$$k_{90} = 1.35 + 0.015 \cdot \varnothing = 1.440$$

Angolo di inclinazione del carico rispetto alle fibre

$$\alpha = 90.00000^\circ$$

Resistenza caratteristica a rifollamento secondo α

$$f_{h,\alpha,k} = f_{h,0,k} / (k_{90} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) = 20.61 \text{ N/mm}^2$$

Equazioni di Johansen: piastra "intermedia" in una connessione a singolo taglio. Capacità di carico calcolata per interpolazione tra i valori ottenuti considerando la piastra come "sottile" e come "spessa".

1) Piastra "sottile".

Capacità di carico per piano di taglio

$$F_{v,Rk,1} = \min [F_{v,Rk,a} , F_{v,Rk,b}] =$$

2339.9 N

$$\bullet F_{v,Rk,a} = 0.4 \cdot f_{h,\alpha,k} \cdot t \cdot \varnothing =$$

2339.9 N

$$\bullet F_{v,Rk,b} = 1.15 \cdot (2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,\alpha,k} \cdot \varnothing)^{0.5} + E_{fune,b} =$$

3709.5 N

$$\bullet E_{fune,b} = \min [L_{Ef} \cdot F_{v,Rk,b} , F_{ax,Rk} / 4] =$$

305.2 N

2) Piastra "spessa".

Capacità di carico per piano di taglio $F_{v,Rk,2} = \min [F_{v,Rk,c} , F_{v,Rk,d} , F_{v,Rk,e}] = 3211.0 \text{ N}$

- $F_{v,Rk,c} = f_{h,\alpha,k} \cdot t \cdot \emptyset \cdot [(2 + 4 \cdot M_{y,Rk} / (f_{h,\alpha,k} \cdot \emptyset \cdot t^2))^{0.5} - 1] + E_{fune,c} = 4411.3 \text{ N}$
- $F_{v,Rk,d} = 2.3 \cdot (M_{y,Rk} \cdot f_{h,\alpha,k} \cdot \emptyset)^{0.5} + E_{fune,d} = 3211.0 \text{ N}$
- $F_{v,Rk,e} = f_{h,\alpha,k} \cdot t \cdot \emptyset = 9273.7 \text{ N}$
- $E_{fune,c} = \min [L_{Ef} \cdot F_{v,Rk,c} , F_{ax,Rk} / 4] = 333.5 \text{ N}$
- $E_{fune,d} = \min [L_{Ef} \cdot F_{v,Rk,d} , F_{ax,Rk} / 4] = 333.5 \text{ N}$

3) Interpolazione.

Capacità di carico per piano di taglio $F_{v,Rk} = F_{v,Rk,1} + \Delta F_{v,Rk,2-1} \cdot (S_s - 0.5 \cdot \emptyset) / (0.5 \cdot \emptyset) = 2920.6 \text{ N}$

Resistenza di progetto del chiodo per piano di taglio $F_{v,Rd} = k_{mod} \cdot F_{v,Rk} / \gamma_m = 1611.4 \text{ N}$

Numero efficace chiodi per ogni gruppo par. alle fibre:

Carico parallelo alle fibre $n_{ef,||} = \min [n , n^{0.9} \cdot (a_1 / (13 \cdot \emptyset))^{0.25}] = 2.620$
 $(a_1 = 25.00 \text{ mm interasse connettori in direzione delle fibre})$

Carico perpendicolare alle fibre $n_{ef,\perp} = n = 4.000$

Carico reale (secondo α) $n_{ef,\alpha} = n_{ef,||} + (n_{ef,\perp} - n_{ef,||}) \cdot \alpha / 90 = 4.000$

Numero di gruppi par. alle fibre $n_g = 9$

Resistenza di progetto del giunto per piano di taglio $F_{v,G,Rd} = n_{ef,\alpha} \cdot n_g \cdot F_{v,Rd} = 58009.4 \text{ N}$

Forza agente sul giunto per piano di taglio $F_{v,Ed} = 53000.0 \text{ N}$

Resistenza di progetto ad estrazione del chiodo $F_{ax,Rd} = k_{mod} \cdot F_{ax,Rk} / \gamma_m = 736.0 \text{ N}$

Numero efficace chiodi presenti nel giunto $n_{ef} = n = 36$

Resistenza di progetto ad estrazione del giunto $F_{ax,G,Rd} = n_{ef} \cdot F_{ax,Rd} = 26496.5 \text{ N}$

Forza assiale agente sul giunto $F_{ax,Ed} = 0.0 \text{ N}$

» $F_{ax,Ed} / F_{ax,G,Rd} + F_{v,Ed} / F_{v,G,Rd} = 0.913646 \text{ Ok}$

Verifiche "lato acciaio"

Calcolo resistenze

Resistenza a trazione dei chiodi $F_{tb,Rd} = 0.9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 8143.0 \text{ N}$

Resistenza a punzonamento ala staffa $B_{p,Rd} = 0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot S_s \cdot f_{tk} / \gamma_{M2} = 38905.5 \text{ N}$

Resistenza a trazione di progetto $F_{t,Rd} = \min [F_{tb,Rd} , B_{p,Rd}] = 8143.0 \text{ N}$

Resistenza a taglio dei chiodi $F_{vb,Rd} = 0.5 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 4523.9 \text{ N}$

Conn.	$F_{b,x,Rd} [\text{N}]$	$F_{v,x,Rd} [\text{N}]$	$F_{b,y,Rd} [\text{N}]$	$F_{v,y,Rd} [\text{N}]$
7	13230.8	4523.9	13230.8	4523.9
8	10088.5	4523.9	5251.6	4523.9
9	10088.5	4523.9	5251.6	4523.9
10	13230.8	4523.9	13230.8	4523.9
11	2401.9	2401.9	6780.8	4523.9
12	1831.4	1831.4	2691.4	2691.4
13	1831.4	1831.4	2691.4	2691.4
14	2401.9	2401.9	6780.8	4523.9
15	2401.9	2401.9	6780.8	4523.9
16	1831.4	1831.4	2691.4	2691.4
17	1831.4	1831.4	2691.4	2691.4
18	2401.9	2401.9	6780.8	4523.9
19	2401.9	2401.9	6780.8	4523.9
20	1831.4	1831.4	2691.4	2691.4
21	1831.4	1831.4	2691.4	2691.4
22	2401.9	2401.9	6780.8	4523.9
23	2401.9	2401.9	6780.8	4523.9
24	1831.4	1831.4	2691.4	2691.4
25	1831.4	1831.4	2691.4	2691.4

26	2401.9	2401.9	6780.8	4523.9
27	2401.9	2401.9	6780.8	4523.9
28	1831.4	1831.4	2691.4	2691.4
29	1831.4	1831.4	2691.4	2691.4
30	2401.9	2401.9	6780.8	4523.9
31	2401.9	2401.9	6780.8	4523.9
32	1831.4	1831.4	2691.4	2691.4
33	1831.4	1831.4	2691.4	2691.4
34	2401.9	2401.9	6780.8	4523.9
35	2401.9	2401.9	6780.8	4523.9
36	1831.4	1831.4	2691.4	2691.4
37	1831.4	1831.4	2691.4	2691.4
38	2401.9	2401.9	6780.8	4523.9
39	13230.8	4523.9	13230.8	4523.9
40	10088.5	4523.9	5251.6	4523.9
41	10088.5	4523.9	5251.6	4523.9
42	13230.8	4523.9	13230.8	4523.9

Legenda

$$F_{b,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \emptyset \cdot S_s / \gamma_{M2}$$

resistenza a rifollamento ala staffa in direzione x

$$F_{v,x,Rd} = \min [F_{vb,Rd} , F_{b,x,Rd}]$$

resistenza a taglio di progetto in direzione x

$$F_{b,y,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \emptyset \cdot S_s / \gamma_{M2}$$

resistenza a rifollamento ala staffa in direzione y

$$F_{v,y,Rd} = \min [F_{vb,Rd} , F_{b,y,Rd}]$$

resistenza a taglio di progetto in direzione y

Verifica connettori

- Taglio e trazione (Nodo n. 1, CMB n. 1)

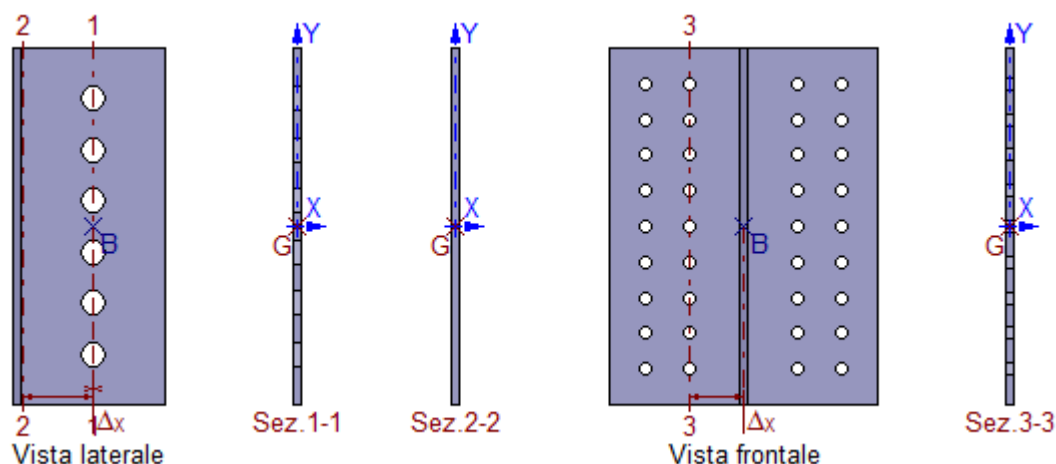
Conn.	$F_{v,Ed}$ [N]	$F_{v,Rd}$ [N]	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	FV_1	VER
7	1472.2	4523.9	0.0	8143.0	0.325433	Ok
8	1472.2	4523.9	0.0	8143.0	0.325433	Ok
9	1472.2	4523.9	0.0	8143.0	0.325433	Ok
10	1472.2	4523.9	0.0	8143.0	0.325433	Ok
11	1472.2	4523.9	0.0	8143.0	0.325433	Ok
12	1472.2	2691.4	0.0	8143.0	0.547001	Ok
13	1472.2	2691.4	0.0	8143.0	0.547001	Ok
14	1472.2	4523.9	0.0	8143.0	0.325433	Ok
15	1472.2	4523.9	0.0	8143.0	0.325433	Ok
16	1472.2	2691.4	0.0	8143.0	0.547001	Ok
17	1472.2	2691.4	0.0	8143.0	0.547001	Ok
18	1472.2	4523.9	0.0	8143.0	0.325433	Ok
19	1472.2	4523.9	0.0	8143.0	0.325433	Ok
20	1472.2	2691.4	0.0	8143.0	0.547001	Ok
21	1472.2	2691.4	0.0	8143.0	0.547001	Ok
22	1472.2	4523.9	0.0	8143.0	0.325433	Ok
23	1472.2	4523.9	0.0	8143.0	0.325433	Ok
24	1472.2	2691.4	0.0	8143.0	0.547001	Ok
25	1472.2	2691.4	0.0	8143.0	0.547001	Ok
26	1472.2	4523.9	0.0	8143.0	0.325433	Ok
27	1472.2	4523.9	0.0	8143.0	0.325433	Ok
28	1472.2	2691.4	0.0	8143.0	0.547001	Ok
29	1472.2	2691.4	0.0	8143.0	0.547001	Ok
30	1472.2	4523.9	0.0	8143.0	0.325433	Ok
31	1472.2	4523.9	0.0	8143.0	0.325433	Ok
32	1472.2	2691.4	0.0	8143.0	0.547001	Ok
33	1472.2	2691.4	0.0	8143.0	0.547001	Ok
34	1472.2	4523.9	0.0	8143.0	0.325433	Ok
35	1472.2	4523.9	0.0	8143.0	0.325433	Ok
36	1472.2	2691.4	0.0	8143.0	0.547001	Ok
37	1472.2	2691.4	0.0	8143.0	0.547001	Ok
38	1472.2	4523.9	0.0	8143.0	0.325433	Ok
39	1472.2	4523.9	0.0	8143.0	0.325433	Ok
40	1472.2	4523.9	0.0	8143.0	0.325433	Ok
41	1472.2	4523.9	0.0	8143.0	0.325433	Ok

42	1472.2	4523.9	0.0	8143.0	0.325433	Ok
• Trazione (Nodo n. 1, CMB n. 1)						
Conn.	F _{t,Ed} [N]	F _{t,Rd} [N]	FV ₂	VER		
7	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
8	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
9	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
10	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
11	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
12	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
13	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
14	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
15	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
16	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
17	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
18	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
19	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
20	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
21	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
22	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
23	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
24	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
25	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
26	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
27	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
28	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
29	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
30	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
31	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
32	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
33	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
34	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
35	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
36	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
37	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
38	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
39	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
40	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
41	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
42	0.0	8143.0	0.000000	Ok		

• Legenda

F_{v,Ed} forza di taglio agente sul chiodo
 F_{v,Rd} resistenza a taglio di progetto del chiodo
 F_{t,Ed} forza di trazione agente sul chiodo
 F_{t,Rd} resistenza a trazione di progetto del chiodo
 $FV_1 = F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / (1.4 \cdot F_{t,Rd})$
 $FV_2 = F_{t,Ed} / F_{t,Rd}$
 VER → $FV_i \leq 1$

Verifica staffa a T



Caratteristiche sezioni

Sez.	Δx	Y_G	X_G	A	A_{vy}	A_{vx}	J_{xG}	W_{xG}^*	J_{yG}	W_{yG}^*
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm ²]	[mm ²]	[mm ²]	[mm ⁴]	[mm ³]	[mm ⁴]	[mm ³]
1-1	0.00	0.00	0.00	610.0	610.0	-	2404855	24048	-	-
2-2	40.00	0.00	0.00	1000.0	1000.0	1000.0	3333333	33333	2083	833
3-3	30.00	0.00	0.00	685.0	685.0	685.0	2493333	24933	1792	717

*valori minimi

Sollecitazioni massime

Sez.	Nodo.CMB	V_y [N]	V_x [N]	N [N]	M_y [N mm]	M_x [N mm]
1-1	1.1	-53000.0	-	0.0	-	0.0
2-2	1.1	-53000.0	0.0	0.0	0.0	2120000.0
3-3	1.1	-26500.0	0.0	0.0	0.0	-795000.0

Tensioni massime

Sez.	τ_{MED} [N/mm ²]	σ_{MAX} [N/mm ²]	σ_{ID} [N/mm ²]	FV	VER
1-1	86.89	0.00	150.49	0.57	Ok
2-2	53.00	63.60	111.68	0.43	Ok
3-3	38.69	-31.89	74.21	0.28	Ok

Legenda

$FV = \sigma_{ID} / f_d$ ($f_d = f_{yk} / \gamma_{M0} = 261.90 \text{ N/mm}^2$)

VER $\rightarrow FV \leq 1$

Trave lato 2-

Dimensioni sezione ($B_{el} \times H_{el}$): 200 x 240 mm

Legno: GL24h - UNI EN 14080:2013

Essenza: conifere

Massa volumica caratteristica:

$\rho_k = 385 \text{ Kg/m}^3$

Massa volumica media:

$\rho_m = 420 \text{ Kg/m}^3$

Resistenza caratteristica a trazione parallela alle fibre:

$f_{t,0,k} = 19.20 \text{ N/mm}^2$

Resistenza caratteristica a trazione ortogonale alle fibre:

$f_{t,90,k} = 0.50 \text{ N/mm}^2$

Resistenza caratteristica a compressione parallela alle fibre:

$f_{c,0,k} = 24.00 \text{ N/mm}^2$

Resistenza caratteristica a compressione ortogonale alle fibre:

$f_{c,90,k} = 2.50 \text{ N/mm}^2$

Resistenza caratteristica a taglio:

$f_{v,k} = 3.50 \text{ N/mm}^2$

Resistenza caratteristica a flessione:

$f_{m,k} = 24.00 \text{ N/mm}^2$

Coefficiente correttivo k_{mod} :

Classe durata carico	permanente	lunga	media	breve	istantanea
Classe di servizio 1	0.60	0.70	0.80	0.90	1.10
Classe di servizio 2	0.60	0.70	0.80	0.90	1.10
Classe di servizio 3	0.50	0.55	0.65	0.70	0.90

Dati unione

Unione realizzata con l'utilizzo di una staffa d'acciaio a T con l'ala fissata al continuo e l'anima inserita nell'elemento: la staffa ha dimensioni ($S_s \times H_s \times L_{anima} \times B_{ala}$) 5 x 200 x 80 x 150 mm.

Materiale staffa: Acciaio S275

Tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} = 275 \text{ N/mm}^2$

Tensione caratteristica di rottura: $f_{tk} = 430 \text{ N/mm}^2$

Dati connettori elemento-staffa

Spinotti: M12

Diametro $\varnothing = 12 \text{ mm}$

Limite "Johansen" per E_{fune} $L_{Ef} = 0 \%$

Numero $n = 6$ (6 righe e 1 colonne)

Materiale: Classe 4.6

Tensione di snervamento: $f_{yb} = 240 \text{ N/mm}^2$

Tensione di rottura: $f_{tb} = 400 \text{ N/mm}^2$

Dati connettori staffa-continuo

Chiodi (installazione con preforatura dell'elemento ligneo): 6.0 x 80

Diametro $\varnothing = 6.00 \text{ mm}$

Diametro testa $\varnothing_t = 12.00 \text{ mm}$

Lunghezza $L = 80 \text{ mm}$

Limite "Johansen" per E_{fune} $L_{Ef} = 15 \%$

Numero $n = 36$ (9 righe e 4 colonne)

Materiale: Classe 4.6

Tensione di snervamento: $f_{yb} = 240 \text{ N/mm}^2$

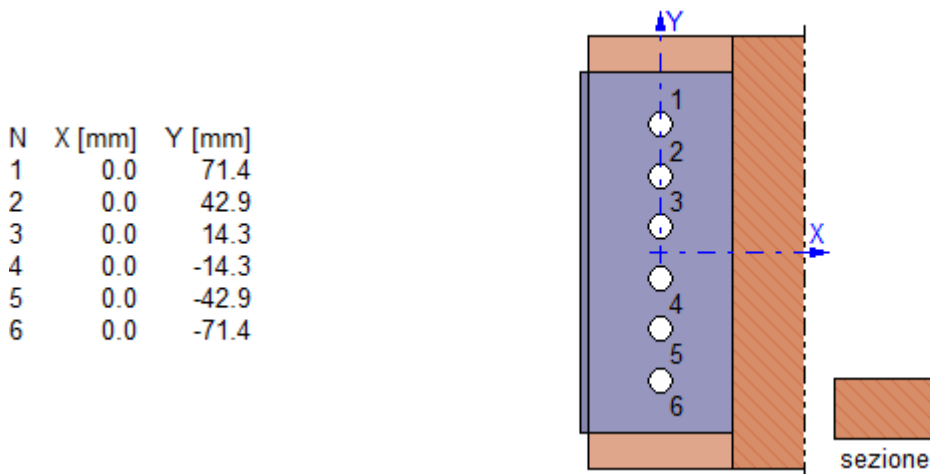
Tensione di rottura: $f_{tb} = 400 \text{ N/mm}^2$

Sollecitazioni nella sezione d'attacco dell'elemento:

N.C.D.	V2 [N]	V3 [N]	N [N]	M2 [N mm]	M3 [N mm]	T [N mm]
1.1.M	53000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Nota: la prima colonna della tabella riporta il numero del nodo (N), il numero della combinazione (C) e l'iniziale della classe di durata del carico (D: Permanente; Lunga durata; Media durata; Breve durata; Istantaneo).

