

studio
re ● ● ● ●
architettura urbanistica interni



63854 Santa Vittoria in Matenano (FM)
Ponte Maglio - C.da Santa Croce n° 24/a
Telefono/Fax: +39 0734 780398
e-mail: info.studiotre@gmail.com

COMUNE DI
SARNANO (MC)

DATA
GIUGNO
2019

POR FESR 2014/2020 - Asse 8 - Azione 29.1.1 DGR n. 475/2018
Schema di accordo tra la Regione Marche e il Comune di Sarnano (MC)
per l'attuazione dell'intervento di Miglioramento sismico e funzionale,
recupero e restauro Musei e Pinacoteca Comunale.

TAVOLA

6e

CALCOLI STATICI

SCALA

PROPRIETA'
AMMINISTRAZIONE COMUNALE

UBICAZIONE
Via Giacomo Leopardi

ORDINE TECNICO
ARCHITETTI
PIANIFICATORI
PAESAGGISTI
CONSERVATORI
FERMO

Architetto
**ERMANNO
ANTOLINI**
n° 048 sez A

Relazione di calcolo

Premessa

La seguente relazione riporta i risultati dei calcoli statici relativi all'edificio a struttura muraria Museo Sarnano composto da 3 piani in elevazione, oltre la fondazione, sito nel comune di Sarnano così come ottenuti dal tecnico responsabile dei calcoli Arch. Ermanno Antolini con l'uso del programma Por 2000 della Newsoft s.a.s. di Cosenza, programma specifico per l'analisi e la verifica di edifici multipiano in muratura.

Il programma Newsoft Por 2000 è diffuso su tutto il territorio nazionale ed è assistito dalla ditta produttrice. Il responsabile dei calcoli Arch. Ermanno Antolini ne è licenziatario registrato.

Riferimenti legislativi

L'analisi della struttura e le verifiche sugli elementi sono state condotte in accordo alle vigenti disposizioni legislative ed in particolare delle seguenti norme:

Legge n.1086 del 05/11/71

Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.

Legge n.64 del 02/02/74

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

D.M. del 17/01/18

Norme tecniche per le costruzioni (2018).

Sono state inoltre tenute presenti le seguenti referenze tecniche:

C.M. n.7 del 19/01/2019

Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni

Quadro complessivo delle verifiche eseguite

Sono eseguite tutte le verifiche richieste dalle Ntc18 per le costruzioni in muratura in assenza e in presenza di sisma, utilizzando il metodo degli stati limite.

La sicurezza sotto azione sismica è stata determinata con analisi statica non lineare, eseguita in accordo con le disposizioni contenute nelle Ntc18 e tenendo presenti le indicazioni fornite nelle relative istruzioni per l'applicazione, con riferimento agli stati limite di danno (Sld), di salvaguardia vita (Slv).

Il quadro complessivo delle verifiche svolte è il seguente:

Verifica della snellezza dei setti.

Verifica della eccentricità massima trasversale.

Verifica eccentricità massima longitudinale.

Verifica a taglio per azioni non sismiche.

Verifica a pressoflessione trasversale per azioni non sismiche.

Verifica a pressoflessione longitudinale per azioni non sismiche.

Verifica a pressoflessione trasversale per azioni sismiche.

Verifica pushover dello stato limite di danno.

Verifica pushover dello stato limite di salvaguardia vita.

Verifica del terreno di fondazione.

Verifica a ribaltamento.

Verifica dei collegamenti.

I carichi verticali sono stati computati mediante un cumulo progressivo degli scarichi dei solai ai piani, dei pesi propri delle murature, tenendo conto dell'influenza dei disassamenti prodotti da riseghe di spessore, dei meccanismi di trasmissione degli scarichi in corrispondenza delle aperture ed infine dei sovrasforzi generati dal sisma.

Nella valutazione degli sforzi normali si è tenuto conto dell'azione non contemporanea dei carichi accidentali riducendo il carico accidentale gravante ai piani sovrastanti; si è assunto un fattore riduttivo del 0% per il piano immediatamente sovrastante a quello considerato e del 15% per i piani superiori.

Le combinazioni di carico considerate sono le seguenti:

Statica locale: rappresentativa della combinazione di stato limite ultimo per le verifiche locali in assenza di sisma a pressoflessione trasversale, pressoflessione e taglio longitudinale, a ribaltamento;

Statica fondazioni: rappresentativa della combinazione di stato limite ultimo per le verifiche sul terreno di fondazione in assenza di sisma;

Sismica locale: rappresentativa della combinazione di stato limite ultimo per le verifiche locali in presenza di sisma a pressoflessione trasversale e a ribaltamento;

Sismica fondazioni: rappresentativa della combinazione di stato limite ultimo per le verifiche sul terreno di fondazione in presenza di sisma;

Sismica pushover: rappresentativa della combinazione dei carichi statici considerata nell'analisi sismica pushover, nella quale le azioni statiche così determinate sono mantenute costanti e si esegue un processo di carico incrementale sull'azione sismica, nel corso del quale si controllano le condizioni che determinano il raggiungimento degli stati limite di interesse.

Gli involuppi delle azioni sono eseguiti combinando linearmente le azioni di carico, mediante fattori di involuppo assunti in valore minimo e in valore massimo. In particolare i fattori di involuppo per una particolare azione si ottengono come prodotto fra un fattore riduttivo ψ dipendente dal tipo di azione e un fattore γ dipendente dalla combinazione e dal tipo di azione considerata (permanente, variabile, sismica) e per il quale sono previsti valori minimo e massimo, da considerare in maniera indipendente.

Con tali regole di involuppo si determinano i valori estremi di variabilità (minimo-massimo) delle grandezze involuppate e per entrambi tali valori vengono eseguite le verifiche.

Nel seguente tabulato i fattori ψ e γ utilizzati sono riportati rispettivamente nelle tabelle delle Azioni di carico e delle Combinazioni di carico.

In accordo con le disposizioni della normativa, per le costruzioni in muratura non sono richieste verifiche nei confronti degli stati limite di esercizio, quando siano soddisfatte le verifiche per gli stati limite ultimi.

Parametri sismici del sito

In funzione della classe d'uso dell'edificio, sono stati considerati i seguenti stati limite di verifica, per i quali la normativa fissa l'azione sismica con una data probabilità di superamento, in un periodo di riferimento dipendente dal tipo e dalla classe d'uso della costruzione:

-SlD: Stato limite di Danno sismico (probabilità di superamento 63%)

-Slv: Stato limite di Salvaguardia della vita (probabilità di superamento 10%)

Per ciascuno degli stati limite indicati sono stati valutati i periodi di ritorno dell'azione sismica, tenendo conto della probabilità di superamento prescritta dalla norma e ricavando il periodo di riferimento per l'azione sismica in base al tipo di costruzione e alla classe d'uso.

In funzione dei periodi di ritorno e delle coordinate geografiche del sito, si valutano infine i parametri di pericolosità sismica per gli stati limite di interesse, estrapolando i valori dalle tabelle allegate alla normativa.

In particolare, l'edificio è posto in zona sismica II.

Il tipo di costruzione è ordinario, la classe d'uso è la II (normale) e la muratura prevalente è di tipo ordinaria. Le caratteristiche del suolo di fondazione corrispondono alla categoria stratigrafica C e alla categoria topografica T1.

Si valuta per l'edificio una vita nominale di 50 anni e un periodo di riferimento per l'azione sismica di 50 anni.

Per lo stato limite di Danno sismico (SlD) sono stati considerati i seguenti parametri di pericolosità:

-Periodo di ritorno dell'azione sismica [anni]: 50

-Accelerazione orizzontale massima al suolo [g]: 0,091

-Fattore di amplificazione per spettro orizzontale: 2,40

-Periodo spettrale di riferimento [s]: 0,28

Per lo stato limite di Salvaguardia della vita (Slv) sono stati considerati i seguenti parametri di pericolosità:

-Periodo di ritorno dell'azione sismica [anni]: 475

-Accelerazione orizzontale massima al suolo [g]: 0,250

-Fattore di amplificazione max per spettro orizzontale: 2,40

-Periodo spettrale di riferimento [s]: 0,34

In base ai parametri di pericolosità sismica sono stati definiti gli spettri sismici di progetto per la componente orizzontale e verticale in corrispondenza degli stati limite di interesse. La definizione completa degli spettri di risposta è riportata nell'omonima

tabella nella sezione dei risultati globali di analisi, nel seguito del presente tabulato.

Modellazione e verifica sismica

Il modello strutturale dell'edificio assume come ipotesi di base che i maschi murari abbiano un comportamento tipo shear-type, ovvero abbiano rotazioni al piede e in testa impedito e che il loro spostamento in pianta sia descrivibile come roto-traslazione rigida.

La prima ipotesi è generalmente accettabile ai fini tecnici quando sussiste fra le pareti un sufficiente grado di ammassamento tale da garantire un comportamento scatolare dell'insieme. In queste condizioni infatti, la presenza dei muri trasversali limita notevolmente la rotazione delle sezioni terminali delle murature, rendendo plausibile l'ipotesi di rotazioni impedito al piede e in testa. Inoltre, nel caso di setti adiacenti ad aperture, la deformabilità del collegamento può essere messa in conto, come in effetti si fa nel programma, attraverso un appropriato trattamento del nodo a dimensione finita.