Verifica unione elemento-staffa a T



Verifiche "lato legno" (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Capacità caratteristica a estrazione dello spinotto

$$F_{ax,Rk} =$$

0 N

Momento caratteristico di snervamento

$$M_{y,Rk} = 0.3 \cdot f_{tb} \cdot \varnothing^{2.6} = 76745.4 \text{ N mm}$$

Resistenza caratteristica a rifollamento par. alle fibre

$$f_{h,0,k} = 0.082 \cdot (1 - 0.01 \cdot \varnothing) \cdot \rho_k = 27.78 \text{ N/mm}^2$$

Coefficiente di essenza legnosa

$$k_{90} = 1.35 + 0.015 \cdot \varnothing = 1.530$$

Angolo di inclinazione del carico rispetto alle fibre

$$\alpha = 90.00000^\circ$$

Resistenza caratteristica a rifollamento secondo α

$$f_{h,\alpha,k} = f_{h,0,k} / (k_{90} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) = 18.16 \text{ N/mm}^2$$

Equazioni di Johansen: piastra di qualunque spessore elemento centrale di una connessione a doppio taglio.

Capacità di carico per piano di taglio

$F_{v,Rk,f} = f_{h,\alpha,k} \cdot t \cdot \emptyset =$	$F_{v,Rk} = \min [F_{v,Rk,f} , F_{v,Rk,g} , F_{v,Rk,h}] =$	9405.4 N
$F_{v,Rk,g} = f_{h,\alpha,k} \cdot t \cdot \emptyset \cdot [(2 + 4 \cdot M_{y,Rk} / (f_{h,\alpha,k} \cdot \emptyset \cdot t^2))^{0.5} - 1] + E_{fune,g} =$		21244.8 N
$F_{v,Rk,h} = 2.3 \cdot (M_{y,Rk} \cdot f_{h,\alpha,k} \cdot \emptyset)^{0.5} + E_{fune,h} =$		9893.1 N
$E_{fune,g} = \min [L_{Ef} \cdot F_{v,Rk,g} , F_{ax,Rk} / 4] =$		9405.4 N
$E_{fune,h} = \min [L_{Ef} \cdot F_{v,Rk,h} , F_{ax,Rk} / 4] =$		0.0 N
		0.0 N

Resistenza di progetto dello spinotto per piano di taglio $F_{v,Rd} = k_{mod} \cdot F_{v,Rk} / \gamma_m =$ **5189.2 N**

Numero efficace spinotti per ogni gruppo par. alle fibre:

Carico parallelo alle fibre

$$n_{ef,||} = n = 1.000$$

Carico perpendicolare alle fibre

$$n_{ef,\perp} = n = 1.000$$

Carico reale (secondo α)

$$n_{ef,\alpha} = n_{ef,||} + (n_{ef,\perp} - n_{ef,||}) \cdot \alpha / 90 = 1.000$$

Numero di gruppi par. alle fibre

$$n_g = 6$$

Resistenza di progetto del giunto per piano di taglio $F_{v,G,Rd} = n_{ef,\alpha} \cdot n_g \cdot F_{v,Rd} =$ **31135.1 N**

Forza agente sul giunto per piano di taglio $F_{v,Ed} =$ **26500.0 N**

$$\gg F_{v,Ed} / F_{v,G,Rd} = 0.851128 \quad \text{Ok}$$

Verifiche "lato acciaio" (Nodo n. 1, CMB n. 1)**Calcolo resistenze**

Resistenza a taglio degli spinotti	$F_{vb,Rd} = 0.5 \cdot f_{tb} \cdot 2 \cdot A_{res} / \gamma_{M2} =$				27143.4 N
Conn.	$F_{b,x,Rd} [N]$	$F_{v,x,Rd} [N]$	$F_{b,y,Rd} [N]$	$F_{v,y,Rd} [N]$	
1	48000.0	27143.4	37800.3	27143.4	
2	26434.0	26434.0	24900.3	24900.3	
3	26434.0	26434.0	24900.3	24900.3	
4	26434.0	26434.0	24900.3	24900.3	
5	26434.0	26434.0	24900.3	24900.3	
6	48000.0	27143.4	37813.5	27143.4	

Legenda

$$F_{b,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \emptyset \cdot S_s / \gamma_{M2}$$

resistenza a rifollamento anima staffa in direzione x

$$F_{v,x,Rd} = \min [F_{vb,Rd} , F_{b,x,Rd}]$$

resistenza a taglio di progetto in direzione x

$$F_{b,y,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \emptyset \cdot S_s / \gamma_{M2}$$

resistenza a rifollamento anima staffa in direzione y

$$F_{v,y,Rd} = \min [F_{vb,Rd} , F_{b,y,Rd}]$$

resistenza a taglio di progetto in direzione y

Verifica connettori

Conn.	$F_{v,Ed} [N]$	$F_{v,Rd} [N]$	FV	VER
1	8833.3	27143.4	0.325433	Ok
2	8833.3	24900.3	0.354748	Ok
3	8833.3	24900.3	0.354748	Ok
4	8833.3	24900.3	0.354748	Ok
5	8833.3	24900.3	0.354748	Ok
6	8833.3	27143.4	0.325433	Ok

Legenda

$F_{v,Ed}$ forza di taglio agente sullo spinotto

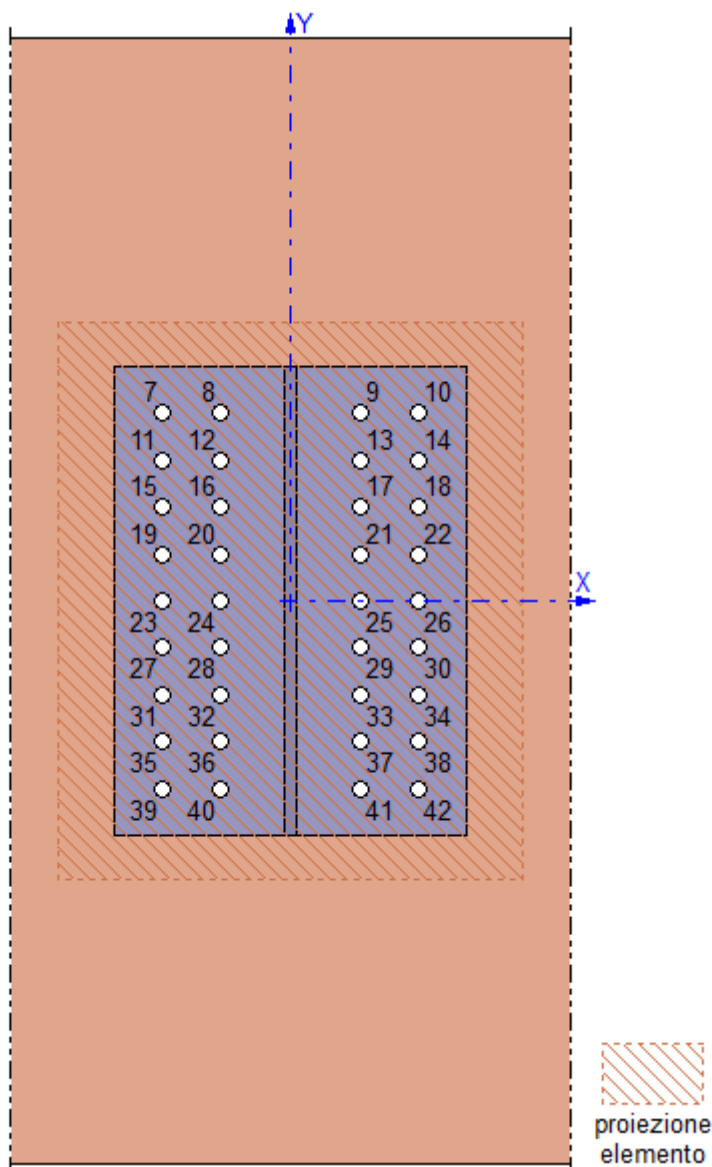
$F_{v,Rd}$ resistenza a taglio di progetto dello spinotto

$$FV = F_{v,Ed} / F_{v,Rd}$$

$$VER \rightarrow FV \leq 1$$

Verifica unione staffa a T-continuo

N	X [mm]	Y [mm]
7	-55.0	80.0
8	-30.0	80.0
9	30.0	80.0
10	55.0	80.0
11	-55.0	60.0
12	-30.0	60.0
13	30.0	60.0
14	55.0	60.0
15	-55.0	40.0
16	-30.0	40.0
17	30.0	40.0
18	55.0	40.0
19	-55.0	20.0
20	-30.0	20.0
21	30.0	20.0
22	55.0	20.0
23	-55.0	0.0
24	-30.0	0.0
25	30.0	0.0
26	55.0	0.0
27	-55.0	-20.0
28	-30.0	-20.0
29	30.0	-20.0
30	55.0	-20.0
31	-55.0	-40.0
32	-30.0	-40.0
33	30.0	-40.0
34	55.0	-40.0
35	-55.0	-60.0
36	-30.0	-60.0
37	30.0	-60.0
38	55.0	-60.0
39	-55.0	-80.0
40	-30.0	-80.0
41	30.0	-80.0
42	55.0	-80.0



Verifiche "lato legno" (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Capacità caratteristica a estrazione del chiodo

$$F_{ax,Rk} = f_{ax,k} \cdot \varnothing \cdot t_{pen} \cdot k_{rid} =$$

1334.0 N

$f_{ax,k} = 20 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_k^2$ resistenza caratteristica a estrazione della punta del chiodo

t_{pen} lunghezza di penetrazione della punta del chiodo

k_{rid} coefficiente riduttivo: 1 se $t_{pen} \geq 12\varnothing$; $(t_{pen}/4\varnothing - 2)$ se $12\varnothing > t_{pen} > 8\varnothing$; 0 se $t_{pen} \leq 8\varnothing$

Momento caratteristico di snervamento

$$M_{y,Rk} = 0.3 \cdot f_{tb} \cdot \varnothing^{2.6} = 12658.3 \text{ N mm}$$

Resistenza caratteristica a rifollamento par. alle fibre

$$f_{h,0,k} = 0.082 \cdot (1 - 0.01 \cdot \varnothing) \cdot \rho_k = 29.68 \text{ N/mm}^2$$

Coefficiente di essenza legnosa

$$k_{90} = 1.35 + 0.015 \cdot \varnothing = 1.440$$

Angolo di inclinazione del carico rispetto alle fibre

$$\alpha = 90.00000^\circ$$

Resistenza caratteristica a rifollamento secondo α

$$f_{h,\alpha,k} = f_{h,0,k} / (k_{90} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) = 20.61 \text{ N/mm}^2$$

Equazioni di Johansen: piastra "intermedia" in una connessione a singolo taglio. Capacità di carico calcolata per interpolazione tra i valori ottenuti considerando la piastra come "sottile" e come "spessa".

1) Piastra "sottile".

Capacità di carico per piano di taglio

$$F_{v,Rk,1} = \min [F_{v,Rk,a} , F_{v,Rk,b}] =$$

2339.9 N

$$\bullet F_{v,Rk,a} = 0.4 \cdot f_{h,\alpha,k} \cdot t \cdot \varnothing =$$

2339.9 N

$$\bullet F_{v,Rk,b} = 1.15 \cdot (2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,\alpha,k} \cdot \varnothing)^{0.5} + E_{fune,b} =$$

3709.5 N

$$\bullet E_{fune,b} = \min [L_{Ef} \cdot F_{v,Rk,b} , F_{ax,Rk} / 4] =$$

305.2 N

2) Piastra "spessa".

Capacità di carico per piano di taglio $F_{v,Rk,2} = \min [F_{v,Rk,c} , F_{v,Rk,d} , F_{v,Rk,e}] = 3211.0 \text{ N}$

- $F_{v,Rk,c} = f_{h,\alpha,k} \cdot t \cdot \emptyset \cdot [(2 + 4 \cdot M_{y,Rk} / (f_{h,\alpha,k} \cdot \emptyset \cdot t^2))^{0.5} - 1] + E_{fune,c} = 4411.3 \text{ N}$
- $F_{v,Rk,d} = 2.3 \cdot (M_{y,Rk} \cdot f_{h,\alpha,k} \cdot \emptyset)^{0.5} + E_{fune,d} = 3211.0 \text{ N}$
- $F_{v,Rk,e} = f_{h,\alpha,k} \cdot t \cdot \emptyset = 9273.7 \text{ N}$
- $E_{fune,c} = \min [L_{Ef} \cdot F_{v,Rk,c} , F_{ax,Rk} / 4] = 333.5 \text{ N}$
- $E_{fune,d} = \min [L_{Ef} \cdot F_{v,Rk,d} , F_{ax,Rk} / 4] = 333.5 \text{ N}$

3) Interpolazione.

Capacità di carico per piano di taglio $F_{v,Rk} = F_{v,Rk,1} + \Delta F_{v,Rk,2-1} \cdot (S_s - 0.5 \cdot \emptyset) / (0.5 \cdot \emptyset) = 2920.6 \text{ N}$

Resistenza di progetto del chiodo per piano di taglio $F_{v,Rd} = k_{mod} \cdot F_{v,Rk} / \gamma_m = 1611.4 \text{ N}$

Numero efficace chiodi per ogni gruppo par. alle fibre:

Carico parallelo alle fibre $n_{ef,||} = \min [n , n^{0.9} \cdot (a_1 / (13 \cdot \emptyset))^{0.25}] = 2.620$
 $(a_1 = 25.00 \text{ mm interasse connettori in direzione delle fibre})$

Carico perpendicolare alle fibre $n_{ef,\perp} = n = 4.000$

Carico reale (secondo α) $n_{ef,\alpha} = n_{ef,||} + (n_{ef,\perp} - n_{ef,||}) \cdot \alpha / 90 = 4.000$

Numero di gruppi par. alle fibre $n_g = 9$

Resistenza di progetto del giunto per piano di taglio $F_{v,G,Rd} = n_{ef,\alpha} \cdot n_g \cdot F_{v,Rd} = 58009.4 \text{ N}$

Forza agente sul giunto per piano di taglio $F_{v,Ed} = 53000.0 \text{ N}$

Resistenza di progetto ad estrazione del chiodo $F_{ax,Rd} = k_{mod} \cdot F_{ax,Rk} / \gamma_m = 736.0 \text{ N}$

Numero efficace chiodi presenti nel giunto $n_{ef} = n = 36$

Resistenza di progetto ad estrazione del giunto $F_{ax,G,Rd} = n_{ef} \cdot F_{ax,Rd} = 26496.5 \text{ N}$

Forza assiale agente sul giunto $F_{ax,Ed} = 0.0 \text{ N}$

» $F_{ax,Ed} / F_{ax,G,Rd} + F_{v,Ed} / F_{v,G,Rd} = 0.913646 \text{ Ok}$

Verifiche "lato acciaio"

Calcolo resistenze

Resistenza a trazione dei chiodi $F_{tb,Rd} = 0.9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 8143.0 \text{ N}$

Resistenza a punzonamento ala staffa $B_{p,Rd} = 0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot S_s \cdot f_{tk} / \gamma_{M2} = 38905.5 \text{ N}$

Resistenza a trazione di progetto $F_{t,Rd} = \min [F_{tb,Rd} , B_{p,Rd}] = 8143.0 \text{ N}$

Resistenza a taglio dei chiodi $F_{vb,Rd} = 0.5 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 4523.9 \text{ N}$

Conn.	$F_{b,x,Rd} [\text{N}]$	$F_{v,x,Rd} [\text{N}]$	$F_{b,y,Rd} [\text{N}]$	$F_{v,y,Rd} [\text{N}]$
7	13230.8	4523.9	13230.8	4523.9
8	10088.5	4523.9	5251.6	4523.9
9	10088.5	4523.9	5251.6	4523.9
10	13230.8	4523.9	13230.8	4523.9
11	2401.9	2401.9	6780.8	4523.9
12	1831.4	1831.4	2691.4	2691.4
13	1831.4	1831.4	2691.4	2691.4
14	2401.9	2401.9	6780.8	4523.9
15	2401.9	2401.9	6780.8	4523.9
16	1831.4	1831.4	2691.4	2691.4
17	1831.4	1831.4	2691.4	2691.4
18	2401.9	2401.9	6780.8	4523.9
19	2401.9	2401.9	6780.8	4523.9
20	1831.4	1831.4	2691.4	2691.4
21	1831.4	1831.4	2691.4	2691.4
22	2401.9	2401.9	6780.8	4523.9
23	2401.9	2401.9	6780.8	4523.9
24	1831.4	1831.4	2691.4	2691.4
25	1831.4	1831.4	2691.4	2691.4

26	2401.9	2401.9	6780.8	4523.9
27	2401.9	2401.9	6780.8	4523.9
28	1831.4	1831.4	2691.4	2691.4
29	1831.4	1831.4	2691.4	2691.4
30	2401.9	2401.9	6780.8	4523.9
31	2401.9	2401.9	6780.8	4523.9
32	1831.4	1831.4	2691.4	2691.4
33	1831.4	1831.4	2691.4	2691.4
34	2401.9	2401.9	6780.8	4523.9
35	2401.9	2401.9	6780.8	4523.9
36	1831.4	1831.4	2691.4	2691.4
37	1831.4	1831.4	2691.4	2691.4
38	2401.9	2401.9	6780.8	4523.9
39	13230.8	4523.9	13230.8	4523.9
40	10088.5	4523.9	5251.6	4523.9
41	10088.5	4523.9	5251.6	4523.9
42	13230.8	4523.9	13230.8	4523.9

Legenda

$$F_{b,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \emptyset \cdot S_s / \gamma_{M2}$$

resistenza a rifollamento ala staffa in direzione x

$$F_{v,x,Rd} = \min [F_{vb,Rd} , F_{b,x,Rd}]$$

resistenza a taglio di progetto in direzione x

$$F_{b,y,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \emptyset \cdot S_s / \gamma_{M2}$$

resistenza a rifollamento ala staffa in direzione y

$$F_{v,y,Rd} = \min [F_{vb,Rd} , F_{b,y,Rd}]$$

resistenza a taglio di progetto in direzione y

Verifica connettori

- Taglio e trazione (Nodo n. 1, CMB n. 1)