Per quanto riguarda la seconda ipotesi, questa non discende dalla presenza di solai di piano sufficientemente rigidi da impedire la deformazione in pianta della struttura, in quanto nel caso specifico delle murature la rigidità dei solai, anche se realizzati in laterocemento, resta pur sempre bassa se comparata a quella della muratura portante, ma discende anch'essa dal comportamento scatolare dell'edificio. Se i muri sono validamente ammassati negli incroci, la pianta di un edificio murario può essere assimilata ad una sezione pluriconnessa e quindi manifesta una forte rigidità torsionale, anche in assenza di solai.

In questo contesto, la risposta ad una spinta orizzontale lungo un setto non produce effetti solo locali, ma porta ad una collaborazione dell'insieme dei setti, che si manifesta con una roto-traslazione dell'insieme e pertanto gli spostamenti in pianta risultano tali da poter essere decritti con buona approssimazione tramite un moto rigido del solaio.

La validità di entrambe le ipotesi resta ovviamente legata ad un pieno ammassamento agli incroci murari e ad una corretta realizzazione delle aperture, requisiti essenziali piuttosto comuni nelle costruzioni murarie. In tal caso le ipotesi forniscono un buon compromesso fra semplicità di analisi ed accuratezza di modellazione e sono accettabili ai fini tecnici, specie se si considera anche il livello delle approssimazioni coinvolte negli altri aspetti della modellazione (identificazione dei parametri elastici e di resistenza delle murature, valutazione dello stato di degrado ed altro).

Si può anche osservare che, all'estremo opposto, una modellazione apparentemente più sofisticata, che veda pareti separate trattate come strutture intelaiate, porterebbe a trascurare del tutto gli effetti legati alla rigidità torsionale della cassa muraria, con ciò perdendo l'aspetto forse più importante del comportamento della struttura.

L'analisi sismica è eseguita in campo statico non lineare, secondo una strategia incrementale push-over, considerando due diverse distribuzioni delle forze sismiche: una distribuzione lineare sull'altezza e una distribuzione proporzionale alle masse di piano, e facendo variare l'angolo di incidenza del sisma da 0 a 360 gradi secondo una scansione predefinita, tale da campionare in modo esauriente la risposta strutturale sotto sisma.

Inoltre, è stata eseguita una analisi dinamica modale in campo lineare, per determinare i modi di vibrazione dell'edificio e per valutare quindi le percentuali di massa eccitata sui singoli modi di vibrare, prodotte da ogni scansione sismica considerata nell'analisi statica non lineare, variabili in direzione e nella distribuzione delle forze sull'altezza.

Nel caso in esame, è stata adottata una scansione di incidenza sismica di 45 gradi. Sono state quindi eseguite analisi per 8 direzioni sismiche, ripetute per due diverse distribuzioni di forze sull'altezza.

Nell'ambito di una singola analisi si segue una tecnica incrementale che consiste nell'aumentare gradualmente il carico sismico e di controllare, in ogni passo di carico, il livello tensionale e deformativo raggiunto nei maschi.

La soluzione incrementale è ottenuta imponendo l'equilibrio tra il tagliante di piano, quale risultante delle forze sismiche cumulate sino al piano considerato, e la risultante degli sforzi di taglio dstantesi in ciascun maschio, ottenuti in funzione dello scorrimento di interpiano e del legame elasto-plastico ad essi associato.

In particolare, il contributo dei maschi è limitato dalle resistenze ultime a taglio e a pressoflessione longitudinale e si annulla quando lo spostamento raggiunge il corrispondente valore ultimo. Il tipo di crisi sarà da presso-flessione o da taglio, in funzione dei rapporti di rigidità e di resistenza fra le due risposte. Quando ciò avviene, il maschio è dichiarato collassato e non dà più alcun contributo nei passi di carico successivi. Nel corso del processo vengono registrati in continuo i valori raggiunti per il tagliante sismico e lo spostamento orizzontale di riferimento, in modo da costruire per ogni direzione sismica la curva di equilibrio forze-spostamenti. L'analisi si conclude quando si raggiunge lo stato limite di collasso, definito dalle condizioni indicate nella normativa.

Nella analisi pushover condotta intervengono i valori di resistenza e di duttilità dei maschi murari. I valori resistenti sono relativi alla risposta a taglio e a pressoflessione dei maschi e si ottengono in base alle caratteristiche meccaniche delle murature tenendo conto dell'effetto riduttivo del fattore di confidenza. I valori limiti di calcolo della duttilità si ottengono dai valori assegnati

al tipo muratura, in base alle indicazioni di normativa, che definiscono i valori per lo stato limite di danno e per gli stati limiti ultimi di collasso a taglio e a pressoflessione longitudinale.

Per tener conto inoltre di possibili effetti sfavorevoli all'estrinsecarsi della duttilità, ad esempio dovuti a fenomeni di localizzazione delle deformazioni o alla presenza di un danneggiamento già esistente, si applica a vantaggio di statica un ulteriore fattore di sicurezza sulle duttilità limiti pari a 1.56.

Lo stato limite di danno è raggiunto quando il primo maschio murario raggiunge uno spostamento orizzontale relativo pari al valore limite prefissato per tale evenienza (duttilità limite di danno).

Lo stato limite di salvaguardia vita è raggiunto quando, per effetto della progressiva eliminazione dei maschi murari arrivati a collasso (quelli cioè con spostamenti relativi maggiori della duttilità ultima a taglio o a flessione), la forza resistente manifesta una riduzione pari al 10% del valore massimo raggiunto.

La verifica di sicurezza nei confronti degli stati limite sismici Sld,Slv viene effettuata controllando che per ogni direzione sismica la capacità di spostamento, valutata mediante l'analisi non lineare pushover, sia maggiore della domanda di spostamento che si ottiene costruendo il sistema bilineare equivalente ad un grado di libertà, valutandone il periodo proprio in base alla rigidità elastica secante e ricavando lo spostamento richiesto dallo spettro elastico corrispondente allo stato limite di verifica, eventualmente amplificato con un fattore di correlazione fra sistema elastico e sistema anelastico.

Si controlla, inoltre, che il fattore di struttura $q=f_e/f_y$ del sistema bilineare equivalente, valutato come rapporto fra il taglio alla base ottenuto dallo spettro elastico e il taglio resistente, non ecceda il valore limite 4.0 per gli stati limite sopra menzionati.

Il risultato delle verifiche viene quindi riportato in maniera equivalente in termini di Pga, ovvero in accelerazione di picco al suolo, normalizzata alla categoria A (roccia). In particolare si valuta la capacità di Pga (accelerazione al suolo che produce il raggiungimento di un particolare stato limite) e la domanda di Pga (accelerazione al suolo fissata dalla normativa). Il fattore di sicurezza è quindi espresso come rapporto di Pga fra il valore di capacità e il valore di domanda.

Come già indicato in precedenza, l'analisi sismica globale contiene implicitamente le verifiche a pressoflessione longitudinale e a taglio. Le verifiche a pressoflessione e a ribaltamento fuori piano vengono invece eseguite separatamente in quanto la valutazione delle forze equivalenti indicate dalla normativa richiede la conoscenza di alcuni parametri meccanici, come il periodo proprio della struttura nella direzione di verifica, disponibili come risultato a conclusione dell'analisi globale. In questi casi si fa riferimento a modellazioni locali che tengono conto del grado di ammortamento fra muratura e solaio, per effetto dei cordoli e dei tiranti presenti.

Precisazioni sul codice di calcolo utilizzato per l'analisi

Si forniscono di seguito le ulteriori indicazioni richieste dal punto 10.2 delle Norme tecniche

L'analisi è stata condotta utilizzando il codice di calcolo Por 2000, versione 11.02, di cui lo scrivente è licenziatario registrato.

Il programma Por 2000 è un codice di calcolo specifico per l'analisi e la verifica di strutture multipiano in muratura, che consente una modellazione tridimensionale della struttura, basata sui criteri esposti sinteticamente nei paragrafi precedenti.

Il programma è prodotto dalla Newsoft sas, operante sul territorio nazionale e specificamente indirizzata alla produzione di software per l'ingegneria civile. La casa produttrice cura direttamente il servizio di assistenza tecnica e rende disponibili sul suo sito Internet manuali operativi e documentazioni tecniche complete relativi a casi di prova, liberamente scaricabili, che consentono un controllo ed un riscontro sull'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo.

Lo scrivente ha avuto modo di valutare, in base ad uno studio della documentazione fornita ed all'esame dei risultati ottenuti su strutture test significative, la robustezza ed affidabilità del codice utilizzato, di cui fa proprie le ipotesi di base e le modalità operative, che ritiene adeguate al contesto di utilizzo.

Lo scrivente fa inoltre propri i risultati forniti dal codice ed inseriti nella presente relazione di calcolo, che ha avuto modo di controllare sia attraverso le restituzioni sintetiche tabellari e grafiche ed i filtri di autodiagnostica offerti dal codice, sia mediante riscontri di massima eseguiti a campione sui risultati delle analisi.

Ulteriori informazioni sulla Società produttrice possono ricavarsi dal sito ufficiale <http://www.newsoft-eng.it>.

Informazioni dettagliate sul codice Por 2000, comprendenti le ipotesi base utilizzate e le modalità operative, sono descritte nella pagina web <http://www.newsoft-eng.it/Por2000.htm>.

Il manuale operativo ed una serie di strutture test, utilizzabili per un controllo sulla accuratezza dei risultati, sono liberamente scaricabili dagli indirizzi web http://www.newsoft-eng.it/Down_Manuali.htm e <http://www.newsoft-eng.it/TestsPor2000.htm>.

Considerazioni conclusive

I risultati della verifica a taglio per azioni non sismiche evidenziano, nella situazione più sfavorevole, che la tensione tangenziale agente raggiunge il 0.00% del corrispondente valore limite. Tale verifica risulta pertanto soddisfatta.

I risultati delle verifiche a pressoflessione trasversale per azioni non sismiche evidenziano, nella situazione più sfavorevole, che la tensione normale agente raggiunge il 194.69% del valore limite. Tale verifica risulta pertanto non soddisfatta.

I risultati delle verifiche a pressoflessione longitudinale per azioni non sismiche evidenziano, nella situazione più sfavorevole, che la tensione normale agente raggiunge il 156.00% del valore limite. Tale verifica risulta pertanto non soddisfatta.

I risultati delle verifiche a pressoflessione trasversale per azioni sismiche evidenziano, nella situazione più sfavorevole, che la tensione normale agente raggiunge il 527.13% della tensione ammissibile del terreno. Pertanto tale verifica risulta non soddisfatta.

I risultati delle verifiche in fondazione per sole azioni statiche evidenziano, nella situazione più sfavorevole, che la tensione massima al suolo raggiunge il 91.24% della tensione ammissibile del terreno. Tale verifica risulta pertanto soddisfatta.

I risultati delle verifiche in fondazione con azioni sismiche evidenziano, nella situazione più sfavorevole, che la tensione massima al suolo raggiunge il 91.93% della tensione ammissibile del terreno. Pertanto tale verifica risulta soddisfatta.

I risultati delle verifiche a ribaltamento sulle pareti per sole azioni statiche evidenziano, nella situazione più sfavorevole, che il momento ribaltante raggiunge il valore massimo del 58.17% del momento stabilizzante disponibile. Pertanto tale verifica risulta soddisfatta.

I risultati delle verifiche a ribaltamento sulle pareti con azioni sismiche evidenziano, nella situazione più sfavorevole, che il momento ribaltante raggiunge il valore massimo del 657.90% del momento stabilizzante disponibile. Tale verifica risulta pertanto non soddisfatta.

Le verifiche a trazione dei tiranti e del punzonamento indotto sulle murature nei conci di ancoraggio risultano implicitamente soddisfatte nell'ambito della verifica a ribaltamento, limitando il tiro utile al valore massimo consentito dal soddisfacimento di tali verifiche.

I risultati della verifica sismica condotta con analisi statica non lineare (analisi pushover a controllo di duttilità) evidenziano, per la scansione sismica più restrittiva, che:

I fattori di struttura $q=f_e/f_y$ valutati sul sistema bilineare equivalente per gli stati limite Sld,Slv, come rapporto fra il taglio alla base ottenuto dallo spettro elastico e il taglio resistente, non eccedono in nessun caso il valore limite 4.0. Tale verifica risulta pertanto soddisfatta.

Il fattore di sicurezza al limite di danno, valutato come rapporto fra l'accelerazione sismica al suolo per cui si ha il raggiungimento dello stato limite Sld (capacità di Pga) e l'accelerazione sismica al suolo regolamentare prescritta per la struttura (domanda di Pga), corrisponde al valore minimo di 1.04. Tale verifica risulta pertanto soddisfatta.

Il fattore di sicurezza al limite di salvaguardia vita, valutato come rapporto fra l'accelerazione sismica al suolo per cui si ha il raggiungimento dello stato limite Slv (capacità di Pga) e l'accelerazione sismica al suolo regolamentare prescritta per la struttura (domanda di Pga), corrisponde al valore minimo di 0.57. Tale verifica risulta pertanto non soddisfatta.

Relazione sulla classificazione del rischio sismico

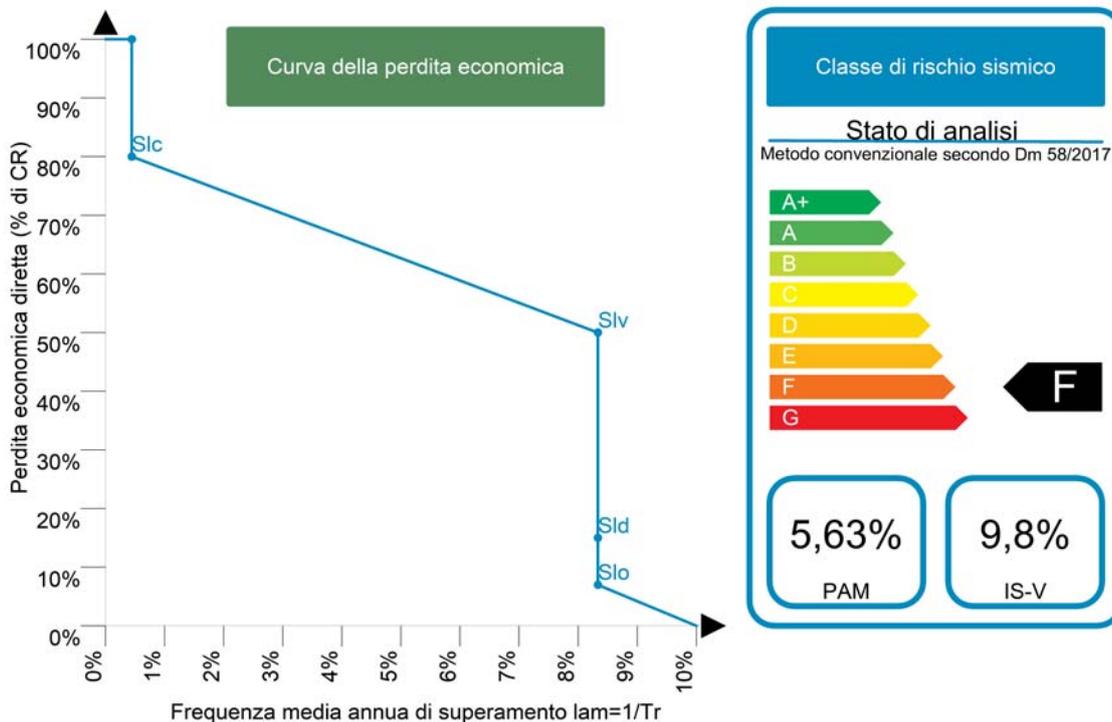
La classificazione del rischio sismico di una costruzione si ottiene con la determinazione della Classe di Rischio, secondo le indicazioni operative fornite dalle Linee Guida dell'Allegato A del D.M. n.58 del 28/02/2017, come modificate dal D.M. n.65 del 07/03/2017, nel quale vengono definite otto classi di rischio, dalla A+ alla G, secondo un ordinamento a rischio crescente. La determinazione della classe di rischio di una costruzione può essere condotta secondo due metodi, tra loro alternativi, l'uno convenzionale e l'altro semplificato, quest'ultimo con un ambito applicativo limitato. Il metodo convenzionale, applicabile a qualsiasi tipologia di costruzione, è basato sull'applicazione dei normali metodi di analisi previsti dalle attuali Norme Tecniche e consente la valutazione della Classe di Rischio della costruzione sia nello stato di fatto, sia nello stato conseguente all'eventuale intervento.

Per la determinazione della Classe di Rischio si fa nel seguito riferimento a due parametri:

PAM: Perdita Annuale Media attesa [%], rappresenta il costo di riparazione dei danni prodotti dagli eventi sismici che si manifesteranno nel corso della vita della costruzione, ripartito annualmente ed espresso come percentuale del costo di ricostruzione CR dell'edificio privo del suo contenuto; per calcolare il parametro è stata costruita la curva delle perdite economiche dirette, che esprime il costo di ricostruzione CR in funzione della frequenza media annua di superamento λ , essendo λ l'inverso del periodo medio di ritorno degli eventi sismici collegati agli stati limite strutturali, espresso in [%]. Tale curva, in assenza di dati più precisi, può essere discretizzata mediante una spezzata e l'area sottesa rappresenta proprio il parametro PAM.

IS-V: Indice di Sicurezza o indice di rischio della struttura, riferito allo stato limite Slv, definito dal rapporto tra la capacità di accelerazione di picco al suolo $PgaC$ e la domanda di accelerazione al suolo $PgaD$ definita per il sito.

Di seguito è riportata la sintesi grafica della classificazione eseguita.



Procedura di calcolo

Nel caso in esame la classificazione del Rischio Sismico è stata ottenuta con l'applicazione del metodo convenzionale, che ha richiesto la valutazione preliminare dei parametri PAM e IS-V, la determinazione delle classi ad essi corrispondenti, la Classe

PAM e la Classe IS-V, e l'ottenimento finale della Classe di Rischio come la peggiore fra le due.

Dall'analisi della struttura sono stati calcolati i valori di capacità PgaC delle accelerazioni al suolo per gli stati limite Slc, Slv, Sld, Slo e i corrispondenti periodi di ritorno, TrC.

Da quest'ultimi sono stati ottenute le frequenze medie annue di superamento: $\lambda = 1/TrC$ per ogni stato limite. Ai fini della costruzione della curva (λ , CR) sono stati quindi definiti gli stati limite:

SLID: Stato Limite di Inizio Danno, assunto convenzionalmente corrispondente ad una perdita economica nulla e ad un periodo di ritorno di 10 anni;

SLR: Stato Limite di Ricostruzione, assunto convenzionalmente corrispondente ad una perdita economica del 100% (ovvero al collasso generalizzato) e ad un periodo di ritorno pari al sisma per Slc;

SLTI: Stato Limite a Tempo Infinito, che rappresenta il punto iniziale ($\lambda=0$, CR=100%).

Per ciascuno di questi stati limite, dalla tabella 3 delle Linee Guida è stato ottenuto il relativo costo di ricostruzione CR [%].