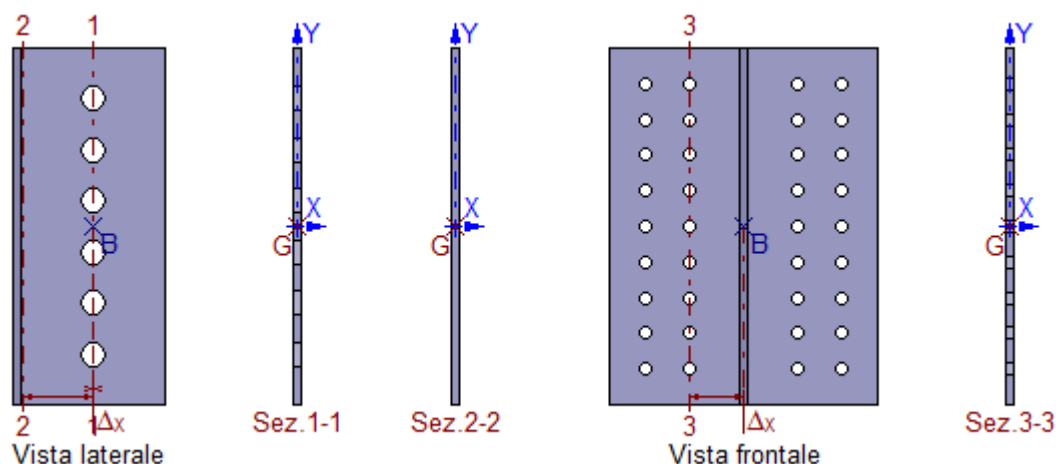
Conn.	$F_{v,Ed}$ [N]	$F_{v,Rd}$ [N]	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	FV_1	VER
7	1472.2	4523.9	0.0	8143.0	0.325433	Ok
8	1472.2	4523.9	0.0	8143.0	0.325433	Ok
9	1472.2	4523.9	0.0	8143.0	0.325433	Ok
10	1472.2	4523.9	0.0	8143.0	0.325433	Ok
11	1472.2	4523.9	0.0	8143.0	0.325433	Ok
12	1472.2	2691.4	0.0	8143.0	0.547001	Ok
13	1472.2	2691.4	0.0	8143.0	0.547001	Ok
14	1472.2	4523.9	0.0	8143.0	0.325433	Ok
15	1472.2	4523.9	0.0	8143.0	0.325433	Ok
16	1472.2	2691.4	0.0	8143.0	0.547001	Ok
17	1472.2	2691.4	0.0	8143.0	0.547001	Ok
18	1472.2	4523.9	0.0	8143.0	0.325433	Ok
19	1472.2	4523.9	0.0	8143.0	0.325433	Ok
20	1472.2	2691.4	0.0	8143.0	0.547001	Ok
21	1472.2	2691.4	0.0	8143.0	0.547001	Ok
22	1472.2	4523.9	0.0	8143.0	0.325433	Ok
23	1472.2	4523.9	0.0	8143.0	0.325433	Ok
24	1472.2	2691.4	0.0	8143.0	0.547001	Ok
25	1472.2	2691.4	0.0	8143.0	0.547001	Ok
26	1472.2	4523.9	0.0	8143.0	0.325433	Ok
27	1472.2	4523.9	0.0	8143.0	0.325433	Ok
28	1472.2	2691.4	0.0	8143.0	0.547001	Ok
29	1472.2	2691.4	0.0	8143.0	0.547001	Ok
30	1472.2	4523.9	0.0	8143.0	0.325433	Ok
31	1472.2	4523.9	0.0	8143.0	0.325433	Ok
32	1472.2	2691.4	0.0	8143.0	0.547001	Ok
33	1472.2	2691.4	0.0	8143.0	0.547001	Ok
34	1472.2	4523.9	0.0	8143.0	0.325433	Ok
35	1472.2	4523.9	0.0	8143.0	0.325433	Ok
36	1472.2	2691.4	0.0	8143.0	0.547001	Ok
37	1472.2	2691.4	0.0	8143.0	0.547001	Ok
38	1472.2	4523.9	0.0	8143.0	0.325433	Ok
39	1472.2	4523.9	0.0	8143.0	0.325433	Ok
40	1472.2	4523.9	0.0	8143.0	0.325433	Ok
41	1472.2	4523.9	0.0	8143.0	0.325433	Ok

42	1472.2	4523.9	0.0	8143.0	0.325433	Ok
• Trazione (Nodo n. 1, CMB n. 1)						
Conn.	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	FV_2	VER		
7	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
8	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
9	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
10	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
11	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
12	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
13	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
14	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
15	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
16	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
17	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
18	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
19	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
20	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
21	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
22	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
23	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
24	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
25	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
26	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
27	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
28	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
29	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
30	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
31	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
32	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
33	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
34	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
35	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
36	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
37	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
38	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
39	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
40	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
41	0.0	8143.0	0.000000	Ok		
42	0.0	8143.0	0.000000	Ok		

• Legenda

$F_{v,Ed}$ forza di taglio agente sul chiodo
 $F_{v,Rd}$ resistenza a taglio di progetto del chiodo
 $F_{t,Ed}$ forza di trazione agente sul chiodo
 $F_{t,Rd}$ resistenza a trazione di progetto del chiodo
 $FV_1 = F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / (1.4 \cdot F_{t,Rd})$
 $FV_2 = F_{t,Ed} / F_{t,Rd}$
 VER $\rightarrow FV_i \leq 1$

Verifica staffa a T



Caratteristiche sezioni

Sez.	Δx	Y_G	X_G	A	A_{vy}	A_{vx}	J_{xG}	W_{xG}^*	J_{yG}	W_{yG}^*
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm ²]	[mm ²]	[mm ²]	[mm ⁴]	[mm ³]	[mm ⁴]	[mm ³]
1-1	0.00	0.00	0.00	610.0	610.0	-	2404855	24048	-	-
2-2	40.00	0.00	0.00	1000.0	1000.0	1000.0	3333333	33333	2083	833
3-3	30.00	0.00	0.00	685.0	685.0	685.0	2493333	24933	1792	717

*valori minimi

Sollecitazioni massime

Sez.	Nodo.CMB	V_y [N]	V_x [N]	N [N]	M_y [N mm]	M_x [N mm]
1-1	1.1	-53000.0	-	0.0	-	0.0
2-2	1.1	-53000.0	0.0	0.0	0.0	2120000.0
3-3	1.1	-26500.0	0.0	0.0	0.0	-795000.0

Tensioni massime

Sez.	τ_{MED} [N/mm ²]	σ_{MAX} [N/mm ²]	σ_{ID} [N/mm ²]	FV	VER
1-1	86.89	0.00	150.49	0.57	Ok
2-2	53.00	63.60	111.68	0.43	Ok
3-3	38.69	-31.89	74.21	0.28	Ok

Legenda

$FV = \sigma_{ID} / f_d$ ($f_d = f_{yk} / \gamma_{M0} = 261.90 \text{ N/mm}^2$)

VER $\rightarrow FV \leq 1$

VERIFICA CONNESSIONE LEGNO-LEGNO – Puntone – Catena

La connessione viene calcolata con soluzione ad intaglio quindi si verificano le sollecitazioni di compressione delle porzioni resistenti, in particolare:

Resistenza del dente di connessione:

Azione $N = 14362 \text{ kg} \rightarrow 119,7 \text{ kg/cmq} < 128 \text{ kg/cmq}$

Resistenza per compressione ortogonale alle fibre

Azione $N = 5802 \text{ kg} \rightarrow$ dato che la resistenza massima a compressione ortogonale per il materiale è pari a $13,3 \text{ kg/cmq}$ la porzione a contatto deve essere almeno pari a $21,8 \text{ cm}$.

11 SINTESI DEI RISULTATI NUMERICI ANALISI STATO DI FATTO/PROGETTO

Nella presente relazione è stata eseguita un'analisi del complesso edilizio esistente, a cui ha fatto seguito una proposta di intervento mirata all'adeguamento delle carenze riscontrate, e conseguente analisi dello stato di progetto. Nel seguito sintesi di quanto emerso:

STATO DI FATTO

L'analisi pushover mostra una capacità della struttura inferiore alla domanda, con un'indice di rischio sismico pari a:

Stato Limite	$\frac{P_e}{P_d}(PGA_c/PGA_d)$
SLV	0.780

Gli elementi che manifestano maggiori criticità sono i maschi murari al piano terra, che in condizioni sismiche tendono a raggiungere rapidamente il collasso a pressoflessione e taglio.

PROGETTO

Al fine di conseguire un adeguamento sismico funzionale ai requisiti di sicurezza, viste le caratteristiche del complesso, si è optato come scelta progettuale:

- Rinforzo dei muri perimetrali al piano terra per azioni nel piano e fuori dal piano mediante placcaggio diffuso su un solo lato con rete in fibra naturale di basalto e acciaio inox e geomalta certificata EN 998 a base di pura calce idraulica naturale NHL 3.5;
- Introduzione di catene in acciaio dotate di tenditori regolabili lasciati a vista, atti a garantire idoneo regolamento della tensione nelle stesse, così da ridurre i fenomeni di ribaltamento fuori piano e, in generale, contribuire a garantire un comportamento scatolare della struttura, impedendo meccanismi di primo modo che costituiscono in genere le prime criticità;
- Rifacimento copertura con introduzione di cordolo in c.a. a coronamento delle murature.

Nell'analisi sismica post operam tutte le verifiche sono soddisfatte,

L'indice di rischio sismico post-operam derivante da analisi pushover è risultato pari a:

Stato Limite	$\frac{P_e}{P_d}(PGA_c/PGA_d)$
SLV	1.044

Tale analisi è poi stata integrata dallo studio del modello cinematico, in cui si sono studiati meccanismi di collasso legati all'ipotesi, peraltro cautelativa, di possibile sfilamento delle pareti al di sotto del cordolo con conseguente ribaltamento semplice. Da tale analisi dei meccanismi locali si è ottenuto un indice di rischio minimo pari a:

Stato Limite	$\frac{P_e}{P_d}(PGA_c/PGA_d)$
SLV	1.170

Ovvero in altri termini la capacità dell'edificio supera la domanda , essendo l'indice di rischio maggiore dell'unità.
Tutti gli elementi strutturali e quindi la struttura nel suo complesso risultano verificati.

12 VERIFICA SCALA ESTERNA

12.1 MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA: SEZIONI, NODI, TRAVI, PIASTRE, SOLAI, AZIONI

MODELLAZIONE DELLE SEZIONI

Legenda della tabella delle sezioni

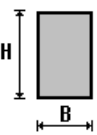
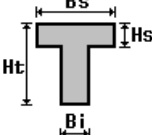
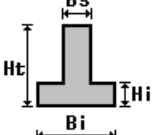
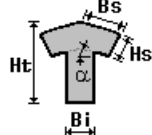
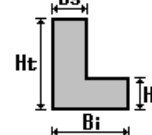
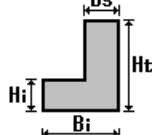
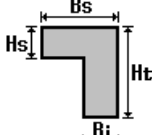
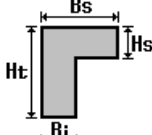
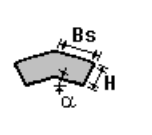
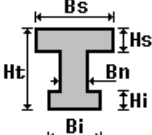
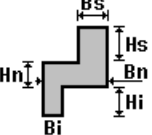
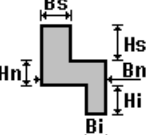
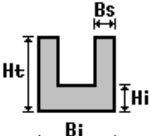
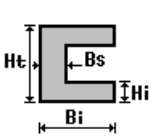
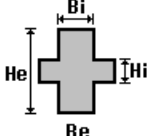
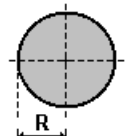
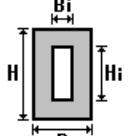
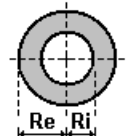
Il programma consente l'uso di sezioni diverse. Sono previsti i seguenti tipi di sezione:

- sezione di tipo generico;
- profilati semplici;
- profilati accoppiati e speciali.

Le sezioni utilizzate nella modellazione sono individuate da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni sezione vengono riportati in tabella i seguenti dati:

Area	area della sezione
A V2	area della sezione/fattore di taglio (per il taglio in direzione 2)
A V3	area della sezione/fattore di taglio (per il taglio in direzione 3)
Jt	fattore torsionale di rigidezza
J2-2	momento d'inerzia della sezione riferito all'asse 2
J3-3	momento d'inerzia della sezione riferito all'asse 3
W2-2	modulo di resistenza della sezione riferito all'asse 2
W3-3	modulo di resistenza della sezione riferito all'asse 3
Wp2-2	modulo di resistenza plastico della sezione riferito all'asse 2
Wp3-3	modulo di resistenza plastico della sezione riferito all'asse 3

I dati sopra riportati vengono utilizzati per la determinazione dei carichi inerziali e per la definizione delle rigidezze degli elementi strutturali; qualora il valore di Area V2 (e/o Area V3) sia nullo la deformabilità per taglio V2 (e/o V3) è trascurata. La valutazione delle caratteristiche inerziali delle sezioni è condotta nel riferimento 2-3 dell'elemento.

 rettangolare	 a T	 a T rovescia	 a T di colmo	 a L	 a L specchiata
 a L specchiata rovescia	 a L rovescia	 a L di colmo	 a doppio T	 a quattro specchiata	 a quattro
 a U	 a C	 a croce	 circolare	 rettangolare cava	 circolare cava

Per quanto concerne i profilati semplici ed accoppiati l'asse 2 del riferimento coincide con l'asse x riportato nei più diffusi profilari.

Per quanto concerne le sezioni di tipo generico (tipo 1.):

- i valori dimensionali con prefisso B sono riferiti all'asse 2;
- i valori dimensionali con prefisso H sono riferiti all'asse 3.

Tabella delle sezioni

Id	Tipo	Area	A V2	A V3	Jt	J 2-2	J 3-3	W 2-2	W 3-3	Wp 2-2	Wp 3-3
		cm2	cm2	cm2	cm4	cm4	cm4	cm3	cm3	cm3	cm3
1	UNP 180	28.00	0.0	0.0	9.55	114.00	1354.00	22.40	150.00	42.90	179.00
2	HEA 140	31.40	0.0	0.0	8.10	389.00	1033.00	55.60	155.40	84.80	173.50
3	HEA 240	76.80	0.0	0.0	41.60	2769.00	7763.00	230.70	675.10	351.70	744.60
4	Scalino	12.80	0.0	0.0	9.98	228.27	33.97	15.22	11.19	27.40	18.38
5	IPE 180	23.90	0.0	0.0	4.80	101.00	1317.00	22.20	146.30	34.60	166.40

12.2 MODELLAZIONE DEI NODI

Legenda della tabella dei nodi

Il programma utilizza per la modellazione nodi strutturali.

Ogni nodo è individuato dalle coordinate cartesiane nel sistema di riferimento globale (X Y Z).

Ad ogni nodo è eventualmente associato un codice di vincolamento rigido, un codice di fondazione speciale, ed un set di sei molle (tre per le traslazioni, tre per le rotazioni). Le tabelle sotto riportate riflettono le succitate possibilità. In particolare per ogni nodo viene indicato in tabella:

Nodo	numero del nodo.
X	valore della coordinata X
Y	valore della coordinata Y
Z	valore della coordinata Z

Per i nodi ai quali sia associato un codice di vincolamento rigido, un codice di fondazione speciale o un set di molle viene indicato in tabella:

Nodo	numero del nodo.
X	valore della coordinata X
Y	valore della coordinata Y
Z	valore della coordinata Z
Note	eventuale codice di vincolo (es. v=110010 sei valori relativi ai sei gradi di libertà previsti per il nodo Tx, Ty, Tz, Rx, Ry, Rz, il valore 1 indica che lo spostamento o rotazione relativo è impedito, il valore 0 indica che lo spostamento o rotazione relativo è libero).
Note	(FS = 1, 2, ...) eventuale codice del tipo di fondazione speciale (1, 2, ... fanno riferimento alle tipologie: plinto, palo, plinto su pali, ...) che è collegato al nodo. (ISO = "id SIGLA") indice e sigla identificativa dell' eventuale isolatore sismico assegnato al nodo
Rig. TX	valore della rigidità dei vincoli elastici eventualmente applicati al nodo, nello specifico TX (idem per TY, TZ, RX, RY, RZ).

Per strutture sismicamente isolate viene inoltre inserita la tabella delle caratteristiche per gli isolatori utilizzati; le caratteristiche sono indicate in conformità al cap. 7.10 del D.M. 17/01/18.