Riportando in grafico i punti (λ , CR) ottenuti, è stata ottenuta una spezzata a sette vertici, che permette di valutare il parametro PAM [%] come l'area sottesa dalla curva stessa. Dal rapporto PgaC/PgaD per lo stato limite Slv è stato ottenuto invece l'indice di sicurezza IS-V.

Noti i parametri PAM e IS-V, dalle tabelle 1 e 2 delle Linee Guida sono state determinate le corrispondenti classi PAM e IS-V e da queste la Classe di Rischio della costruzione, come la peggiore tra le due.

Risultato della classificazione

A seguire riportiamo la tabella con i principali risultati della classificazione.

5.6 Quadro di calcolo della classe di rischio secondo Dm 58/2017 (Sismabonus)

Stato	PgaSlc	PgaSlv	PgaSld	PgaSlo	TrSlc	TrSlv	TrSld	TrSlo	Pam	Isv	Cpam	Cisv	Cris
Stato di analisi	18.5/33.0	2.4/25.0	9.4/9.1	7.8/6.9	224/975	12/475	12/50	12/30	5,63	9,8	F	F	F

Legenda - Quadro di calcolo della classe di rischio secondo Dm 58/2017 (Sismabonus)

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
Stato	Stato strutturale di riferimento per il calcolo della classe	
PgaSlc	Capacità/Domanda in Pga [%g]	
PgaSlv	Capacità/Domanda in Pga [%g]	
PgaSld	Capacità/Domanda in Pga [%g]	
PgaSlo	Capacità/Domanda in Pga [%g]	
TrSlc	Capacità/Domanda in periodo di ritorno [anni]	
TrSlv	Capacità/Domanda in periodo di ritorno [anni]	
TrSld	Capacità/Domanda in periodo di ritorno [anni]	
TrSlo	Capacità/Domanda in periodo di ritorno [anni]	
Pam	Perdita annua media (PAM) in percentuale del costo di ricostruzione [% CR]	
Isv	Indice di sicurezza (IS-V) per Slv in percentuale	
Cpam	Classe Pam	
Cisv	Classe Isv	
Cris	Classe di rischio sismico secondo Dm 58/2017 (Sismabonus)	

Legende dei simboli utilizzati nelle tabelle

Legenda - Condizioni di carico

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
id	indice identificativo della condizione di carico	
u	condizione di carico utilizzata da elementi	
nome	denominazione univoca della condizione di carico	
tipo	tipo della condizione di carico	
psi0	valore raro del fattore di combinazione	
psi1	valore frequente del fattore di combinazione	
psi2	valore quasi-permanente del fattore di combinazione	

Legenda - Combinazioni di carico per le verifiche

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
id	Indice della combinazione di carico	
Nome combinazione	Nome della combinazione di carico	
S.limite	Stati limite di verifica associati	
Pe min	Fattore minimo per le azioni permanenti	
Pe max	Fattore massimo per le azioni permanenti	
Pr min	Fattore minimo per le azioni da precompressione	
Pr max	Fattore massimo per le azioni da precompressione	
Va min	Fattore minimo per le azioni variabili statiche	
Va max	Fattore massimo per le azioni variabili statiche	
Sis + -	Fattore per le azioni sismiche	
Psi	Fattori psi per variabili: a.principale/a.secondarie	

Legenda - Tipi murature: caratteristiche generali

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
Nome	Nome della muratura	
Blocchi resistenti	Tipo di elementi resistenti	
Stato	Stato della muratura: nuova o esistente	
Armatura	Tipo di armatura: selezionare per muratura armata (assente per m.ordinaria)	
Malta	Classe della malta	
Cel	Categoria elementi resistenti: I o II	
Cma	Categoria prestazionale della malta: G (prestazione garantita) o P (composizione prescritta)	
Ces	Classe di esecuzione della muratura: 1 o 2	
Cct	Connessione trasversale fra i paramenti della muratura: A (alta), M (media), B (bassa)	
Peso	Peso muratura per unità di volume in	kg/m ³
fbv	Resistenza a compressione blocchi in dir. verticale in	kg/cm ²
fbo	Resistenza a compressione blocchi in dir. orizzontale in	kg/cm ²

Legenda - Tipi murature: caratteristiche meccaniche

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
Nome	Nome della muratura	
iq%	Indice di qualità relativa per l'impostazione di valori predefiniti (0=minima, 50=media, 100=alta)	
f	Resistenza normale: v.caratteristico per m.nuove, v.medio per m.esistenti in	kg/cm ²
fv	Resistenza tangenziale: v.caratteristico per m.nuove, v.medio per m.esistenti in	kg/cm ²
E	Modulo elastico normale E in	kg/cm ²
G	Modulo elastico tangenziale G in	kg/cm ²
gst	F.di sicurezza gamma per verifiche locali statiche	
gsi	F.di sicurezza gamma per verifiche locali sismiche	
gph	F.di sicurezza gamma per verifiche pushover	
gco	F.di confidenza relativo al livello di conoscenza della muratura	
tga	Tangente angolo di attrito per resistenza a taglio	
dd	Duttilità al limite di danno in % dell'altezza del maschio	
dut	Duttilità al limite ultimo per collasso a taglio in % dell'altezza del maschio	
duf	Duttilità al limite ultimo per collasso a flessione in % dell'altezza del maschio	

Legenda - Tipi di armatura per muratura

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
id	Indice del tipo di armatura	
Nome	Nome del tipo	
Acciaio	Tipo di acciaio	
Afv estremi	Numero, diametro e passo [cm] dei ferri verticali concentrati di estremità (nodi, lati aperture, passo max)	
Afv diffusa	Numero, diametro e passo [cm] dei ferri verticali diffusi	
Afo diffusa	Numero, diametro e passo [cm] dei ferri orizzontali diffusi	

amv	Area ferro verticale minima in % dell'area muratura orizzontale
amo	Area ferro orizzontale minima in % dell'area muratura verticale

Legenda - Tipi di fondazione

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
id	Indice del tipo di fondazione	
Nome	Nome della fondazione	
Muratura anima	Tipo di muratura dell'anima	
Muratura ali	Tipo di muratura delle ali	
hf	Altezza della fondazione in	cm
bs	Base dell'ala di sinistra in	cm
hs	Altezza dell'ala di sinistra in	cm
bd	Base dell'ala di destra in	cm
hd	Altezza dell'ala di destra in	cm
hm	Altezza del magrone in	cm
rv	Rialzo verticale del piano fondale in	cm
qlim1	Carico limite sul terreno per verifiche non sismiche in	kg/cm ²
qlim2	Carico limite sul terreno per verifiche sismiche in	kg/cm ²
fs1	Fattore di sicurezza sul carico limite per verifiche non sismiche	
fs2	Fattore di sicurezza sul carico limite per verifiche sismiche	
kw	Costante di sottofondo del terreno in	kg/cm ³
c	Coesione efficace/non drenata in	kg/cm ²
phi	Angolo di attrito in gradi	
Peso	Peso terreno per unità di volume in	kg/m ³

Legenda - Tipi di impalcato

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
id	Indice del tipo di impalcato	
Nome	Nome del tipo di impalcato	
Tipo	Tipo dei travetti	
frt	Fattore di ripartizione trasversale: 0=scarico monodirezionale puro, 1=scarico bidirezionale puro	
it	Interasse travetti in	cm
bt	Base travetti in	cm
ht	Altezza travetti in	cm
ss	Spessore soletta in	cm
pp	Peso proprio in	kg/m ²

Legenda - Tipi di cordoli

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
id	Indice del tipo di cordolo	
Nome	Nome del cordolo	
Tipo	Tipo di cordolo	
B	Larghezza in	cm
H	Altezza in	cm
Str	Sforzo trasversale resistente limite in	kg/m
Ammorsamento	Tipo di ammorsamento con la muratura	
Vincolo	Efficacia del vincolo per il muro	

Legenda - Tipi di aperture

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
id	Indice del tipo di apertura	
Nome	Nome del tipo di apertura	
b	Larghezza dell'apertura in	cm
h	Altezza dell'apertura in	cm
m	Mazzetta dell'apertura in	cm
q	Quadro dell'apertura in	cm
s	Sguincio dell'apertura in	cm
Materiale	Materiale dell'architrave	
sa	Spessore dell'architrave in	cm
la	Luce dell'architrave in	cm
fa	Freccia dell'architrave in	cm

Legenda - Tipi di travi

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
id	Indice del tipo di trave	
Nome	Nome della trave	
Materiale	Tipo di materiale	
Sezione	Tipo di sezione	
bt	Larghezza totale in	cm
ht	Altezza totale in	cm

sv	Spessore anima verticale in	cm
so	Spessore ala orizzontale in	cm

Legenda - Tipi di rinforzi sul paramento

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
id	Indice del tipo di rinforzo	
Nome	Nome del rinforzo	
Materiali	Materiali caratteristici del rinforzo	
f	Diametro della rete in mm	
rx	Passo della rete o dei rinforzi Frp/Cam in direzione orizzontale in	cm
rz	Passo della rete o dei rinforzi Frp/Cam in direzione verticale in	cm
ng	Densità ganci di legatura trasversale al mq	
f	Diametro ganci trasversali in mm	
ar	Area resistente della singola nervatura in mmq	
sr	Resistenza caratteristica acciaio o resistenza di calcolo Frp in	kg/cm ²
sp	Pretensione nastri Cam in	kg/cm ²