Tabella dei nodi

Nodo	X	Y	Z	Nodo	X	Y	Z	Nodo	X	Y	Z
	cm	cm	cm		cm	cm	cm		cm	cm	cm
2	297.6	176.5	194.5	3	426.8	176.5	194.5	4	297.6	206.5	213.1
5	426.8	206.5	213.1	6	297.6	236.5	231.7	7	426.8	236.5	231.7
8	297.6	266.5	250.3	9	426.8	266.5	250.3	10	297.6	296.5	269.0
11	426.8	296.5	269.0	12	297.6	326.5	287.6	13	426.8	326.5	287.6
14	297.6	356.5	306.2	15	426.8	356.5	306.2	16	297.6	386.5	324.9
17	426.8	386.5	324.9	18	442.6	584.5	367.4	19	571.6	584.5	367.4
20	442.6	614.5	386.1	21	571.6	614.5	386.1	22	442.6	644.5	404.9
23	571.6	644.5	404.9	24	442.6	674.5	423.7	25	571.6	674.5	423.7
26	442.6	704.5	442.4	27	571.6	704.5	442.4	28	442.6	734.5	461.2
29	571.6	734.5	461.2	30	442.6	764.5	480.0	31	571.6	764.5	480.0
32	442.6	794.5	498.8	33	571.6	794.5	498.8	34	285.0	129.1	158.0
35	285.0	0.0	158.0	36	255.0	129.1	141.4	37	255.0	0.0	141.4
38	225.0	129.1	124.8	39	225.0	0.0	124.8	40	195.0	129.1	108.1
41	195.0	0.0	108.1	42	165.0	129.1	91.5	43	165.0	0.0	91.5
44	135.0	129.1	74.9	45	135.0	0.0	74.9	46	105.0	129.1	58.2
47	105.0	0.0	58.2	48	75.0	129.1	41.6	49	75.0	0.0	41.6
50	45.0	129.1	25.0	51	45.0	0.0	25.0	53	426.8	129.1	165.0
54	426.8	0.0	165.0	55	297.6	0.0	165.0	56	297.6	536.0	337.0
57	426.8	406.1	337.0	58	297.6	406.1	337.0	59	571.6	406.1	337.0
60	571.6	536.0	337.0	61	435.1	406.1	337.0	62	435.1	536.0	337.0
63	571.6	945.1	511.0	65	571.6	814.1	511.0	67	427.6	814.1	511.0
68	427.6	945.1	511.0	69	442.6	536.0	337.0	70	442.6	814.1	511.0
71	362.1	0.0	165.0	72	362.1	129.1	165.0	73	297.6	64.6	165.0
74	426.8	64.5	165.0	75	435.1	814.1	511.0	76	571.6	554.5	348.6
77	362.1	64.5	165.0	78	297.6	129.1	165.0	79	15.0	0.0	8.3
80	15.0	129.1	8.3	81	297.6	146.5	175.8	82	426.8	146.5	175.8
83	442.6	554.5	348.6								

Nodo	X	Y	Z	Note	Rig. TX	Rig. TY	Rig. TZ	Rig. RX	Rig. RY	Rig. RZ
	cm	cm	cm		daN/cm	daN/cm	daN/cm	daN cm/rad	daN cm/rad	daN cm/rad
1	0.0	0.0	0.0	v=111000						
52	0.0	129.1	0.0	v=111000						
64	281.1	814.1	511.0	v=001000						
66	281.1	945.1	511.0	v=001000						
84	435.1	814.1	0.0	v=111111						
85	435.1	536.0	0.0	v=111111						
86	362.1	64.5	0.0	v=111111						

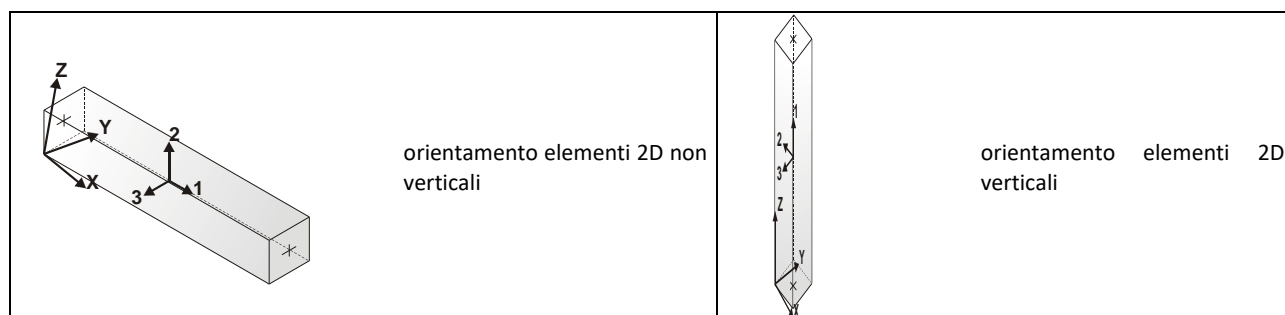
12.3 MODELLAZIONE DELLE TRAVI

Legenda della tabella delle travi

Il programma utilizza per la modellazione elementi a due nodi denominati in generale travi.

Ogni elemento trave è individuato dal nodo iniziale e dal nodo finale.

Ogni elemento è caratterizzato da un insieme di proprietà riportate in tabella che ne completano la modellazione.



In particolare per ogni elemento viene indicato in tabella:

Elem.	numero dell'elemento
Note	codice di comportamento: trave, trave di fondazione, pilastro, asta, asta tesa, asta compressa,
Nodo I (J)	numero del nodo iniziale (finale)
Mat.	codice del materiale assegnato all'elemento
Sez.	codice della sezione assegnata all'elemento
Rotaz.	valore della rotazione dell'elemento, attorno al proprio asse, nel caso in cui l'orientamento di default non sia adottabile; l'orientamento di default prevede per gli elementi non verticali l'asse 2 contenuto nel piano verticale e l'asse 3 orizzontale, per gli elementi verticali l'asse 2 diretto secondo X negativo e l'asse 3 diretto secondo Y negativo
Svincolo I (J)	codici di svincolo per le azioni interne; i primi sei codici si riferiscono al nodo iniziale, i restanti sei al nodo finale (il valore 1 indica che la relativa azione interna non è attiva)
Wink V	costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione della trave su suolo elastico
Wink O	costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione del suolo elastico orizzontale

Tabella delle travi

Elem.	Note	Nodo I	Nodo J	Mat.	Sez.	Crit.	Rotaz. gradi	Svincolo I	Svincolo J	Wink V daN/cm3	Wink O daN/cm3
1	Trave	1	79	11	1	1					
2	Trave	54	74	11	1	1					
3	Trave	57	61	11	1	1					
4	Trave	59	60	11	1	1					
5	Trave	66	68	11	1	1	180.00				
6	Trave	64	67	11	1	1					
7	Trave	69	83	11	1	1	180.00				
8	Trave	56	62	11	5	1	180.00				
9	Trave	78	81	11	1	1	180.00				
10	Trave	52	80	11	1	1	180.00				
11	Trave	78	72	11	1	1	180.00				
12	Trave	55	73	11	1	1	180.00				
13	Trave	73	77	11	1	1					
14	Trave	71	77	11	1	1					
15	Trave	61	62	11	5	1		000011			
16	Trave	67	68	11	5	1					
17	Trave	70	65	11	5	1	180.00		000011		
18	Trave	69	60	11	5	1	180.00		000011		
19	Trave	58	57	11	1	1					
20	Trave	64	66	11	1	1	180.00				
21	Trave	35	55	11	1	1					
22	Trave	3	5	11	1	1					
23	Trave	61	59	11	1	1					
24	Trave	19	21	11	1	1					
25	Trave	68	63	11	1	1	180.00				
26	Trave	67	75	157	1	1					
27	Trave	18	20	11	1	1	180.00				
28	Trave	62	69	157	1	1	180.00				
29	Trave	2	4	11	1	1	180.00				
30	Trave	34	78	11	1	1	180.00				
31	Trave	72	53	11	1	1	180.00				
32	Trave	73	78	11	1	1	180.00				
33	Trave	77	74	11	1	1					

34	Trave	77	72	11	1	1		
35	Trave	37	35	11	1	1		
36	Trave	53	82	11	1	1		
37	Trave	60	76	11	1	1		
38	Trave	83	18	11	1	1	180.00	
39	Trave	81	2	11	1	1	180.00	
40	Trave	36	34	11	1	1	180.00	
41	Trave	55	71	11	1	1		
42	Trave	5	7	11	1	1		
43	Trave	21	23	11	1	1		
44	Trave	75	70	157	5	1		
45	Trave	20	22	11	1	1	180.00	
46	Trave	4	6	11	1	1	180.00	
47	Trave	39	37	11	1	1		
48	Trave	74	53	11	1	1		
49	Trave	38	36	11	1	1	180.00	
50	Trave	82	3	11	1	1		
51	Trave	76	19	11	1	1		
52	Trave	71	54	11	1	1		
53	Trave	7	9	11	1	1		
54	Trave	23	25	11	1	1		
55	Trave	22	24	11	1	1	180.00	
56	Trave	6	8	11	1	1	180.00	
57	Trave	41	39	11	1	1		
58	Trave	40	38	11	1	1	180.00	
59	Trave	9	11	11	1	1		
60	Trave	25	27	11	1	1		
61	Trave	24	26	11	1	1	180.00	
62	Trave	8	10	11	1	1	180.00	
63	Trave	43	41	11	1	1		
64	Trave	42	40	11	1	1	180.00	
65	Trave	11	13	11	1	1		
66	Trave	27	29	11	1	1		
67	Trave	26	28	11	1	1	180.00	
68	Trave	10	12	11	1	1	180.00	
69	Trave	45	43	11	1	1		
70	Trave	44	42	11	1	1	180.00	
71	Trave	13	15	11	1	1		
72	Trave	29	31	11	1	1		
73	Trave	28	30	11	1	1	180.00	
74	Trave	12	14	11	1	1	180.00	
75	Trave	47	45	11	1	1		
76	Trave	46	44	11	1	1	180.00	
77	Trave	15	17	11	1	1		
78	Trave	31	33	11	1	1		
79	Trave	30	32	11	1	1	180.00	
80	Trave	14	16	11	1	1	180.00	
81	Trave	49	47	11	1	1		
82	Trave	48	46	11	1	1	180.00	
83	Trave	17	57	11	1	1		
84	Trave	33	65	11	1	1		
85	Trave	32	70	11	1	1	180.00	
86	Trave	16	58	11	1	1	180.00	
87	Trave	51	49	11	1	1		
88	Trave	50	48	11	1	1	180.00	
89	Trave	65	63	11	1	1		
90	Trave	58	56	11	1	1	180.00	
91	Trave	79	51	11	1	1		
92	Trave	80	50	11	1	1	180.00	
93	Trave	32	33	11	4	1	180.00	000011 000011
94	Trave	30	31	11	4	1	180.00	000011 000011
95	Trave	28	29	11	4	1	180.00	000011 000011
96	Trave	26	27	11	4	1	180.00	000011 000011
97	Trave	24	25	11	4	1	180.00	000011 000011
98	Trave	22	23	11	4	1	180.00	000011 000011
99	Trave	20	21	11	4	1	180.00	000011 000011
100	Trave	18	19	11	4	1	180.00	000011 000011
101	Trave	83	76	11	4	1	180.00	000011 000011
102	Trave	16	17	11	4	1	180.00	000011 000011
103	Trave	14	15	11	4	1	180.00	000011 000011
104	Trave	12	13	11	4	1	180.00	000011 000011
105	Trave	10	11	11	4	1	180.00	000011 000011
106	Trave	8	9	11	4	1	180.00	000011 000011
107	Trave	6	7	11	4	1	180.00	000011 000011
108	Trave	4	5	11	4	1	180.00	000011 000011
109	Trave	2	3	11	4	1	180.00	000011 000011
110	Trave	81	82	11	4	1	180.00	000011 000011
111	Trave	35	34	11	4	1	180.00	000011 000011
112	Trave	37	36	11	4	1	180.00	000011 000011
113	Trave	39	38	11	4	1	180.00	000011 000011
114	Trave	41	40	11	4	1	180.00	000011 000011
115	Trave	43	42	11	4	1	180.00	000011 000011
116	Trave	45	44	11	4	1	180.00	000011 000011
117	Trave	47	46	11	4	1	180.00	000011 000011
118	Trave	49	48	11	4	1	180.00	000011 000011
119	Trave	51	50	11	4	1	180.00	000011 000011
120	Trave	79	80	11	4	1	180.00	000011 000011
121	Pilas.	84	75	11	3	1	180.00	
122	Pilas.	85	62	11	3	1	180.00	
123	Pilas.	86	77	11	2	1	180.00	

12.4 MODELLAZIONE DEI SOLAI

Legenda della tabella dei solai

Il programma utilizza per la modellazione elementi a tre o più nodi denominati in generale solaio o pannello.

Ogni elemento solaio-pannello è individuato da una poligonale di nodi 1,2, ..., N.

L'elemento solaio è utilizzato in primo luogo per la modellazione dei carichi agenti sugli elementi strutturali. In secondo luogo può essere utilizzato per la corretta ripartizione delle forze orizzontali agenti nel proprio piano. L'elemento balcone è derivato dall'elemento solaio.

I carichi agenti sugli elementi solaio, raccolti in un archivio, sono direttamente assegnati agli elementi utilizzando le informazioni raccolte nell' archivio (es. i coefficienti combinatori). La tabella seguente riporta i dati utilizzati per la definizione dei carichi e delle masse.

L'elemento pannello è utilizzato solo per l'applicazione dei carichi, quali pesi delle tamponature o spinte dovute al vento o terre. In questo caso i carichi sono applicati in analogia agli altri elementi strutturali (si veda il cap. SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO).

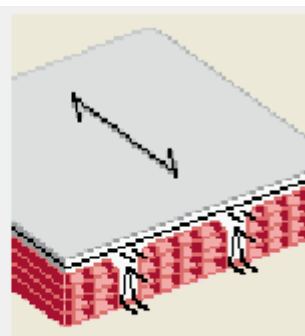
Id.Arch.	Identificativo dell' archivio
Tipo	Tipo di carico Variab. Carico variabile generico Var. rid. Carico variabile generico con riduzione in funzione dell'area (c.5.5. ...) Neve Carico di neve
G1k	carico permanente (comprensivo del peso proprio)
G2k	carico permanente non strutturale e non compiutamente definito
Qk	carico variabile
Fatt. A	fattore di riduzione del carico variabile (0.5 o 0.75) per tipo "Var.rid."
S sis.	fattore di riduzione del carico variabile per la definizione delle masse sismiche per D.M. 96 (vedi NOTA sul capitolo "normativa di riferimento")
Psi 0	Coefficiente combinatorio dei valori caratteristici delle azioni variabili: per valore raro
Psi 1	Coefficiente combinatorio dei valori caratteristici delle azioni variabili: per valore frequente
Psi 2	Coefficiente combinatorio dei valori caratteristici delle azioni variabili: per valore quasi permanente
Psi S 2	Coefficiente di combinazione che fornisce il valore quasi-permanente dell'azione variabile: per la definizione delle masse sismiche
Fatt. Fi	Coefficiente di correlazione dei carichi per edifici

Tabella dei solai

ID Arch.	Tipo	G1k daN/cm2	G2k daN/cm2	Qk daN/cm2	Fatt. A	s sis.	Psi 0	Psi 1	Psi 2	Psi S 2	Fatt. Fi
1	Variab.	3.00e-03	1.50e-03	4.00e-02		1.00	0.70	0.70	0.60	0.60	1.00

Elem.	Tipo	ID Arch.	Mat.	Spessore	Orditura	G1k daN/cm2	G2k daN/cm2	Qk daN/cm2	Nodo 1/6..	Nodo 2/7..	Nodo 3/8..	Nodo..	Nodo..
1	SM	1	m=11	1.0	0.0	3.00e-03	1.50e-03	4.00e-02	67	68	66	64	
2	SM	1	m=11	1.0	90.0	3.00e-03	1.50e-03	4.00e-02	71	77	73	55	
3	SM	1	m=11	1.0	90.0	3.00e-03	1.50e-03	4.00e-02	77	72	78	73	
4	SM	1	m=11	1.0	0.0	3.00e-03	1.50e-03	4.00e-02	57	61	62	56	58
5	SM	1	m=11	1.0	90.0	3.00e-03	1.50e-03	4.00e-02	54	74	77	71	
6	SM	1	m=11	1.0	90.0	3.00e-03	1.50e-03	4.00e-02	74	53	72	77	
7	SM	1	m=11	1.0	0.0	3.00e-03	1.50e-03	4.00e-02	75 67	70	65	63	68
8	SM	1	m=11	1.0	0.0	3.00e-03	1.50e-03	4.00e-02	59	60	69	62	61

Stringa identificativa	
[-] Dati di carico	
G1:peso proprio e perm. def...	3.0000e-03 [daN/cm ²]
G2:permanenti NON definiti	1.5000e-03 [daN/cm ²]
Sovraccarico variabile	4.0000e-02 [daN/cm ²]
Coefficiente psi0	0.7
Coefficiente psi1	0.7
Coefficiente psi2	0.6
<input type="checkbox"/> Autoportante	
G1iso:quota peso proprio is...	0.0 [daN/cm ²]
[-] Generalità	
Categoria	ND



Carichi dell'elemento solaio

12.5 ANALISI DEI CARICHI E CASI DI CARICO

ANALISI DEI CARICHI

Nel progetto sono stati considerati i seguenti carichi sugli elementi solaio:

Scala emergenza

Peso proprio strutturale – lamiera forata	30 kg/m ²
Sovraccarico non strutturale permanente (finiture, ecc)	15 kg/m ²
Sovraccarico variabile Cat. C “Scale - Scuole”	400 kg/m ²

Dato che il carico della neve è inferiore al carico accidentale non è stato considerato nella modellazione.

12.6 CASI DI CARICO

Legenda della tabella dei casi di carico

Il programma consente l'applicazione di diverse tipologie di casi di carico.

Sono previsti i seguenti 11 tipi di casi di carico:

	Sigla	Tipo	Descrizione
1	Ggk	A	caso di carico comprensivo del peso proprio struttura
2	Gk	NA	caso di carico con azioni permanenti
3	Qk	NA	caso di carico con azioni variabili
4	Gsk	A	caso di carico comprensivo dei carichi permanenti sui solai e sulle coperture
5	Qsk	A	caso di carico comprensivo dei carichi variabili sui solai
6	Qnk	A	caso di carico comprensivo dei carichi di neve sulle coperture
7	Qtk	SA	caso di carico comprensivo di una variazione termica agente sulla struttura
8	Qvk	NA	caso di carico comprensivo di azioni da vento sulla struttura
9	Esk	SA	caso di carico sismico con analisi statica equivalente
10	Edk	SA	caso di carico sismico con analisi dinamica
11	Etk	NA	caso di carico comprensivo di azioni derivanti dall' incremento di spinta delle terre in condizione sismica
12	Pk	NA	caso di carico comprensivo di azioni derivanti da coazioni, cedimenti e precompressioni

Sono di tipo automatico A (ossia non prevedono introduzione dati da parte dell'utente) i seguenti casi di carico: 1-Ggk; 4-Gsk; 5-Qsk; 6-Qnk.

Sono di tipo semi-automatico SA (ossia prevedono una minima introduzione dati da parte dell'utente) i seguenti casi di carico:

7-Qtk, in quanto richiede solo il valore della variazione termica;

9-Esk e 10-Edk, in quanto richiedono il valore dell'angolo di ingresso del sisma e l'individuazione dei casi di carico partecipanti alla definizione delle masse.

Sono di tipo non automatico NA ossia prevedono la diretta applicazione di carichi generici agli elementi strutturali (si veda il precedente punto Modellazione delle Azioni) i restanti casi di carico.

Nella tabella successiva vengono riportati i casi di carico agenti sulla struttura, con l'indicazione dei dati relativi al caso di carico stesso:

Numero Tipo e Sigla identificativa, Valore di riferimento del caso di carico (se previsto).

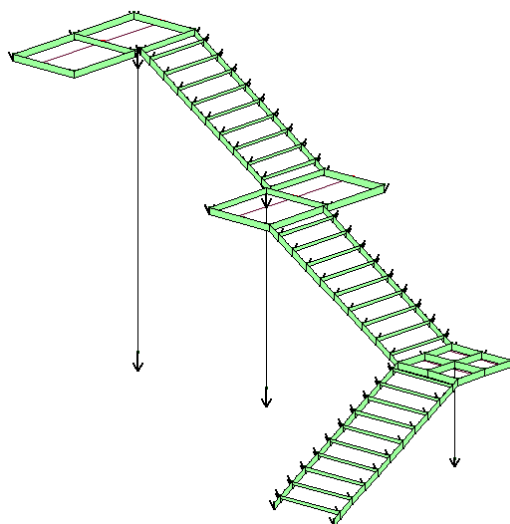
In successione, per i casi di carico non automatici, viene riportato l'elenco di nodi ed elementi direttamente caricati con la sigla identificativa del carico.