Legenda - Livelli

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
id	Indice livello	
nome	denominazione del livello	
h	Altezza lorda di interpiano in	m
Fvx	Forza orizzontale da vento in direzione X in	kg
Fvy	Forza orizzontale da vento in direzione Y in	kg
Cvx	Coordinata X di applicazione della forza in	m
Cvy	Coordinata Y di applicazione della forza in	m
vp	Visualizzazione pannelli disegno solido	
vs	Visualizzazione solai in disegno solido	

Legenda - Nodi

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
id	Indice del nodo	
x	Coordinata X in pianta in	m
y	Coordinata Y in pianta in	m

Legenda - Pannelli

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
id	Indice del pannello	
Nodi	Indici dei nodi di estremo	
[Elemento] Tipo materiale	Tipologia di elemento: fondazione, muro o trave utilizzata nel pannello	
s	Spessore del pannello in	cm
ff	Filo fisso del pannello	
df	Disassamento asse rispetto alla retta congiungente i nodi in	cm
cp	Carico permanente distribuito in	kg/m
po	Pretensione orizzontale in	kg/m ²
pv	Pretensione verticale in	kg/m ²
na	Numero aperture nel pannello	
Cordolo	Tipo di cordolo	
ffc	Allineamento del cordolo	
NV	Contrassegnare per escludere il pannello dalle verifiche locali	
CG	Contrassegnare per escludere dall'analisi sismica i setti non conformi ai requisiti geometrici per murature nuove sismoresistenti	

Legenda - Aperture nei pannelli

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
id	Indice dell'apertura	
Xm	Ascissa del centro apertura rispetto al primo nodo del pannello in	cm
Hd	Altezza del davanzale rispetto a base pannello in	cm
Tipo	Tipo di apertura	
Filo	Filo fisso apertura	

Legenda - Rinforzi sui pannelli

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
id	Indice del pannello	
Rinforzo paramento	Tipo di rinforzo sul paramento	
drp	Disposizione rinforzo sui paramenti	
sps	Spessore del paramento di sinistra in	cm
spd	Spessore del paramento di destra in	cm

Iniezioni	Tipo di iniezioni: effetto in termini di classe di malta	
[B]	Contrassegnare per bloccare i valori meccanici (disabilita correlazioni automatiche)	
if	Fattore d'incremento resistenza normale	
ifv	Fattore d'incremento resistenza tangenziale	
iE	Fattore d'incremento modulo E	
iG	Fattore d'incremento modulo G	
iDu	Fattore d'incremento duttilità ultima	
f	Resistenza normale finale: v.caratteristico per m.nuove, v.medio per m.esistenti in	kg/cm ²
fv	Resistenza tangenziale finale: v.caratteristico per m.nuove, v.medio per m.esistenti in	kg/cm ²
E	Modulo elastico normale E finale in	kg/cm ²
G	Modulo elastico tangenziale G finale in	kg/cm ²

Legenda - Solai ai livelli

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
id	Indice del solaio	
Nodi	Indici dei nodi di contorno	
Tipo	Tipo di impalcato utilizzato	
alfa	Angolo di orditura dei travetti rispetto ad X in	°
ess	Eccentricità di scarico sui pannelli a sinistra rispetto all'orditura in % dello spessore	
esd	Eccentricità di scarico sui pannelli a destra rispetto all'orditura in % dello spessore	
sp	Sovraccarico permanente in	kg/m ²
sa	Sovraccarico accidentale in	kg/m ²
idv	Indice identificativo della tipologia di carico variabile	
nos	Contrassegnare per rendere il solaio non spingente	

Legenda - Rialzi solai ai livelli

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
Nodo	Indice del nodo	
Rialzo	Selezione dei tre nodi su cui assegnare il rialzo Rialzo (+) o ribassamento (-) del nodo in	cm

Legenda - Tiranti ai livelli

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
id	Indice del tirante	
Nome	Nome del tirante	
Pannelli	Indici pannelli di ancoraggio iniziale e finale	
Xi	Ascissa di posizione sul pannello iniziale rispetto al suo primo nodo in	cm
Xj	Ascissa di posizione sul pannello finale rispetto al suo primo nodo in	cm
f	Diametro del tondino in	mm
Fe	Tipo di ferro	
Txn	Tiro massimo nominale in	kg
de	Distanza di estinzione effetti in	cm
Ancoraggio	Tipo di ancoraggio terminale	
Ba	Larghezza dell'ancoraggio in	cm
Ha	Altezza dell'ancoraggio in	cm

Legenda - Composizione delle pareti ai livelli

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
id	Indice della parete	
Nodi	Nodi compresi nella parete	
Pannelli	Pannelli compresi nella parete	
Ntr	Numero di tratti della parete	

Legenda - Tratti murari delle pareti ai livelli

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
id	Indice del tratto di parete	
s	Ascissa progressiva punto medio in	m
X	Coordinata X del baricentro del tratto in	m
Y	Coordinata Y del baricentro del tratto in	m
Lt	Lunghezza del tratto in	m
Sp	Spessore del tratto in	m
Ht	Altezza totale del tratto in	m
Ya	Quota inferiore dell'apertura in	m
Ha	Altezza dell'apertura nel tratto in	m
Rm	Rialzamento medio al solaio in	m

Legenda - Caratteristiche dei setti murari

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
Set	Indice del setto	

Pa/Pr/Mu	Indice del pannello, della parete e della muratura	
xg	Coordinata X del baricentro del setto	cm
yg	Coordinata Y del baricentro del setto	cm
S	Spessore del setto	cm
L	Lunghezza del setto	cm
Hn	Altezza netta del setto	cm
rlh	Rapporto lunghezza setto/altezza massima aperture adiacenti	
Fd1	Resistenza di calcolo normale per verifiche locali statiche	kg/cm ²
Fdv1	Resistenza di calcolo tangenziale per verifiche locali statiche (escluso contributo di attrito)	kg/cm ²
Fd2	Resistenza di calcolo normale per verifiche locali sismiche	kg/cm ²
Fdv2	Resistenza di calcolo tangenziale per verifiche locali sismiche (escluso contributo di attrito)	kg/cm ²
Fd3	Resistenza di calcolo normale per verifiche pushover sismiche	kg/cm ²
Fdv3	Resistenza di calcolo tangenziale per verifiche pushover sismiche (escluso contributo di attrito)	kg/cm ²
Kel	Rigidità longitudinale setto	kg/cm
Ket	Rigidità trasversale setto	kg/cm

Legenda - Caratteristiche dei setti in muratura armata

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
Set	Indice del setto	
Pan	Indice del pannello	
Mur	Indice della muratura	
S	Spessore del setto	cm
L	Lunghezza del setto	cm
Ht	Altezza totale del setto	cm
Amv	Area muratura in sezione verticale	m ²
Amo	Area muratura in sezione orizzontale	m ²
Afv estremi	Numero disposizioni x numero e diametro dei ferri verticali concentrati di estremità)	
Afv dif.	Numero, diametro e passo massimo [cm] dei ferri verticali diffusi	
Afo dif.	Numero, diametro e passo massimo [cm] dei ferri orizzontali diffusi	
Afv a.	Numero e diametro ferri diffusi aggiuntivi verticali necessari per l'area minima	
Afo a.	Numero e diametro ferri diffusi aggiuntivi orizzontali necessari per l'area minima	
afv	Percentuale dell'area ferro verticale rispetto all'area muratura orizzontale	%
afo	Percentuale dell'area ferro orizzontale rispetto all'area muratura verticale	%

Legenda - Verifiche a gerarchia di resistenza dei setti in muratura armata

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
Set	Indice del setto	
Pa/Mu	Indice del pannello e della muratura	
l	Lunghezza del setto	cm
s	Spessore del setto	cm
h	Altezza del setto	cm
Mr	Momento resistente per inflessione nel piano del pannello (Slv)	kg m
Te	Taglio in equilibrio con i momenti resistenti (Slv)	kg
grd	Fattore di amplificazione per gerarchia delle resistenze	
Tgr	Taglio agente per gerarchia delle resistenze	kg
Tr	Taglio resistente	kg
fs	Fattore di sicurezza	

Legenda - Verifica delle fondazioni ai livelli

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
set	Indice del setto di fondazione	
pan	Indice del pannello	
par	Indice della parete	
Area	Area di impronta sul terreno in	m ²
cc	Combinazione di carico	
N	Sforzo normale in	kg
e	Eccentricità in	cm
s0	Tensione normale a sinistra (rispetto alla parete) in	kg/cm ²
s1	Tensione normale a destra (rispetto alla parete) in	kg/cm ²
fss	Fattore di sicurezza sismica (verifica non soddisfatta se fss<1)	

Legenda - Verifiche statiche a pressoflessione fuori piano ai livelli

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
set	Indice del setto	
pan	Indice del pannello	
Area	Area del setto in	m ²
lam	Snellezza del setto	
sez	Sezione di verifica	
rif	Riferimenti per la combinazione di verifica	

N	Sforzo normale in	kg
e	Eccentricità in	cm
f	Coefficiente di riduzione della resistenza	
s	Tensione normale in	kg/cm ²

Legenda - Verifiche statiche a pressoflessione e taglio nel piano ai livelli

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
set	Indice del setto	
pan	Indice del pannello	
Area	Area del setto in	m ²
l	Snellezza del setto	
sez	Sezione di verifica	
N	Sforzo normale in	kg
e	Eccentricità in	cm
f1	Coefficiente trasv. di riduzione della resistenza	
f2	Coefficiente long. di riduzione della resistenza	
s	Tensione normale in	kg/cm ²
T	Sforzo di taglio in	kg
b	Coefficiente di riduzione resistenza per parzializzazione	
t	Tensione tangenziale in	kg/cm ²