Per i casi di carico di tipo sismico (9-Esk e 10-Edk), viene riportata la tabella di definizione delle masse: per ogni caso di carico partecipante alla definizione delle masse viene indicata la relativa aliquota (partecipazione) considerata. Si precisa che per il caso di carico 5-Qsk e 6-Qnk la partecipazione è prevista localmente per ogni elemento solaio o copertura presente nel modello (si confronti il valore Sksol nel capitolo relativo agli elementi solaio) e pertanto la loro partecipazione è di norma pari a uno.

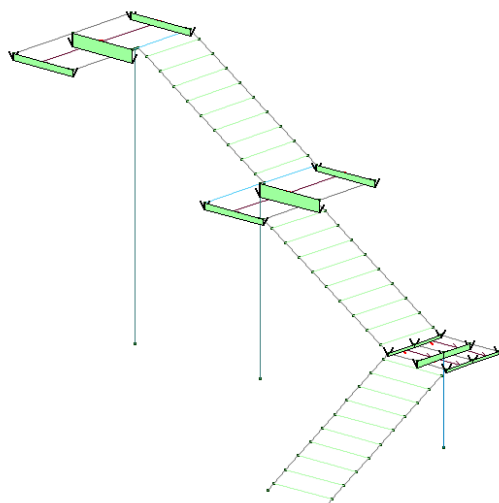
Tabella dei casi di carico

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
1	Ggk	CDC=Ggk (peso proprio della struttura)	
2	Gsk	CDC=G1sk (permanente solai-coperture)	
3	Gsk	CDC=G2sk (permanente solai-coperture n.c.d.)	
4	Qsk	CDC=Qsk (variabile solai)	
5	Gk	CDC=G2k (permanente generico n.c.d.)	Azioni applicate: D2 :da 93 a 120 Azione : G2-DG:Fzi=-4.500e-02 Fzf=-4.500e-02
6	Qk	CDC=Qk (variabile generico)	Azioni applicate: D2 :da 93 a 120 Azione : Q-DG:Fzi=-1.20 Fzf=-1.20
7	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. +)	partecipazione:1.00 per 1 CDC=Ggk (peso proprio della struttura) partecipazione:1.00 per 2 CDC=G1sk (permanente solai-coperture) partecipazione:1.00 per 3 CDC=G2sk (permanente solai-coperture n.c.d.) partecipazione:1.00 per 4 CDC=Qsk (variabile solai) partecipazione:1.00 per 5 CDC=G2k (permanente generico n.c.d.) partecipazione:0.60 per 6 CDC=Qk (variabile generico)
8	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
9	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. +)	come precedente CDC sismico
10	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
11	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. +)	come precedente CDC sismico
12	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
13	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. +)	come precedente CDC sismico
14	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. -)	come precedente CDC sismico

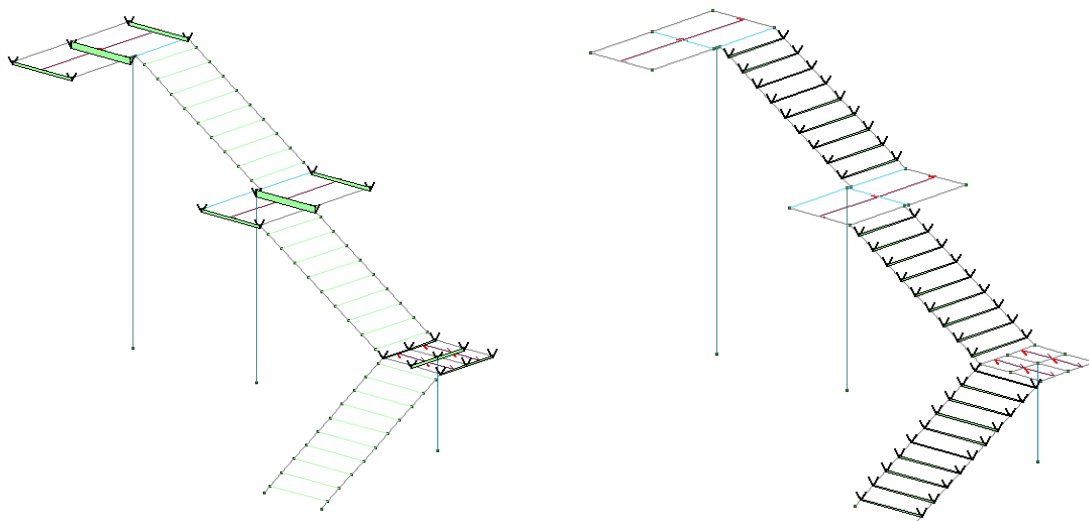
Immagini dei casi di carico



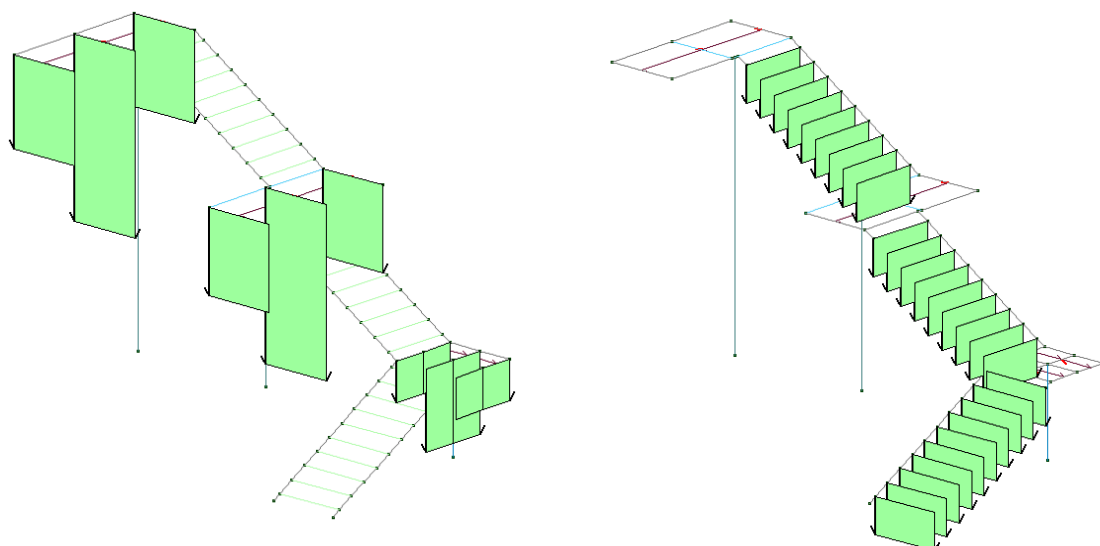
Peso proprio struttura.



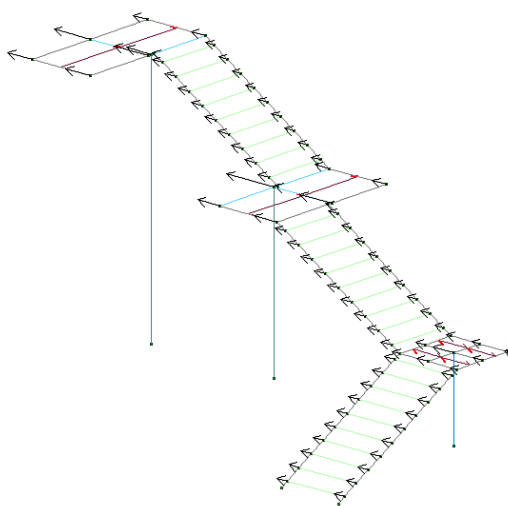
Permanente strutturale solai G1.



Permanente non strutturale solai G2.



Carico variabile Q (Cat. C).



Carico dinamico tipo.

12.7 COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni previste sono destinate al controllo di sicurezza della struttura ed alla verifica degli spostamenti e delle sollecitazioni.

Le combinazioni adottate rispettano le Norme Tecniche 2018 p.2.5.3.

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni:

- Combinazione fondamentale SLU

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

- Combinazione caratteristica (rara) SLE

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

- Combinazione frequente SLE

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

- Combinazione quasi permanente SLE

$$G_1 + G_2 + P + \Psi_{21} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \Psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

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

$$E + G_1 + G_2 + P + \Psi_{21} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali A:

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \Psi_{21} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

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

$$G_1 + G_2 + \sum_j \Psi_{2j} \cdot Q_{kj}$$

Dove:

Destinazione d'uso/azione	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Categoria A residenziali	0,70	0,50	0,30
Categoria B uffici	0,70	0,50	0,30
Categoria C ambienti suscettibili di affollamento	0,70	0,70	0,60
Categoria D ambienti ad uso commerciale	0,70	0,70	0,60
Categoria E biblioteche, archivi, magazzini,...	1,00	0,90	0,80
Categoria F Rimesse e parcheggi (autoveicoli ≤ 30 kN)	0,70	0,70	0,60
Categoria G Rimesse e parcheggi (autoveicoli > 30 kN)	0,70	0,50	0,30
Categoria H Coperture	0,00	0,00	0,00
Vento	0,60	0,20	0,00
Neve a quota ≤ 1000 m	0,50	0,20	0,00
Neve a quota > 1000 m	0,70	0,50	0,20
Variazioni Termiche	0,60	0,50	0,00

NTC 2018 Tabella 2.5.1

Nelle verifiche possono essere adottati in alternativa due diversi approcci progettuali:

- per l'approccio 1 si considerano due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti di sicurezza parziali per le azioni, per i materiali e per la resistenza globale (combinazione 1 con coefficienti A1 e combinazione 2 con coefficienti A2);
- per l'approccio 2 si definisce un'unica combinazione per le azioni, per la resistenza dei materiali e per la resistenza globale (con coefficienti A1).

		Coefficiente γ_f	EQU	A1	A2
Carichi permanenti	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali (Non computatamente definiti)	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	Favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

NTC 2018 Tabella 2.6.I

Cmb	Tipo	Sigla Id	effetto P-delta
1	SLU	Comb. SLU A1 1	
2	SLU	Comb. SLU A1 2	
3	SLU	Comb. SLU A1 3	
4	SLU	Comb. SLU A1 4	
5	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 5	
6	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 6	
7	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 7	
8	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 8	
9	SLE(p)	Comb. SLE(perm.) 9	
10	SLE(p)	Comb. SLE(perm.) 10	
11	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 11	SI
12	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 12	SI
13	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 13	SI
14	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 14	SI
15	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 15	SI
16	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 16	SI
17	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 17	SI
18	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 18	SI
19	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 19	SI
20	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 20	SI
21	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 21	SI
22	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 22	SI
23	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 23	SI
24	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 24	SI
25	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 25	SI
26	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 26	SI
27	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 27	SI
28	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 28	SI
29	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 29	SI
30	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 30	SI
31	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 31	SI
32	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 32	SI
33	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 33	SI
34	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 34	SI
35	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 35	SI
36	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 36	SI
37	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 37	SI
38	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 38	SI
39	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 39	SI
40	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 40	SI
41	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 41	SI
42	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 42	SI
43	SLE(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 43	SI
44	SLE(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 44	SI

Cmb	Tipo	Sigla Id	effetto P-delta
45	SLE(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 45	SI
46	SLE(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 46	SI
47	SLE(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 47	SI
48	SLE(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 48	SI
49	SLE(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 49	SI
50	SLE(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 50	SI
51	SLE(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 51	SI
52	SLE(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 52	SI
53	SLE(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 53	SI
54	SLE(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 54	SI
55	SLE(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 55	SI
56	SLE(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 56	SI
57	SLE(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 57	SI
58	SLE(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 58	SI
59	SLE(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 59	SI
60	SLE(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 60	SI
61	SLE(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 61	SI
62	SLE(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 62	SI
63	SLE(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 63	SI
64	SLE(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 64	SI
65	SLE(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 65	SI
66	SLE(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 66	SI
67	SLE(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 67	SI
68	SLE(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 68	SI
69	SLE(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 69	SI
70	SLE(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 70	SI
71	SLE(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 71	SI
72	SLE(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 72	SI
73	SLE(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 73	SI
74	SLE(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 74	SI

Cmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...	CDC 3/17...	CDC 4/18...	CDC 5/19...	CDC 6/20...	CDC 7/21...	CDC 8/22...	CDC 9/23...	CDC 10/24...	CDC 11/25...	CDC 12/26...	CDC 13/27...	CDC 14/28...
1	1.30	1.30	1.50	0.0	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	1.30	1.30	1.50	1.50	1.50	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	1.00	1.00	0.80	0.0	0.80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	1.00	1.00	0.80	1.50	0.80	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	1.00	1.00	1.00	0.70	1.00	0.70	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	-1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	-1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	-1.00	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0
16	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	-1.00	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0
17	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	1.00	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0
18	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	1.00	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0
19	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	0.0	-1.00	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	0.0	-1.00	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	0.0	1.00	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	0.0	1.00	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	0.0	-1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0
24	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	0.0	-1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0
25	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	0.0	1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0
26	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	0.0	1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0
27	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	-0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	-0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
29	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
31	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	0.0	-0.30	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
32	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	0.0	-0.30	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
33	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	0.0	0.30	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
34	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	0.0	0.30	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
35	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	-0.30	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0
36	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	-0.30	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0
37	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	0.30	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0
38	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	0.30	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0
39	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	0.0	-0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0

Cmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...	CDC 3/17...	CDC 4/18...	CDC 5/19...	CDC 6/20...	CDC 7/21...	CDC 8/22...	CDC 9/23...	CDC 10/24...	CDC 11/25...	CDC 12/26...	CDC 13/27...	CDC 14/28...
40	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	0.0	-0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0
41	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	0.0	0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0
42	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	0.0	0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0
43	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	-0.30	0.0
44	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.30	0.0
45	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	-0.30	0.0
46	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.30	0.0
47	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	-0.30
48	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.30
49	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	-0.30
50	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.30
51	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	-0.30	0.0
52	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.30	0.0
53	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	-0.30	0.0
54	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.30	0.0
55	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	-0.30
56	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.30
57	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	-0.30
58	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.30
59	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	-1.00	0.0
60	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	1.00	0.0
61	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	-1.00	0.0
62	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	1.00	0.0
63	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	-1.00	0.0
64	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	1.00	0.0
65	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	-1.00	0.0
66	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	1.00	0.0
67	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0	-1.00
68	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0	1.00
69	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	-1.00
70	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	1.00
71	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	-1.00
72	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	1.00
73	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	-1.00
74	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	1.00

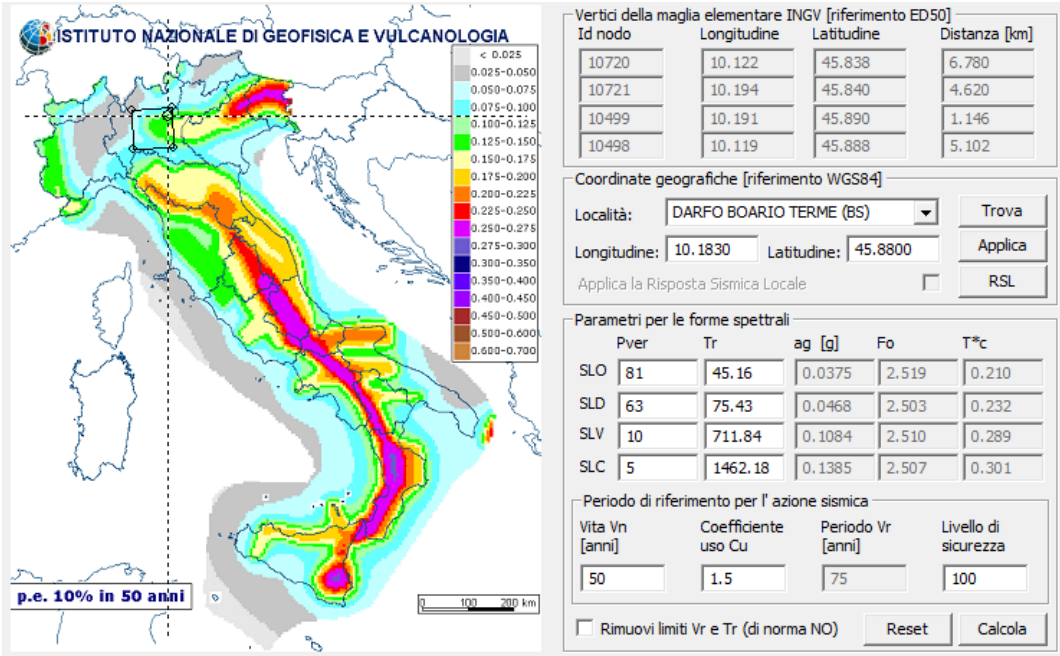
12.8 CARATTERIZZAZIONE SISMICA E RISULTATI ANALISI SISMICHE

CARATTERIZZAZIONE SISMICA

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire dalla "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

Per punti non coincidenti con il reticolo di riferimento e periodi di ritorno non contemplati direttamente si opera come indicato nell' allegato alle NTC (rispettivamente media pesata e interpolazione).

Parametri della struttura					
Classe d'uso	Vita Vn [anni]	Coeff. Uso	Periodo Vr [anni]	Tipo di suolo	Categoria topografica
III	50.0	1,5	75	C	T1



L'azione sismica viene definita in relazione ad un periodo di riferimento V_r che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale per il coefficiente d'uso (vedi tabella Parametri della struttura). Fissato il periodo di riferimento V_r e la probabilità di superamento P_{ver} associata a ciascuno degli stati limite considerati, si ottiene il periodo di ritorno T_r e i relativi parametri di pericolosità sismica (vedi tabella successiva):

a_g : accelerazione orizzontale massima del terreno;

F_o : 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;

Individuati su reticolo di riferimento i parametri di pericolosità sismica si valutano i parametri spettrali riportati in tabella:

S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche

mediante la relazione seguente $S = S_s * S_t$ (3.2.5)

F_o è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale

F_v è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima verticale, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno a_g su sito di riferimento rigido orizzontale

T_b è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante.

T_c è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a velocità costante.

T_d è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a spostamento costante.

Categoria di suolo di fondazione

☐ A Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi ...

☐ B Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti ...

☒ C Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti ...

☐ D Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti ...

☐ E Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D ...

Categoria topografica

☒ T1

☐ T2 in sommità al pendio

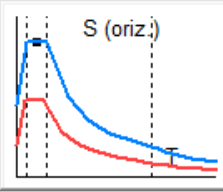
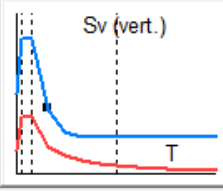
☐ T3 in cresta al rilievo con moderata

☐ T4 in cresta al rilievo

quota relativa (%)

Spettri di progetto

☐ Usa spettri esterni

Parametri e fattori spettrali

S.L.	ag	S	Fo	Fv	TB	TC	TD
SLO		1.500	2.519	0.659	0.123	0.369	1.750
SLD	0.047	1.500	2.503	0.731	0.132	0.395	1.787
SLV	0.108	1.500	2.510	1.116	0.152	0.457	2.034
SLC	0.139	1.492	2.507	1.260	0.157	0.470	2.154

Verticale per tutti:

eta SLO q SLD x q SLD y q SLD z q SLU x q SLU y q SLU z

<= Esistenti v. fragili

Verifiche

☐ q=1 per ND

☒ q >= 1

Regolarità

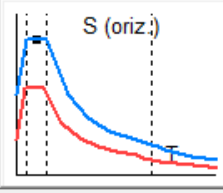
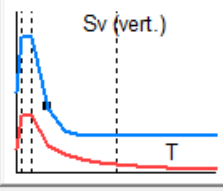
☒ in pianta

☒ in altezza

Edifici isolati

T is

s esi

Dati comuni per le analisi

Quota spiccato [cm]

Contributo carichi in fondazione ☐

Eccentricità aggiuntiva X: Y:

ex. muratura

Spost. relativo rapp. SLC/SLD

Dati per analisi dinamica

N. modi N. modi rigidi

Dati per analisi statica lineare e non lineare

Altezza edificio [cm]

Fatt. Lambda [0.85 - 1]

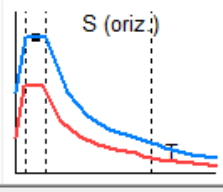
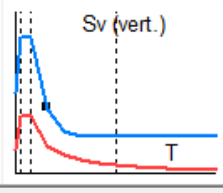
	dir. x-x	dir. y-y	dir. z-z
Periodo T1 [primo modo]	<input type="text" value="0.3"/>	<input type="text" value="0.3"/>	<input type="text" value="0.3"/>
Sd (T1) - SLU	<input type="text" value="0.272"/>	<input type="text" value="0.272"/>	<input type="text" value="0.04"/>
Se (T1) - SLD	<input type="text" value="0.176"/>	<input type="text" value="0.176"/>	<input type="text" value="0.017"/>
Rapp T1/TrZ	<input type="text" value="10.0"/>	<input type="text" value="10.0"/>	

suggerito:

Accelerazione uniforme [Fi=Fh] ☐ NO

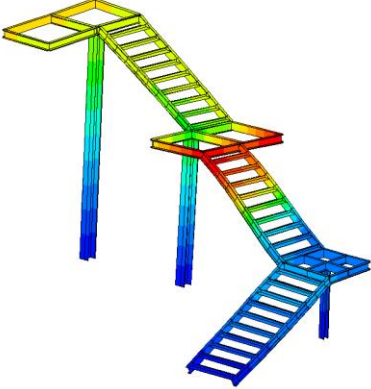
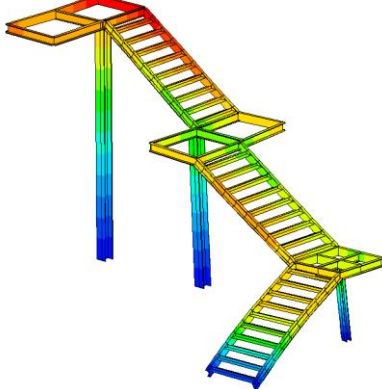
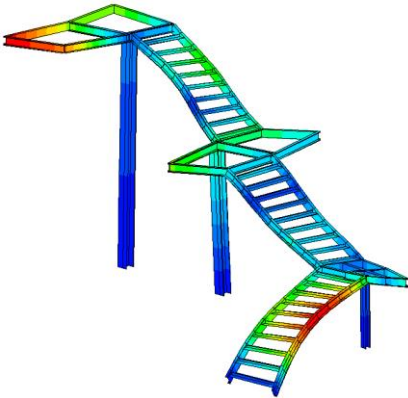
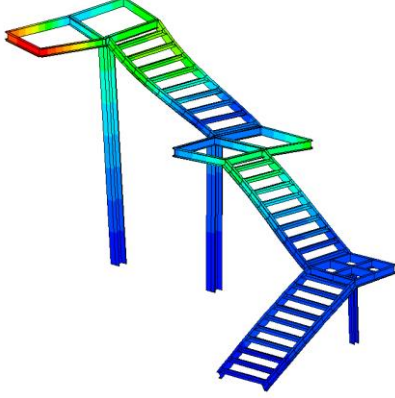
Eccentricità convenzionale con momenti Mz ☐ SI

Usa spostamenti medi di piano per pushover ☒

RISULTATI ANALISI SISMICA

Modi di vibrare principali

	
<i>1° Modo di vibrare X</i>	<i>1° Modo di vibrare Y</i>
	
<i>2° Modo di vibrare X</i>	<i>2° Modo di vibrare Y</i>

Legenda della tabella analisi sismiche

Il programma consente l'analisi di diverse configurazioni sismiche.

Sono previsti, infatti, i seguenti casi di carico:

9. Esk caso di carico sismico con analisi statica equivalente

10. Edk caso di carico sismico con analisi dinamica

Ciascun caso di carico è caratterizzato da un angolo di ingresso e da una configurazione di masse determinante la forza sismica complessiva (si rimanda al capitolo relativo ai casi di carico per chiarimenti inerenti questo aspetto).

Nella colonna Note, in funzione della norma in uso sono riportati i parametri fondamentali che caratterizzano l'azione sismica: in particolare possono essere presenti i seguenti valori:

Angolo di ingresso	Angolo di ingresso dell'azione sismica orizzontale
Fattore di importanza	Fattore di importanza dell'edificio, in base alla categoria di appartenenza
Zona sismica	Zona sismica
Accelerazione ag	Accelerazione orizzontale massima sul suolo
Categoria suolo	Categoria di profilo stratigrafico del suolo di fondazione
Fattore q	Fattore di struttura/di comportamento. Dipendente dalla tipologia strutturale
Fattore di sito S	Fattore dipendente dalla stratigrafia e dal profilo topografico
Classe di duttilità CD	Classe di duttilità della struttura – "A" duttilità alta, "B" duttilità bassa
Fattore riduz. SLD	Fattore di riduzione dello spettro elastico per lo stato limite di danno
Periodo proprio T1	Periodo proprio di vibrazione della struttura
Coefficiente Lambda	Coefficiente dipendente dal periodo proprio T1 e dal numero di piani della struttura
Ordinata spettro Sd(T1)	Valore delle ordinate dello spettro di progetto per lo stato limite ultimo, componente orizzontale (verticale Svd)
Ordinata spettro Se(T1)	Valore delle ordinate dello spettro elastico ridotta del fattore SLD per lo stato limite di danno, componente orizzontale (verticale Sve)
Ordinata spettro S (Tb-Tc)	Valore dell' ordinata dello spettro in uso nel tratto costante
numero di modi considerati	Numero di modi di vibrare della struttura considerati nell'analisi dinamica

Per ciascun caso di carico sismico viene riportato l'insieme di dati sotto riportati (le masse sono espresse in unità di forza):

1. analisi sismica statica equivalente:

- quota, posizione del centro di applicazione e azione orizzontale risultante, posizione del baricentro delle rigidezze, rapporto r/L_s (per strutture a nucleo), indici di regolarità e/r secondo EC8 4.2.3.2;
- azione sismica complessiva.

2. analisi sismica dinamica con spettro di risposta:

- quota, posizione del centro di massa e massa risultante, posizione del baricentro delle rigidezze, rapporto r/L_s (per strutture a nucleo), indici di regolarità e/r secondo EC8 4.2.3.2;
- frequenza, periodo, accelerazione spettrale, massa eccitata nelle tre direzioni globali per tutti i modi;
- massa complessiva ed aliquota di massa complessiva eccitata.

Tabella analisi sismiche

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
7	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. +)	
			verifica esistenti: fattore FC 1.350
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.272 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.301 sec.
			fattore q: 1.500
			fattore q (fragili): 1.000
			fattore per spost. mu d: 1.759
			classe di duttilità CD: B
			numero di modi considerati: 50
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
511.00	1080.93	427.69	870.41	0.0	-6.55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
498.77	124.58	507.10	794.55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
479.99	127.29	507.10	764.55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
461.22	127.29	507.10	734.55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
442.45	127.29	507.10	704.55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
423.67	127.29	507.10	674.55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
404.90	127.29	507.10	644.55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
386.12	127.29	507.10	614.55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
367.35	127.29	507.10	584.55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
348.58	124.31	507.10	554.55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
337.00	976.43	434.64	477.14	0.0	-6.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
324.86	124.65	362.16	386.55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
306.23	127.36	362.16	356.55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
287.60	127.36	362.16	326.55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
268.98	127.36	362.16	296.55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
250.35	127.36	362.16	266.55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
231.72	127.36	362.16	236.55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
213.09	127.36	362.16	206.55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
194.46	127.36	362.16	176.55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
175.84	124.11	362.16	146.55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
165.00	513.63	361.76	65.12	0.0	-6.45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
158.04	122.43	285.00	64.55	0.0	-6.45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
141.40	126.81	255.00	64.55	0.0	-6.45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
124.77	126.81	225.00	64.55	0.0	-6.45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
108.13	126.81	195.00	64.55	0.0	-6.45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
91.50	126.81	165.00	64.55	0.0	-6.45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
74.86	126.81	135.00	64.55	0.0	-6.45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
58.23	126.81	105.00	64.55	0.0	-6.45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
41.59	126.81	75.00	64.55	0.0	-6.45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24.95	126.81	45.00	64.55	0.0	-6.45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8.32	123.04	15.00	64.55	0.0	-6.45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Risulta	6111.16									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	2.704	0.370	0.272	15.93	0.3	156.47	2.6	4.09	6.70e-02	0.0	0.0
2	3.322	0.301	0.272	3265.71	53.4	319.45	5.2	4.88	7.98e-02	0.0	0.0
3	3.456	0.289	0.272	270.43	4.4	4966.54	81.3	18.91	0.3	0.0	0.0
4	4.389	0.228	0.272	2.01	3.30e-02	329.34	5.4	16.67	0.3	0.0	0.0
5	5.517	0.181	0.272	138.53	2.3	13.45	0.2	48.71	0.8	0.0	0.0
6	7.429	0.135	0.260	105.15	1.7	103.46	1.7	298.74	4.9	0.0	0.0
7	7.657	0.131	0.257	6.45	0.1	1.91	3.13e-02	25.30	0.4	0.0	0.0
8	8.521	0.117	0.247	8.00	0.1	19.07	0.3	8.44	0.1	0.0	0.0
9	9.735	0.103	0.237	16.08	0.3	8.63	0.1	994.28	16.3	0.0	0.0
10	10.790	0.093	0.229	111.72	1.8	3.18	5.21e-02	474.75	7.8	0.0	0.0
11	11.182	0.089	0.227	37.56	0.6	11.29	0.2	1.31	2.15e-02	0.0	0.0
12	12.485	0.080	0.220	48.92	0.8	19.97	0.3	889.90	14.6	0.0	0.0
13	13.107	0.076	0.218	18.88	0.3	4.55	7.44e-02	0.60	9.82e-03	0.0	0.0
14	13.559	0.074	0.216	3.70	6.06e-02	0.40	6.52e-03	249.35	4.1	0.0	0.0

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
15	14.115	0.071	0.214	350.98	5.7	0.34	5.58e-03	152.21	2.5	0.0	0.0
16	15.521	0.064	0.209	27.88	0.5	15.56	0.3	86.75	1.4	0.0	0.0
17	16.428	0.061	0.206	67.02	1.1	4.58e-03	7.50e-05	124.66	2.0	0.0	0.0
18	18.449	0.054	0.202	0.12	2.01e-03	0.41	6.72e-03	5.37	8.79e-02	0.0	0.0
19	20.876	0.048	0.197	1.90e-03	3.10e-05	5.86	9.59e-02	347.99	5.7	0.0	0.0
20	23.313	0.043	0.193	17.64	0.3	12.94	0.2	2.17	3.54e-02	0.0	0.0
21	25.739	0.039	0.191	4.24	6.94e-02	3.05	5.00e-02	110.18	1.8	0.0	0.0
22	26.243	0.038	0.190	21.59	0.4	26.15	0.4	46.21	0.8	0.0	0.0
23	30.656	0.033	0.186	31.54	0.5	2.87	4.69e-02	7.02	0.1	0.0	0.0
24	30.898	0.032	0.186	0.74	1.21e-02	0.24	3.90e-03	0.01	2.22e-04	0.0	0.0
25	31.575	0.032	0.185	33.23	0.5	0.91	1.48e-02	6.66e-04	1.09e-05	0.0	0.0
26	33.150	0.030	0.184	1.83	2.99e-02	1.15	1.89e-02	48.80	0.8	0.0	0.0
27	35.187	0.028	0.183	23.07	0.4	0.24	3.94e-03	0.08	1.32e-03	0.0	0.0
28	41.862	0.024	0.180	60.86	1.0	2.09	3.42e-02	0.60	9.82e-03	0.0	0.0
29	47.890	0.021	0.178	26.39	0.4	0.30	4.94e-03	71.59	1.2	0.0	0.0
30	50.200	0.020	0.177	6.82e-03	1.12e-04	12.33	0.2	5.86	9.59e-02	0.0	0.0
31	52.164	0.019	0.176	10.44	0.2	2.98	4.88e-02	37.31	0.6	0.0	0.0
32	53.128	0.019	0.176	0.13	2.09e-03	5.93	9.71e-02	59.10	1.0	0.0	0.0
33	57.592	0.017	0.175	75.76	1.2	3.88e-03	6.34e-05	73.05	1.2	0.0	0.0
34	58.010	0.017	0.175	86.47	1.4	1.10e-03	1.79e-05	14.36	0.2	0.0	0.0
35	61.424	0.016	0.174	16.17	0.3	0.34	5.51e-03	21.90	0.4	0.0	0.0
36	64.562	0.015	0.174	2.57	4.21e-02	0.15	2.51e-03	1.28	2.09e-02	0.0	0.0
37	70.242	0.014	0.173	329.19	5.4	0.06	1.01e-03	179.65	2.9	0.0	0.0
38	72.783	0.014	0.172	20.73	0.3	1.38	2.25e-02	1.33	2.18e-02	0.0	0.0
39	76.686	0.013	0.172	0.18	2.89e-03	0.97	1.58e-02	7.87	0.1	0.0	0.0
40	83.632	0.012	0.171	3.73	6.11e-02	7.75	0.1	57.93	0.9	0.0	0.0
41	87.813	0.011	0.171	1.86e-03	3.04e-05	5.63	9.21e-02	6.01	9.83e-02	0.0	0.0
42	92.034	0.011	0.170	5.62	9.19e-02	0.06	1.00e-03	1.21	1.98e-02	0.0	0.0
43	93.138	0.011	0.170	0.14	2.24e-03	0.32	5.22e-03	70.46	1.2	0.0	0.0
44	94.110	0.011	0.170	71.86	1.2	0.19	3.08e-03	7.08	0.1	0.0	0.0
45	103.140	0.010	0.170	41.46	0.7	0.12	2.02e-03	0.11	1.73e-03	0.0	0.0
46	109.794	0.009	0.169	100.90	1.7	0.78	1.27e-02	152.22	2.5	0.0	0.0
47	110.939	0.009	0.169	0.16	2.60e-03	1.55e-04	2.53e-06	0.06	9.89e-04	0.0	0.0
48	114.604	0.009	0.169	216.86	3.5	0.36	5.87e-03	123.72	2.0	0.0	0.0
49	119.055	0.008	0.169	74.02	1.2	1.07	1.75e-02	73.00	1.2	0.0	0.0
50	123.677	0.008	0.168	50.85	0.8	0.07	1.07e-03	111.00	1.8	0.0	0.0
Risulta				5823.47		6070.31		5044.07			
In percentuale				95.29		99.33		82.54			

12.9 RISULTATI

ELEMENTI TIPO TRAVE

Legenda dei risultati elementi tipo trave

Il controllo dei risultati delle analisi condotte, per quanto concerne gli elementi tipo trave, è possibile in relazione alle tabelle sotto riportate.

Gli elementi vengono suddivisi in relazione alle proprietà in elementi:

- tipo **pilastro**;
- tipo **trave in elevazione**;
- tipo **trave in fondazione**.

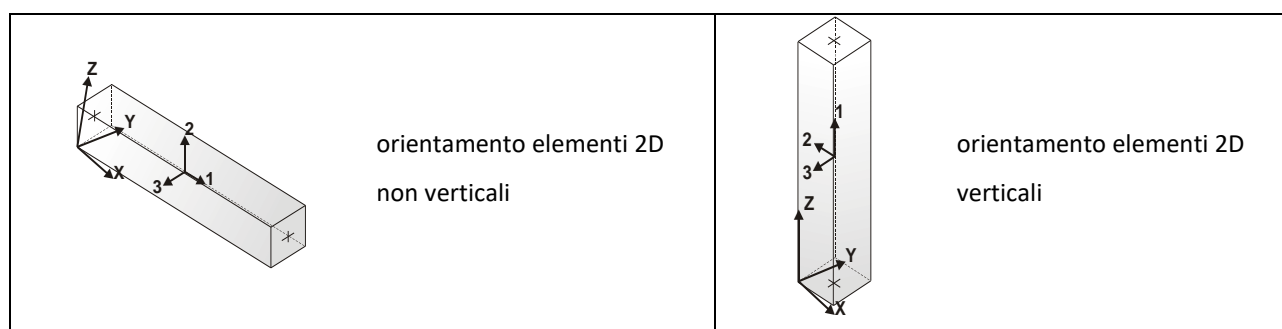
Per ogni elemento e per ogni combinazione (o caso di carico) vengono riportati i risultati più significativi.