Legenda - Verifiche sismiche pressoflessione f.piano ai livelli

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
set	Indice del setto	
pan	Indice del pannello	
Area	Area del setto in	m ²
sez	Sezione di verifica	
N	Sforzo normale in	kg
Ma	Momento agente fuori dal piano in	kg m
Mru	Momento resistente ultimo fuori piano in	kg m
fss	Fattore di sicurezza sismica (verifica non soddisfatta se fss<1)	

Legenda - Verifiche a ribaltamento

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
id	Indice della sezione di verifica	
Nome	Nome della sezione di verifica	
Par	Indice della parete	
X	Ascissa locale della sezione a partire dall'estremo di sinistra in	m
cc1	Indicazione sulla prima combinazione di verifica: statica	
liv	Livello di massimo impegno per verifica in condizioni statiche	
Msta	Momento stabilizzante per azioni statiche in	kg m
Mrib	Momento ribaltante per azioni statiche in	kg m
cc2	Indicazione sulla seconda combinazione di verifica: sismica	
liv	Livello di massimo impegno per verifica in condizioni sismiche	
Msta	Momento stabilizzante per azioni sismiche in	kg m
Mrib	Momento ribaltante per azioni sismiche in	kg m
fss	Fattore di sicurezza sismica (verifica non soddisfatta se fss<1)	

Legenda - Verifiche sui tiranti

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
Tir	Id tirante	
Nome	Nome del tirante	
T	Tiro efficace (compatibile con i limiti di trazione ferro e punzonamento muratura)	kg
Af	Area di ferro del tirante	cm ²
Sf	Tensione di trazione nel tirante	kg/cm ²
Sfam	Tensione ammissibile di trazione nel tirante	kg/cm ²
To1	Componente del tiro efficace ortogonale al primo pannello	kg
Arp1	Area resistente a punzonamento sul primo pannello	m ²
Taup1	Tensione di punzonamento sul primo pannello	kg/cm ²
Taur1	Tensione resistente a punzonamento sul primo pannello	kg/cm ²
To2	Componente del tiro efficace ortogonale al secondo pannello	kg
Arp2	Area resistente a punzonamento sul secondo pannello	m ²
Taup2	Tensione di punzonamento sul secondo pannello	kg/cm ²
Taur2	Tensione resistente a punzonamento sul secondo pannello	kg/cm ²

Legenda - Parametri di pericolosità sismica

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
S.limite	Stato limite di riferimento	
Pr	Periodo di ritorno dell'azione sismica in	anni
ago	Accelerazione orizzontale massima al suolo in	g
Fo	Fattore di amplificazione per spettro orizzontale	

Tc*	Periodo spettrale di riferimento in	s
-----	-------------------------------------	---

Legenda - Spettri di risposta sismici

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
S.limite	Stato limite di riferimento	
ag	Accelerazione al suolo in	g
Tb	Periodo spettrale Tb in	s
Tc	Periodo spettrale Tc in	s
Td	Periodo spettrale Td in	s
F	Fattore di amplificazione spettrale max	
Ss	Fattore di amplificazione stratigrafica	
St	Fattore di amplificazione topografica	
eta	Fattore di smorzamento viscoso	
q	Fattore di struttura	

Legenda - Masse sismiche ai livelli

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
Liv	Indice del livello	
z	Quota del livello rispetto allo spiccatto di fondazione	m
Mp	Massa di piano in	kg
Xp	Coordinata X del baricentro delle masse di piano	m
Yp	Coordinata Y del baricentro delle masse di piano	m
Mc	Massa di piano cumulata in	kg
Xg	Coordinata X del baricentro delle masse cumulate	m
Yg	Coordinata Y del baricentro delle masse cumulate	m
Xr	Coordinata X del baricentro delle rigidezze	m
Yr	Coordinata Y del baricentro delle rigidezze	m
T	Tagliante sismico valutato dall'analisi dinamica per Slv	kg

Legenda - Modi di vibrare

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
id	modo di vibrare	
T	periodo proprio in	s
pxC	partecipazione x per distribuzione acc. costante	%
pyC	partecipazione y per distribuzione acc. costante	%
pxL	partecipazione x per distribuzione acc. lineare	%
pyL	partecipazione y per distribuzione acc. lineare	%
mxC	partecipazione di massa x per distribuzione acc. costante	%
myC	partecipazione di massa y per distribuzione acc. costante	%
mxL	partecipazione di massa x per distribuzione acc. lineare	%
myL	partecipazione di massa y per distribuzione acc. lineare	%

Legenda - Partecipazioni di massa delle scansioni pushover

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
dir	Angolo di direzione sismica in gradi e distribuzione Costante o Lineare	
m1	Primo modo con partecipazione di massa maggiore	
pm1	Partecipazione di massa del modo m1 in	%
m2	Secondo modo con partecipazione di massa maggiore	
pm2	Partecipazione di massa del modo m2 in	%

Legenda - Risultati verifica pushover

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
dir	Angolo di direzione sismica in gradi e distribuzione delle accelerazioni (L:lineare, C:costante)	
Keq	Rigidezza elastica equivalente in	kg/cm
Teq	Periodo proprio equivalente in	s
fe	Forza di risposta elastica del sistema bilineare equivalente in	kg
fy	Forza di snervamento del sistema bilineare equivalente in	kg
qeq	Fattore di struttura del sistema bilineare equivalente $q_e = f_e / f_y$ ($q_e < 3$ in Ntc08, $q_e < 4$ in Ntc18)	
psa	Accelerazione sostenibile di picco sulle masse strutturali in	g
uc	Capacità di spostamento in	cm
ud	Domanda di spostamento in	cm
pgac	Capacità di Pga (accelerazione di picco su suolo di categoria A) in	g
pgad	Domanda di Pga (accelerazione di picco su suolo di categoria A) in	g
fsa	Fattore di sicurezza in accelerazioni ottenuto dal rapporto pgac/pgad (soddisfatto se maggiore di 1)	

Legenda - Valori limite nei setti per sisma orientato

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
Set	Indice del setto	
Pa/Mu	Indice del pannello e della muratura	
rif	Direzione di riferimento per i valori della riga: nel piano (Ing) o fuori piano (trs)	
To	Sforzo di taglio (SLO)	kg
Uo	Spostamento orizzontale (SLO)	cm
Do	Duttilità raggiunta (rispetto al valore limite) (SLO)	
Td	Sforzo di taglio (SLD)	kg
Ud	Spostamento orizzontale (SLD)	cm
Dd	Duttilità raggiunta (rispetto al valore limite) (SLD)	
Tv	Sforzo di taglio (SLV)	kg
Uv	Spostamento orizzontale (SLV)	cm
Dv	Duttilità raggiunta (rispetto al valore limite) (SLV)	
Tc	Sforzo di taglio (SLC)	kg
Uc	Spostamento orizzontale (SLC)	cm
Dc	Duttilità raggiunta (rispetto al valore limite) (SLC)	

Legenda - Verifiche dei cedimenti in fondazione

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
nod	Indice del nodo	
zf	Quota del piano fondale	m
hs	Spessore strato compressibile	m
hi	Spessore strato di influenza	m
Nspt	Numero medio colpi nello strato di influenza	
cor	Applica correzione per granulometrie fini sotto falda	
fs	Fattore di forma	
fh	Fattore di spessore	
ft	Fattore viscoso	
st	Pressione litostatica sul piano fondale	kg/cm ²
q	Pressione trasmessa dalla fondazione	kg/cm ²
wf	Cedimento verticale/Cedimento ammesso in	mm
df	Distorsione massima/Distorsione ammessa [1/10000]	
iwf	Fattore di impegno rispetto al cedimento ammesso	
idf	Fattore di impegno rispetto alla distorsione ammessa	

Legenda - Rapporti di regolarità strutturale per azioni orizzontali

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
Liv	Indice del piano	
M	Massa cumulata al piano	kg
Kx	Rigidezza tagliante in direzione x	kg/cm
Ky	Rigidezza tagliante in direzione y	kg/cm
Tux	Resistenza tagliante ultima in direzione x	kg
Tuy	Resistenza tagliante ultima in direzione y	kg
R/Ls	Fattore torsionale di piano	
teta	Fattore delle non linearità geometriche	
M/Kx	Rapporto Massa/Rigidezza x al piano	
M/Ky	Rapporto Massa/Rigidezza y al piano	
M/Tux	Rapporto Massa/Resistenza ultima x al piano	
M/Tuy	Rapporto Massa/Resistenza ultima y al piano	
Vkx	Variazione massima dei rapporti M/K rispetto al piano superiore	%
Vtx	Variazione massima dei rapporti M/Tu rispetto al piano superiore	%
esito	Compare il simbolo ! nel caso di variazioni maggiori del 30%	

Legenda - Verifiche di vulnerabilità LV1 secondo Direttiva Pcm 9/2/2011

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
liv	Indice livello	
dir	Direzione di riferimento	
Rottura	Tipo di rottura prevalente	
Fasce	Caratterizzazione delle fasce	
mu	Coefficiente di omogeneità nella direzione indicata	
beta	Coefficiente di irregolarità nella direzione indicata	
k	Coefficiente di distribuzione sismica al livello	
As	Area setti nella direzione indicata in	m ²
sv	Tensione verticale media in	kg/cm ²
tau	Resistenza tangenziale di riferimento in	kg/cm ²
e*	Frazione di massa partecipante sul 1° modo di vibrare	
Fr	Capacità: Forza resistente a taglio in	kg
Ser	Capacità: Accelerazione spettrale corrispondente alla forza resistente in	g
Prr	Capacità: Periodo di ritorno sismico corrispondente alla forza resistente in	anni
Agr	Capacità: Accelerazione su suolo di classe A corrispondente alla forza resistente in	g
IsSlv	Indice di sicurezza sismica per Slv: rapporto capacità/domanda in periodo di ritorno	
FaSlv	Fattore di accelerazione per Slv: rapporto capacità/domanda in accelerazione al suolo	