Per gli elementi tipo *pilastro* sono riportati in tabella i seguenti valori:

Pilas.	numero dell'elemento pilastro
Cmb	combinazione in cui si verificano i valori riportati
M3 mx/mn	momento flettente in campata M3 max (prima riga) / min (seconda riga)
M2 mx/mn	momento flettente in campata M2 max (prima riga) / min (seconda riga)
D2/D3	freccia massima in direzione 2 (prima riga) / direzione 3 (seconda riga)
Q2/Q3	carico totale in direzione 2 (prima riga) / direzione 3 (seconda riga)
Pos.	ascissa del punto iniziale e finale dell'elemento
N, V2, ecc..	sei componenti di sollecitazione al piede ed in sommità dell'elemento

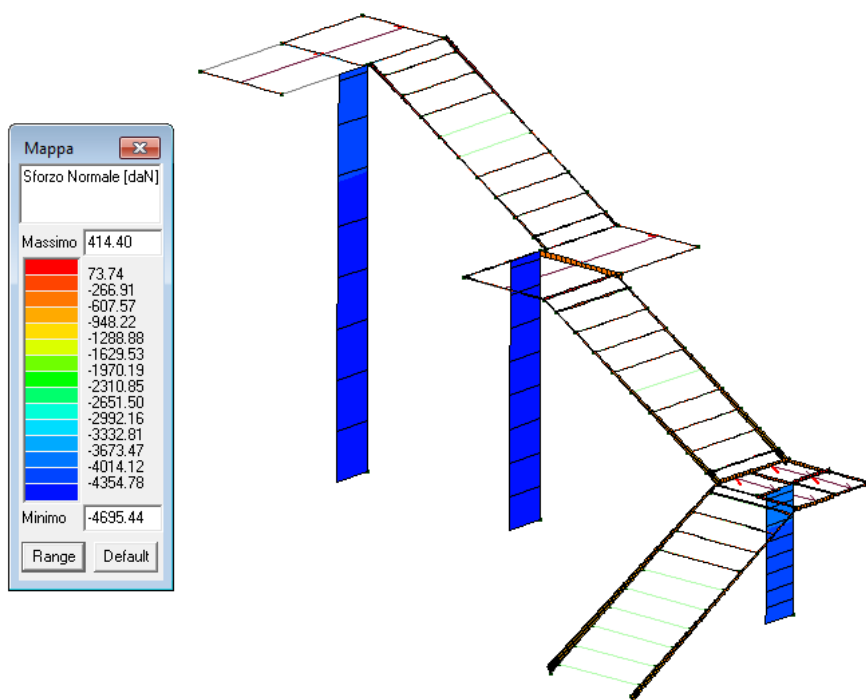
Per gli elementi tipo *trave in elevazione* sono riportati, oltre al numero dell'elemento, i medesimi risultati visti per i pilastri.

Per gli elementi tipo *trave in fondazione* (trave f.) sono riportati, oltre al numero dell'elemento, i medesimi risultati visti per i pilastri e la massima pressione sul terreno.

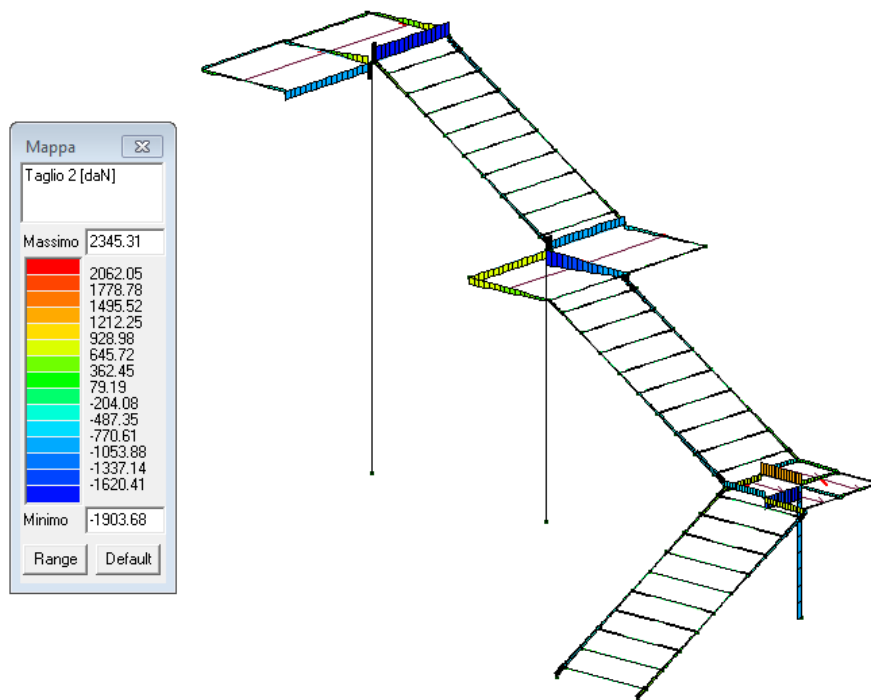


Risultati elementi tipo trave

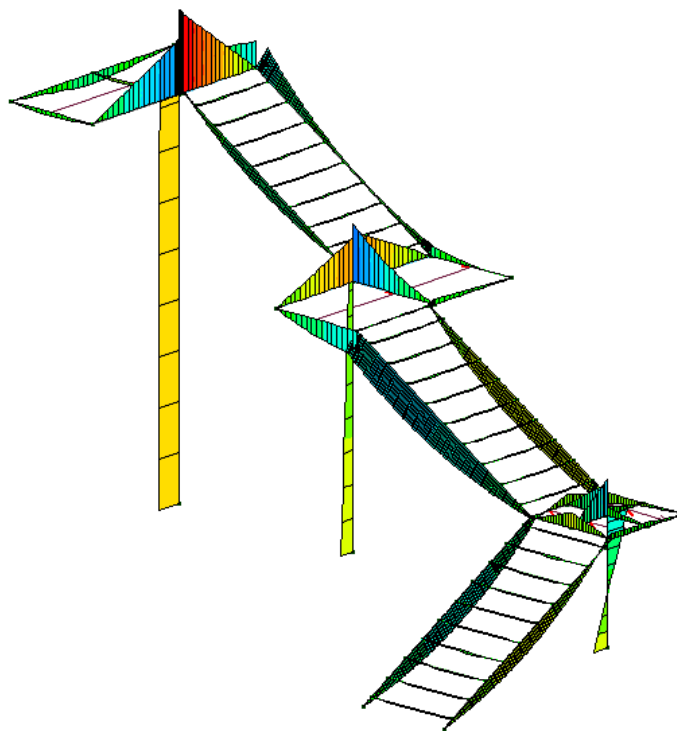
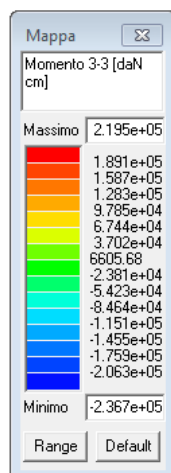
Di seguito si riportano alcune schermate del programma che mettono in evidenza in forma grafica le azioni massime ritenute più significative per la struttura ai vari stati limite.



Azioni D2, Azione assiale N max SLU.



Azioni D2, Taglio V2 max SLU.



Azioni D2, Momento M3 max SLU.

Di seguito si riportano alcuni estratti del fascicolo di calcolo.

Pilastri

Pilas.	Cmb	M3 mx/mn daN cm	M2 mx/mn daN cm	D 2 / D 3 cm	Q 2 / Q 3 daN	Pos. cm	N daN	V 2 daN	V 3 daN	T daN cm	M 2 daN cm	M 3 daN cm
121	2	8.259e+04 7.806e+04	2.603e+04 -9209.96	0.65 0.06	0.0 0.0	0.0 255.5 511.0	-4649.48 -4449.24 -4248.99	-8.88 -8.88 -8.88	68.96 68.96 68.96	0.93 0.93 0.93	-9209.96 8410.45 2.603e+04	8.259e+04 8.032e+04 7.806e+04
121	3	1.043e+04 1.002e+04	3402.67 -1207.03	0.08 7.40e-03	0.0 0.0	0.0 255.5 511.0	-843.49 -689.45 -535.42	-0.81 -0.81 -0.81	9.02 9.02 9.02	0.46 0.46 0.46	-1207.03 1097.82 3402.67	1.043e+04 1.023e+04 1.002e+04
121	5	1.077e+04 1.034e+04	3509.48 -1244.79	0.09 7.63e-03	0.0 0.0	0.0 255.5	-861.05 -707.02	-0.85 -0.85	9.30 9.30	0.46 0.46	-1244.79 1132.34	1.077e+04 1.056e+04
...												
123	69	-4.065e+04	-1.120e+04	0.37	0.0	165.0	-1583.21	-409.24	-302.70	-56.21	-1.120e+04	-4.065e+04
Pilas.		M3 mx/mn -1.486e+05 2.024e+05	M2 mx/mn -1.433e+05 1.394e+05	D 2 / D 3 -0.51 0.96	Q 2 / Q 3 0.0 0.0		N -4695.44 -535.42	V 2 -788.64 478.76	V 3 -793.02 1174.36	T -200.79 169.05		

Travi in elevazione

Trave	Cmb	M3 mx/mn daN cm	M2 mx/mn daN cm	D 2 / D 3 cm	Q 2 / Q 3 daN	Pos. cm	N daN	V 2 daN	V 3 daN	T daN cm	M 2 daN cm	M 3 daN cm
1	2	9380.14 0.0	37.82 0.0	-0.02 -0.01	-4.29 0.0	0.0 8.6 17.2	-741.58 -740.39 -739.20	549.03 546.89 544.74	2.20 2.20 2.20	0.0 0.0 0.0	0.0 18.91 37.82	0.0 4699.26 9380.14
1	3	1076.35 0.0	4.34 0.0	-2.50e-03 -1.48e-03	-3.30 0.0	0.0 8.6 17.2	-88.59 -87.68 -86.76	64.40 62.75 61.11	0.25 0.25 0.25	0.0 0.0 0.0	0.0 2.17 4.34	0.0 545.24 1076.35
1	5	1115.80 0.0	4.50 0.0	-2.59e-03 -1.53e-03	-3.30 0.0	0.0 8.6	-91.69 -90.77	66.70 65.05	0.26 0.26	0.0 0.0	0.0 2.25	0.0 564.97
...												
120	63	-1803.10	0.0	-0.01	0.0	129.1	9.26e-04	55.87	0.0	100.31	0.0	0.0
Trave		M3 mx/mn -2.367e+05 2.195e+05	M2 mx/mn -1.637e+04 1.896e+04	D 2 / D 3 -0.78 0.78	Q 2 / Q 3 -1290.85 672.19		N -982.67 593.86	V 2 -1903.68 2345.31	V 3 -519.22 432.78	T -1.788e+04 3.188e+04		

12.10 VERIFICHE

ELEMENTI IN ACCIAIO

LEGENDA TABELLA VERIFICHE PER ELEMENTI IN ACCIAIO

Il programma consente la verifica dei seguenti tipi di elementi:

1. aste 2. travi 3. pilastri

L'esito delle verifiche è espresso con un codice come di seguito indicato

Ok: verifica con esito positivo

NV: verifica con esito negativo

Nr: verifica non richiesta.

Per comodità gli elementi vengono raggruppati in tabelle in relazione al tipo.

Ai fini delle verifiche (come da D.M. 17 Gennaio 2018 e circ. 2 Febbraio 2009 n.617) i tipi elementi differiscono per i seguenti aspetti:

Verifica	Aste	Travi	Pilastri
4.2.3.1 Classificazione	X	X	X
4.2.4.1.2.1 Trazione	X	X	X
4.2.4.1.2.2 Compressione	X	X	X
4.2.4.1.2.4 Taglio		X	X
4.2.4.1.2.5 Torsione		X	X
Flessione, taglio e forza assiale		X	X
4.2.4.1.3.1 Aste compresse	X	X	X
4.2.4.1.3.2 Instabilità flesso-torsionale		X	X
4.2.4.1.3.3 Membrature inflesse e compresse		X	X

Ai fini delle verifiche per strutture dissipative (come da D.M. 17 Gennaio 2018 e circ. 2 Febbraio 2009 n.617) per strutture intelaiate e a controventi concentrici) si considerano le verifiche del capitolo 4 con azioni amplificate e le verifiche del capitolo 7:

Verifica	Travi	Pilastri
4.2.4.1.2.1 Trazione	X	X
4.2.4.1.2.2 Compressione	X	X
4.2.4.1.2.4 Taglio	X	X
4.2.4.1.2.5 Torsione	X	X
Flessione, taglio e forza assiale	X	X
4.2.4.1.3.1 Aste compresse	X	X
4.2.4.1.3.2 Instabilità flesso-torsionale		X
7.5.3 Sfruttamento per momento	X	
7.5.4 Sfruttamento per sforzo normale	X	
7.5.5 Sfruttamento per taglio da capacità flessionale	X	
7.5.9 Sfruttamento per taglio amplificato		X

L'insieme delle verifiche sopra riportate è condotto sugli elementi purché dotati di sezione idonea come da tabella seguente:

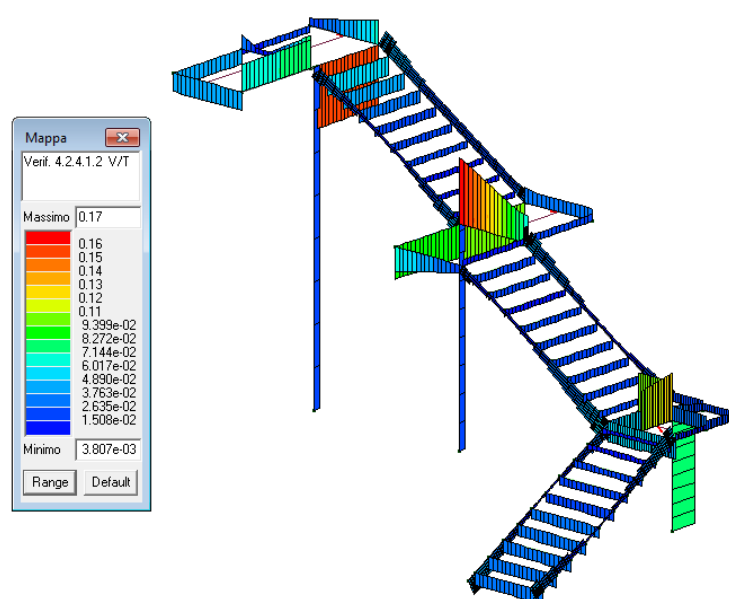
Azione	SEZIONI GENERICHE	PROFILI SEMPLICI	PROFILI ACCOPPIATI
4.2.3.1 Classificazione automatica	L, doppio T, C, rettangolare cava, circolare cava	Tutti	Da profilo semplice
4.2.3.1 Classificazione di default 2	Circolare		
4.2.3.1 Classificazione di default 3	restanti		
4.2.4.1.2.1 Trazione	sì	sì	sì
4.2.4.1.2.2 Compressione	sì	sì	sì
4.2.4.1.2.4 Taglio	sì	sì	sì
4.2.4.1.2.5 Torsione	sì	sì	sì
Flessione, taglio e forza assiale	sì	sì	sì
4.2.4.1.3.1 Aste compresse	sì	sì	per elementi ravvicinati e a croce o coppie calastrellate
4.2.4.1.3.2 Travi inflesse	doppio T simmetrica	doppio T	no

Le verifiche sono riportate in tabelle con il significato sotto indicato; le verifiche sono espresse dal rapporto tra l'azione di progetto e la capacità ultima, pertanto la verifica ha esito positivo per rapporti non superiori all'unità.

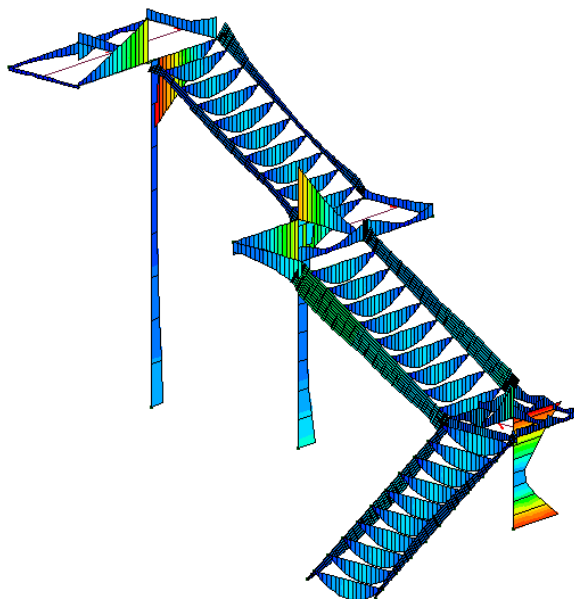
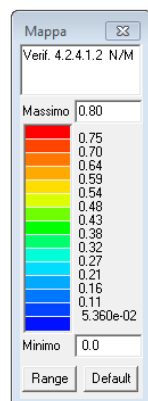
Asta	Trave	Pilastro	numero dell'elemento			
Stato			codice di verifica per resistenza, stabilità, svergolamento			
Note			sezione e materiali adottati per l'elemento			
V N			(ASTE) verifica come da par. 4.2.4.1.2 per punto (4.2.6) e (4.2.10)			
V V/T			(TRAVI E PILASTRI) verifica di resistenza come da par. 4.2.4.1.2 per azioni taglio-torsione (4.2.16 e 4.2.28)			
V N/M			(TRAVI E PILASTRI) verifica di resistenza come da par. 4.2.4.1.2 per azioni composte (4.2.33) con riduzione per taglio (4.2.40) ove richiesto			
N	M3	M2	V2	V3	T	sollecitazioni di interesse per la verifica
V stab			(ASTE) verifica come da par. 4.2.4.1.3.1 per punto (4.2.41)			
V stab			(TRAVI E PILASTRI) verifica come da par. 4.2.4.1.3 per punti (C4.2.32) o (C4.2.36) (membrature inflesse e compresse senza/con presenza di instabilità flessotorsionale)			
BetaxL		B22xL	B33xL	lunghezze libere di inflessione (se indicato riferiti al piano di normale 22 o 33 rispettivamente)		
Snellezza			snellezza massima			
Classe			classe del profilo			
Chi mn			coefficiente di riduzione (della capacità) per la modalità di instabilità pertinente			
Rif. cmb			combinazioni in cui si sono rispettivamente attinti i valori di verifica più elevati			
V flst			(TRAVI E PILASTRI) verifica di stabilità come da par. 4.2.4.1.3.2 per punto (4.2.48)			
B1-1 x L			Beta1-1 x L: interasse tra i ritegni torsionali			
Chi LT			coefficiente di riduzione (della capacità) per la modalità di instabilità flessotorsionale			
Snell adim			Valore della snellezza adimensionale, utilizzato per il controllo previsto al par. 7.5.5			
v.Omeg			Valore del rapporto capacità/domanda per l'azione di interesse (momento per travi e azione assiale per aste) utilizzato per l'amplificazione delle azioni			
f.Om. N			Fattore di amplificazione delle azioni assiali per travi e colonne (prodotto di 1.1 x Omega x gamma rd materiale); utilizzato come specificato al par. 7.5.5			

f.Om. T	Fattore di amplificazione delle azioni (assiali, flettenti e taglianti) per colonne (prodotto di 1.1 x Omega x gamma rd materiale); utilizzato come specificato al par. 7.5.4
V.7.5.4 M Ed	Verifica come prevista al punto 7.5.4 e valore dell' azione flettente
V.7.5.5 N Ed	Verifica come prevista al punto 7.5.5 e valore dell' azione assiale
V.7.5.6 V Ed,G V Ed,M	Verifica come prevista al punto 7.5.6 e valore dei tagli dovuti ai carichi e alla capacità
V.7.5.10 V Ed	Verifica come prevista al punto 7.5.10 e valore dell' azione di taglio
sovr. Xi (Xf, Yf, Yf)	Valore della sovrarresistenza come prevista al par. 7.5.4.2 (i valori non sono normalizzati pertanto saranno maggiori uguali a gamma rd in base alla classe di duttilità)

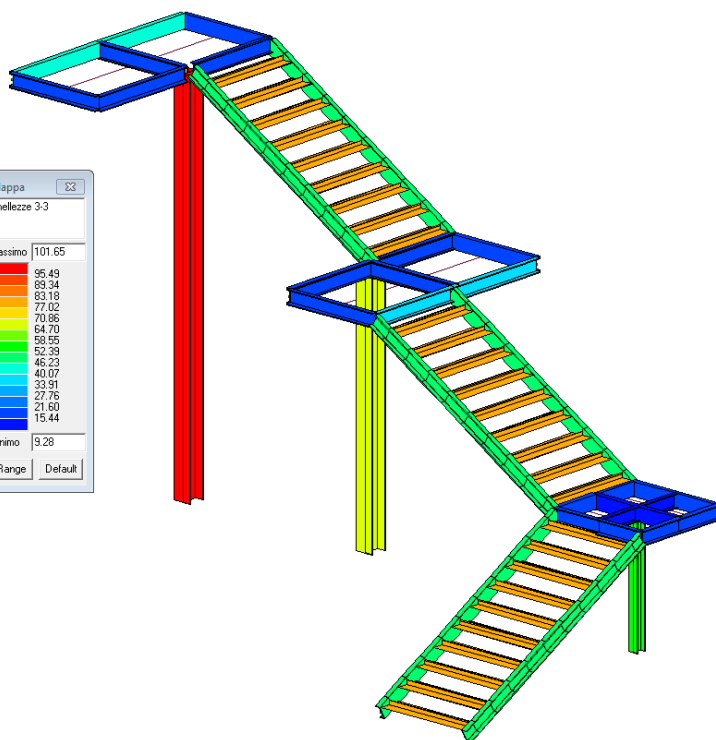
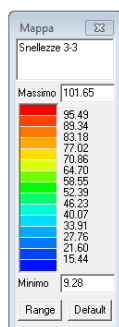
Nel caso in cui λ_{S} sia minore di 0.2, oppure nel caso in cui la sollecitazione di calcolo NEd sia inferiore a 0.04 Ncr, gli effetti legati ai fenomeni di instabilità sono trascurati, come da paragrafo 4.2.4.1.3.1



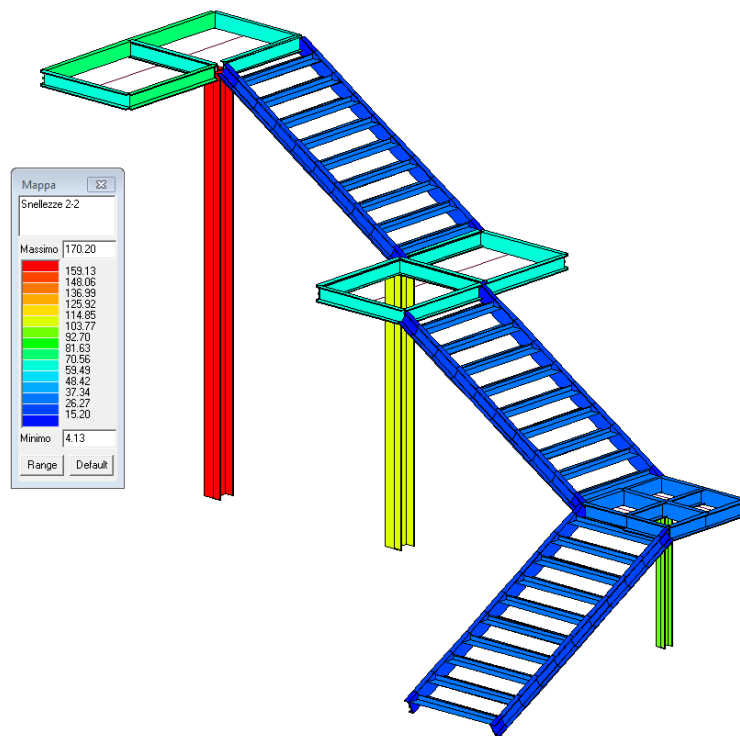
Verifica taglio e torsione



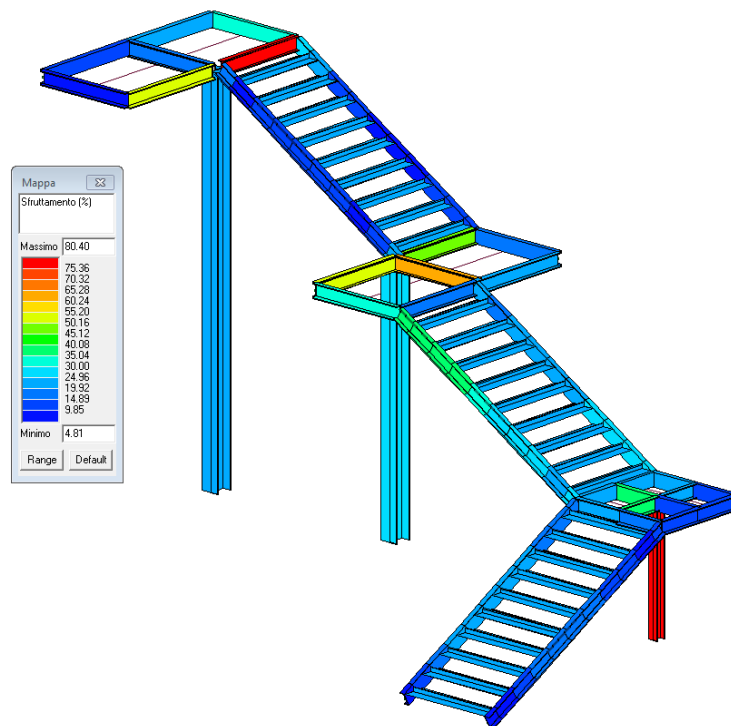
Verifica N/M



Snellezza per flessione attorno asse locale 3-3



Sflessione per flessione attorno asse locale 2-2



Percentuale sfruttamento massimo materiale

Travi in elevazione

Trave	Stato	Note	V V/T	V N/M	V stab	Cl.Lam S 22	Lam S 33	Snell.	Chi mn	V flstLam S LT	Chi LT	Rif. cmb		
1	ok	s=1,m=11	0.04	0.05		19.05e-02	0.5	48.9	0.83	0.032.84e-02	1.00	2,2,0,2		
2	ok	s=1,m=11	0.02	0.13		1	0.3	0.2	32.0	0.93	0.06	0.1	1.00	37,40,0,37
3	ok	s=1,m=11	0.04	0.23		14.40e-02	0.4	39.4	0.89	0.051.73e-02	1.00	39,32,0,39		
4	ok	s=1,m=11	0.04	0.15		1	0.7	0.2	64.4	0.73	0.12	0.4	0.84	2,32,0,2
5	ok	s=1,m=11	0.04	0.13		1	0.8	0.4	72.6	0.68	0.11	0.2	0.98	2,41,0,2
6	ok	s=1,m=11	0.07	0.52		1	0.8	0.2	72.6	0.68	0.50	0.2	0.98	2,11,0,2
7	ok	s=1,m=11	0.04	0.24		1	0.1	0.5	47.2	0.84	0.064.04e-02	1.00	2,34,0,2	
8	ok	s=5,m=11	0.09	0.54		1	0.7	0.2	66.9	0.78	0.45	0.2	1.00	2,2,0,2
...														
120	ok	s=4,m=11	0.03	0.22		4	0.3	0.8	79.3	0.63	0.22	0.1	1.00	2,2,0,2
Trave			V V/T	V N/M	V stab	Lam S 22	Lam S 33	Snell.	Chi mn	V flstLam S LT	Chi LT			
			0.17	0.80			0.77	0.84	79.32	0.63	0.80	0.42		

Pilastri

Pilas.	Stato	Note	V V/T	V N/M	V stab	Cl.LamS 22	LamS 33	Snell.	Chi mn	V flstLamS LT	Chi LT	Rif. cmb		
121	ok	s=3,m=11	0.02	0.20	0.23	1	1.8	1.1	170.2	0.23	0.17	0.2	1.00	12,12,2,12
122	ok	s=3,m=11	0.02	0.29		1	1.2	0.7	112.2	0.44	0.16	0.2	1.00	23,41,0,20
123	ok	s=2,m=11	0.08	0.80	0.61	1	1.0	0.6	93.8	0.54	0.27	0.1	1.00	2,36,2,2
Pilas.			V V/T	V N/M	V stab	LamS 22	LamS 33	Snell.	Chi mn	V flstLamS LT	Chi LT			
			0.08	0.80	0.61		1.81	1.08	170.20	0.23	0.27	0.25	1.00	

12.11 STATI LIMITE DI ESERCIZIO E VALUTAZIONE DELLA FRECCIA

LEGENDA TABELLA STATI LIMITE D' ESERCIZIO ACCIAIO

In tabella vengono riportati i valori di interesse per il controllo degli stati limite d'esercizio.

In particolare vengono riportati, per gli elementi trave, i risultati relativi alle combinazioni considerate (rare o caratteristiche).

I valori di interesse sono i seguenti:

f*1000/L	massima deformazione normalizzata in combinazioni rare
-----------------	--

Si precisa che i valori di massima deformazione per travi sono riferiti ai due piani locali (1-2 con momenti flettenti 3-3 e 1-3 con momenti flettenti 2-2). Il valore riportato (massimo) è espresso in 1000/L per rendere agevole il confronto di più valori e in particolare di più range di valori (ad esempio 2 rappresenta L/500, 4 L/250 e così via).

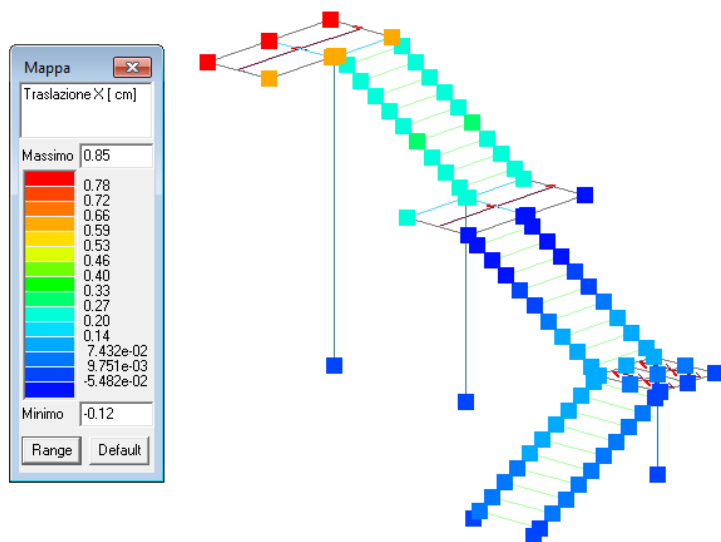
Trave	f*1000/L	Trave	f*1000/L	Trave	f*1000/L	Trave	f*1000/L	Trave	f*1000/L	Trave	f*1000/L	Trave	f*1000/L
1	0.9	2	3.0	3	1.5	4	1.1	5	3.6	6	0.3	7	1.4
8	1.8	9	3.1	10	2.6	11	1.5	12	2.6	13	1.5	14	2.6
15	2.7	16	4.0	17	4.1	18	1.9	19	1.8	20	3.56e-02	21	1.3
22	1.9	23	1.3	24	1.2	25	2.8	27	1.2	29	2.6	30	1.0
31	1.7	32	3.0	33	1.7	34	3.2	35	1.3	36	2.6	37	1.4
38	1.3	39	3.0	40	0.8	41	1.5	42	1.5	43	1.1	45	1.1
46	2.1	47	1.2	48	2.9	49	0.4	50	2.4	51	1.3	52	1.7
53	1.2	54	1.0	55	1.0	56	1.5	57	1.0	58	0.3	59	1.2
60	1.0	61	1.0	62	1.2	63	0.7	64	0.5	65	1.1	66	1.1
67	0.9	68	1.1	69	0.4	70	1.0	71	0.8	72	1.3	73	0.9
74	0.8	75	0.4	76	1.5	77	0.7	78	1.6	79	0.9	80	1.4
81	0.5	82	1.9	83	0.8	84	2.0	85	0.9	86	2.0	87	0.6
88	2.3	89	2.9	90	3.1	91	0.8	92	2.5	93	3.7	94	3.2
95	2.7	96	2.4	97	2.2	98	2.0	99	1.9	100	1.9	101	1.9
102	1.9	103	2.0	104	2.1	105	2.1	106	2.0	107	1.9	108	1.8
109	1.7	110	1.6	111	2.8	112	2.7	113	2.5	114	2.3	115	2.0
116	1.7	117	1.4	118	1.0	119	0.6	120	0.5				

La deformazione normalizzata per gli elementi a sbalzo deve essere moltiplicata per 0,5 in quanto in questo caso la lunghezza L deve essere raddoppiata come indicato in normativa al capitolo 4.2.4.2.1.

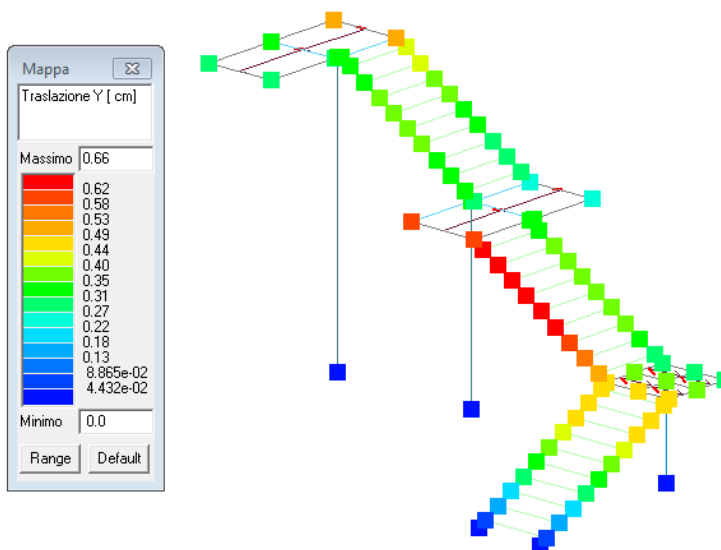
Le deformazioni sono quindi accettabili per questo tipo di struttura.

12.12 VALUTAZIONE DEGLI SPOSTAMENTI

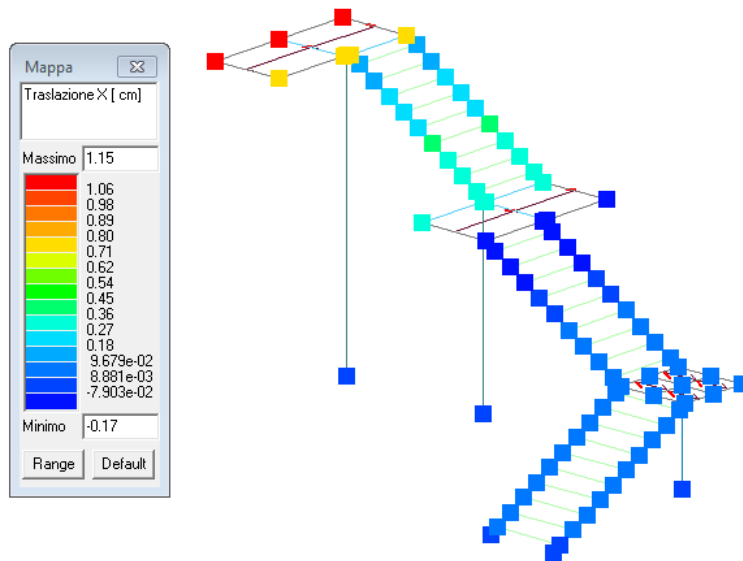
Di seguito si riportano alcune schermate nella quale sono evidenziati i massimi spostamenti nelle due direzioni principali in caso di azione sismica. In particolare sia allo SLD che allo SLV gli spostamenti risultano contenuti e dunque, anche in relazione al tipo di struttura, si ritengono accettabili.



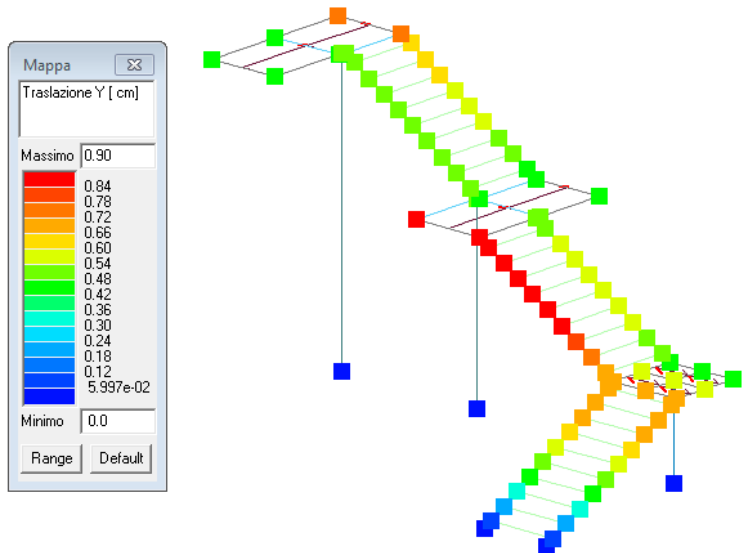
Spostamenti max SLD sisma X.



Spostamenti max SLD sisma Y.



Spostamenti max SLV sisma X.



Spostamenti max SLV sisma Y.

VALUTAZIONE DELLE CONNESSIONI

Le connessioni presenti sono saldate lungo tutto il perimetro degli elementi connessi a realizzare una connessione a completo ripristino per cui si ritiene superfluo verificare le singole connessioni essendo pari alla resistenza del profilo che, come mostrato nei capitoli precedenti, risultano tutti idonei alle sollecitazioni agenti.

RIASSUNTO VERIFICHE

Come dimostrato nei paragrafi precedenti la struttura in elevazione risulta adeguata per l'azione sismica di progetto.

13 CONCLUSIONI

Come si evince dalle indagini e analisi numeriche svolte, l'edificio in esame necessita di interventi strutturali di adeguamento per garantire la resistenza rispetto all'azione sismica.

Lo stato di fatto manifesta carenze in corrispondenza degli elementi verticali principali in muratura portante ordinaria, progettati (vista l'epoca di realizzazione) con inerzie tali da rispettare le verifiche ai carichi statici, non contemplando le spinte orizzontali derivanti da sisma.

I risultati di progetto mostrati nella presente relazione a seguito degli interventi di rinforzo evidenziano azioni sollecitanti minori delle resistenze offerte.

LUOGO E DATA

Darfo Boario Terme, 25/07/2023

IL TECNICO

File firmato digitalmente

Ing. Diego Macario