Legenda - Quadro delle condizioni di miglioramento ed adeguamento sismico

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
Verifica	Nome della Verifica	
SL	Stato limite di verifica	
Ze(E)	Fattore di sicurezza sismico allo stato esistente	
Ze(R)	Fattore di sicurezza sismico allo stato rinforzato	
PgaC(E)	Capacità di Pga allo stato esistente in	g
PgaC(R)	Capacità di Pga allo stato rinforzato in	g
PgaD	Domanda di Pga di progetto (per nuove costruzioni) in	g
Miglioramento	Raggiunto miglioramento	
Adeguamento	Raggiunto adeguamento	

Legenda - Quadro delle verifiche: impegni massimi

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
Nome verifica	Nome della verifica di cui si riporta l'impegno massimo	
SL	Stato limite di verifica	
Norma	Norma legislativa che regola la verifica	
Riferimenti	Riferimenti all'elemento che registra il massimo impegno	
Impegno	Grado di impegno rispetto alla soglia limite (verifica non soddisfatta se >100%)	%
Esito	Esito della verifica	

Legenda - Quadro delle verifiche: sicurezza sismica

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
Nome verifica	Nome della verifica di cui si riportano i fattori di sicurezza minimi	
SL	Stato limite di verifica	
F.struttura	F.di struttura massimo del sistema bilineare equivalente (f.elastica/f.snervamento)	
F.sicurezza	Fattore di sicurezza minimo (capacità Pga/domanda Pga)	
PgaC	Capacità in termini di accelerazione di picco al suolo (suolo cat.A)	g
PgaD	Domanda in termini di accelerazione di picco al suolo (suolo cat.A)	g
TrC	Capacità in termini di periodo di ritorno in	anni
TrD	Domanda in termini di periodo di ritorno in	anni
Esito	Esito per verifiche pushover: f.struttura \leq 3 e f.sicurezza \geq 1	

1.1 Dati generali struttura

Riferimento	Testo
Titolo del lavoro	Museo Sarnano
Comune	Sarnano
Committente	Amministrazione Comunale
Progettista	Arch. Ermanno Antolini
Calcolatore	Arch. Ermanno Antolini
Direttore lavori	

1.2 Condizioni di carico

id	u nome	tipo	psi0	psi1	psi2
1	si Permanente	Per	-	-	-
2	si Abitazioni, uffici	Vab	0,70	0,50	0,30
3	no Affollati, commerciali	Vaf	0,70	0,70	0,60
4	no Biblioteche, archivi	Vma	1,00	0,90	0,80
5	no Rimesse, parcheggi	Vpa	0,70	0,70	0,60
6	no Neve bassa quota	Vne1	0,50	0,20	0,00
7	no Neve alta quota	Vne2	0,70	0,50	0,20
8	no Vento	Vve	0,60	0,20	0,00
9	no Precompressione	Pre	1,00	1,00	1,00

1.3 Combinazioni di carico per le verifiche

id	Nome combinazione	S.limite	Pe min	Pe max	Pr min	Pr max	Va min	Va max	Sis + -	Psi
1	Statica locale	SLU	1,00	1,30	0,90	1,20	0,00	1,50	0,00	1.0/psi0
2	Statica fondazioni	SLU	1,00	1,30	0,90	1,20	0,00	1,50	0,00	1.0/psi0
3	Sismica locale	SLV	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	psi2/psi2
4	Sismica fondazioni	SLV	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	psi2/psi2
5	Sismica pushover	SLD/SLV	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	psi2/psi2

1.4.1 Tipi murature: caratteristiche generali

Nome	Blocchi resistenti	Stato	Armatura	Malta	Cel	Cma	Ces	Cct	Peso kg/m ³	fbv kg/cm ²	fbo kg/cm ²
Armata Lat+A1+M12	Laterizi m.armata	esist.	Ma08	M12	II	CP	2	M	1326,0	93,8	20,4
Armata Cls+A1+M12	Blc cls m.armata	esist.	Ma08	M12	II	CP	2	M	1937,0	61,2	15,3
Laterizi pieni +M10	Laterizi pieni	esist.	Assente	M10	II	CP	2	M	1530,0	81,6	81,6
Laterizi s.pieni +M10	Laterizi s.pieni	esist.	Assente	M10	II	CP	2	M	1224,0	93,8	20,4
Laterizi forati +M10	Laterizi forati	esist.	Assente	M10	II	CP	2	M	1122,0	20,4	10,2
Mattoni antichi +M5	Mattoni antichi	esist.	Assente	M5	II	CP	2	M	1835,0	40,8	40,8
Blc cls pieni +M10	Blc cls pieni	esist.	Assente	M10	II	CP	2	M	2039,0	61,2	40,8
Blc cls s.pieni +M10	Blc cls s.pieni	esist.	Assente	M10	II	CP	2	M	1428,0	30,6	20,4
Blc cls forati +M10	Blc cls forati	esist.	Assente	M10	II	CP	2	M	1224,0	20,4	10,2
Blc lapidei +M5	Blc lapidei	esist.	Assente	M5	II	CP	2	M	2243,0	40,8	40,8
Blc tufacei irr. +M5	Blc tufacei irr.	esist.	Assente	M5	II	CP	2	M	1632,0	32,6	32,6
Blc tufacei reg. +M5	Blc tufacei reg.	esist.	Assente	M5	II	CP	2	M	1632,0	32,6	32,6
Pme a spacco +M5	Pme a spacco	esist.	Assente	M5	II	CP	2	M	2141,0	40,8	40,8
Pme disord. +M5	Pme disord.	esist.	Assente	M5	II	CP	2	M	1937,0	28,6	28,6
Pme a sacco +M5	Pme a sacco	esist.	Assente	M5	II	CP	2	M	2039,0	24,5	24,5
In c.a.	In c.a.	esist.	-	-	-	-	-	-	2549,0	-	-

1.4.2 Tipi murature: caratteristiche meccaniche

Nome	iq%	f kg/cm ²	fv kg/cm ²	E kg/cm ²	G kg/cm ²	gst	gsi	gph	gco	tga	dd	dut	duf
Armata Lat+A1+M12	50	59,1	4,1	53229	15969	3,00	2,40	1,00	1,35	0,40	0,30	0,60	1,00
Armata Cls+A1+M12	50	43,8	2,5	35013	8753	3,00	2,40	1,00	1,35	0,40	0,30	0,60	1,00
Laterizi pieni +M10	50	59,8	2,6	41572	10393	3,00	2,40	1,00	1,35	0,40	0,30	0,40	0,60
Laterizi s.pieni +M10	50	60,2	4,2	54147	16244	3,00	2,40	1,00	1,35	0,40	0,30	0,40	0,60
Laterizi forati +M10	50	15,0	1,1	13537	4031	3,00	2,40	1,00	1,35	0,40	0,30	0,40	0,60
Mattoni antichi +M5	70	32,7	2,0	14537	4846	3,00	2,40	1,00	1,35	0,40	0,30	0,40	0,60
Blc cls pieni +M10	50	51,2	2,9	40911	10228	3,00	2,40	1,00	1,35	0,40	0,30	0,40	0,60
Blc cls s.pieni +M10	50	44,5	2,5	35617	8904	3,00	2,40	1,00	1,35	0,40	0,30	0,40	0,60
Blc cls forati +M10	50	21,1	1,3	16846	4452	3,00	2,40	1,00	1,35	0,40	0,30	0,40	0,60
Blc lapidei +M5	50	81,7	2,7	30224	10075	3,00	2,40	1,00	1,35	0,40	0,30	0,40	0,60
Blc tufacei irr. +M5	50	26,6	0,0	12114	4038	3,00	2,40	1,00	1,35	0,40	0,30	0,40	0,60

... continua

Nome	iq%	f kg/cm ²	fv kg/cm ²	E kg/cm ²	G kg/cm ²	gst	gsi	gph	gco	tga	dd	dut	duf
Blc tufacei reg. +M5	50	34,1	1,9	16103	5710	3,00	2,40	1,00	1,35	0,40	0,30	0,40	0,60
Pme a spacco +M5	50	39,8	0,8	18808	6269	3,00	2,40	1,00	1,35	0,40	0,30	0,40	0,60
Pme disord. +M5	50	21,0	0,4	9759	3253	3,00	2,40	1,00	1,35	0,40	0,30	0,40	0,60
Pme a sacco +M5	50	27,5	0,6	13546	4515	3,00	2,40	1,00	1,35	0,40	0,30	0,40	0,60
In c.a.	50	291,3	22,2	257056	107107	3,00	2,40	1,00	1,35	0,40	0,30	0,80	1,20

1.5 Tipi di armatura per muratura

id	Nome	Acciaio	Afv estremi	Afv diffusa	Afo diffusa	amv	amo
1	Assente	-	-	-	-	-	-
2	Ma08	B450C	1ø16/400	1ø5/60	2ø5/60	0,05	0,04
3	Ma96	Fe44k	2ø16/500	1ø5/60	2ø5/60	0,04	0,04

1.6.1 Tipi di fondazione: caratteristiche generali

id	Nome	Muratura anima	Muratura ali	hf cm	bs cm	hs cm	bd cm	hd cm	hm cm	rv cm
1	Fondazione rettangolare	Laterizi pieni +M10	Laterizi pieni +M10	100,0	20,0	50,0	20,0	50,0	20,0	0,0

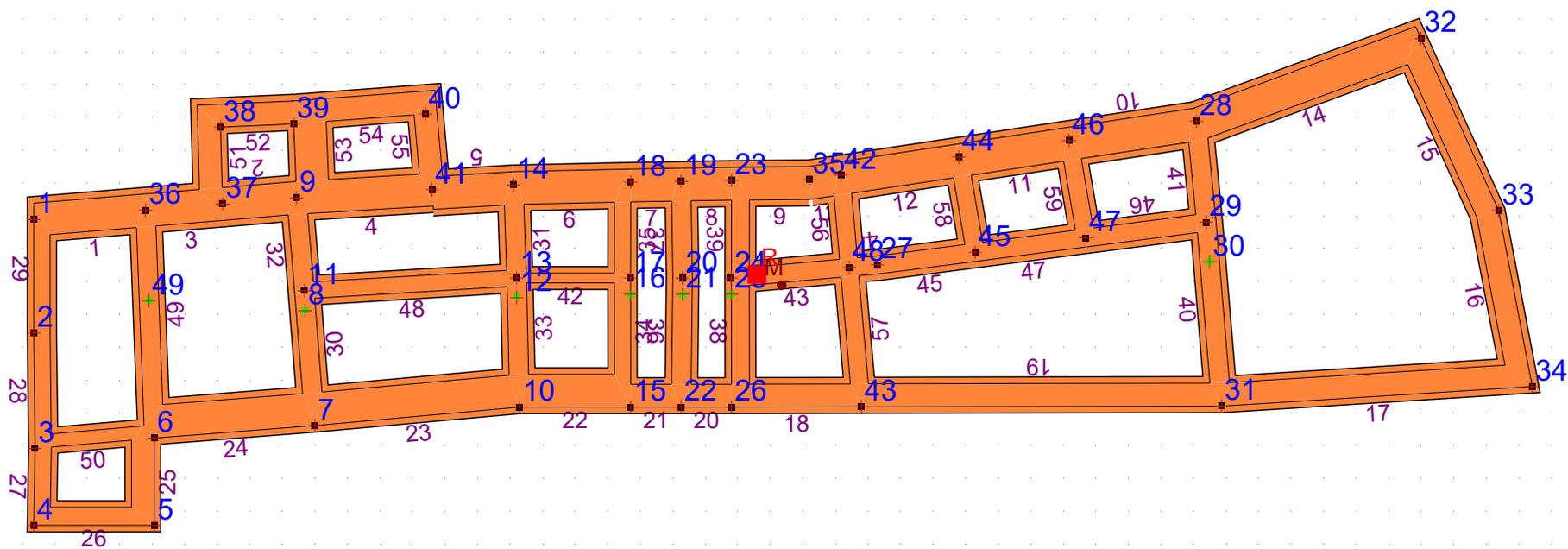
Sommario

Relazione di calcolo	2
Premessa	2
Riferimenti legislativi	2
Legge n.1086 del 05/11/71	2
Legge n.64 del 02/02/74	2
D.M. del 17/01/18	2
C.M. n.7 del 19/01/2019	2
Quadro complessivo delle verifiche eseguite	2
Parametri sismici del sito	3
Modellazione e verifica sismica	4
Precisazioni sul codice di calcolo utilizzato per l'analisi	5
Considerazioni conclusive	6
Relazione sulla classificazione del rischio sismico	7
Procedura di calcolo	7
Risultato della classificazione	8
5.6 Quadro di calcolo della classe di rischio secondo Dm 58/2017 (Sismabonus)	8
Legenda - Quadro di calcolo della classe di rischio secondo Dm 58/2017 (Sismabonus)	8
Legende dei simboli utilizzati nelle tabelle	9
Legenda - Condizioni di carico	9
Legenda - Combinazioni di carico per le verifiche	9
Legenda - Tipi murature: caratteristiche generali	9
Legenda - Tipi murature: caratteristiche meccaniche	9
Legenda - Tipi di armatura per muratura	9
Legenda - Tipi di fondazione	10
Legenda - Tipi di impalcato	10
Legenda - Tipi di cordoli	10
Legenda - Tipi di aperture	10
Legenda - Tipi di travi	10
Legenda - Tipi di rinforzi sul paramento	11
Legenda - Livelli	11
Legenda - Nodi	11
Legenda - Pannelli	11
Legenda - Aperture nei pannelli	11
Legenda - Rinforzi sui pannelli	11
Legenda - Solai ai livelli	12
Legenda - Rialzi solai ai livelli	12
Legenda - Tiranti ai livelli	12
Legenda - Composizione delle pareti ai livelli	12
Legenda - Trattii murari delle pareti ai livelli	12
Legenda - Caratteristiche dei setti murari	12
Legenda - Caratteristiche dei setti in muratura armata	13
Legenda - Verifiche a gerarchia di resistenza dei setti in muratura armata	13
Legenda - Verifica delle fondazioni ai livelli	13
Legenda - Verifiche statiche a pressoflessione fuori piano ai livelli	13
Legenda - Verifiche statiche a pressoflessione e taglio nel piano ai livelli	14
Legenda - Verifiche sismiche pressoflessione f.piano ai livelli	14
Legenda - Verifiche a ribaltamento	14
Legenda - Verifiche sui tiranti	14
Legenda - Parametri di pericolosità sismica	14
Legenda - Spettri di risposta sismici	15
Legenda - Masse sismiche ai livelli	15
Legenda - Modi di vibrare	15
Legenda - Partecipazioni di massa delle scansioni pushover	15
Legenda - Risultati verifica pushover	15
Legenda - Valori limite nei setti per sisma orientato	16
Legenda - Verifiche dei cedimenti in fondazione	16
Legenda - Rapporti di regolarità strutturale per azioni orizzontali	16
Legenda - Verifiche di vulnerabilità LV1 secondo Direttiva Pcm 9/2/2011	16
Legenda - Quadro delle condizioni di miglioramento ed adeguamento sismico	17
Legenda - Quadro delle verifiche: impegni massimi	17
Legenda - Quadro delle verifiche: sicurezza sismica	17
1.1 Dati generali struttura	18

1.2 Condizioni di carico	18
1.3 Combinazioni di carico per le verifiche	18
1.4.1 Tipi murature: caratteristiche generali	18
1.4.2 Tipi murature: caratteristiche meccaniche	18
... continua	19
1.5 Tipi di armatura per muratura	19
1.6.1 Tipi di fondazione: caratteristiche generali	19

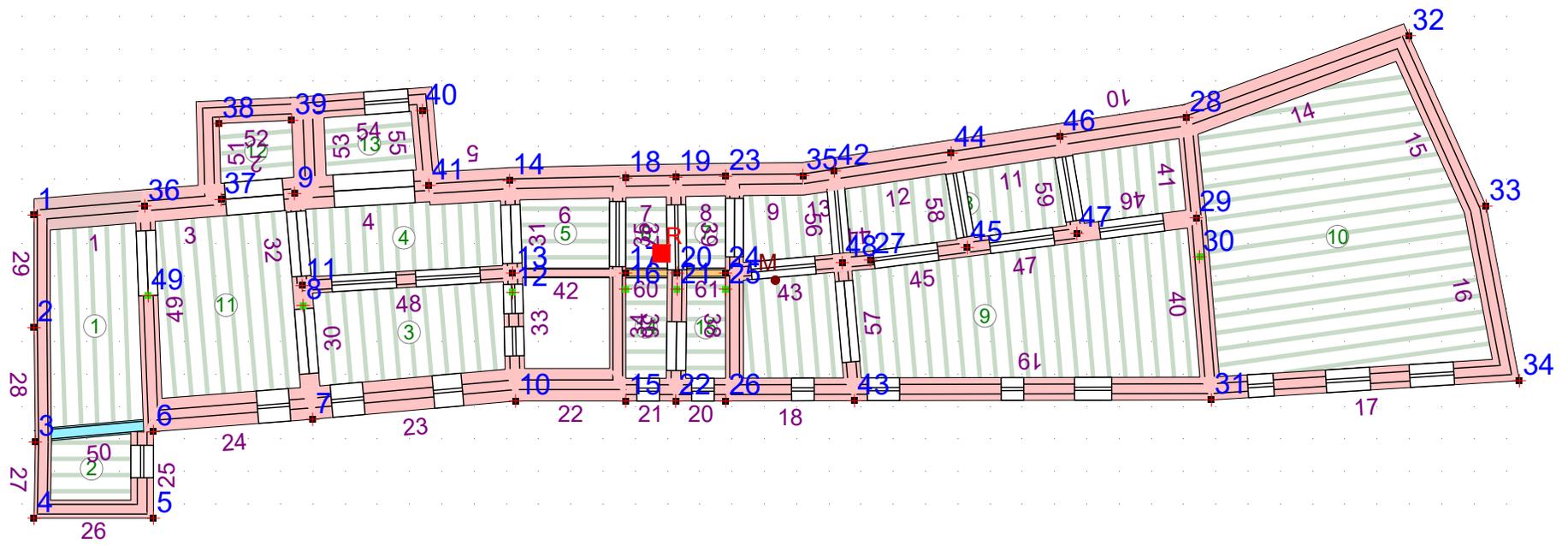
Pianta al piano 0 - Fondazione

Scala 1:200



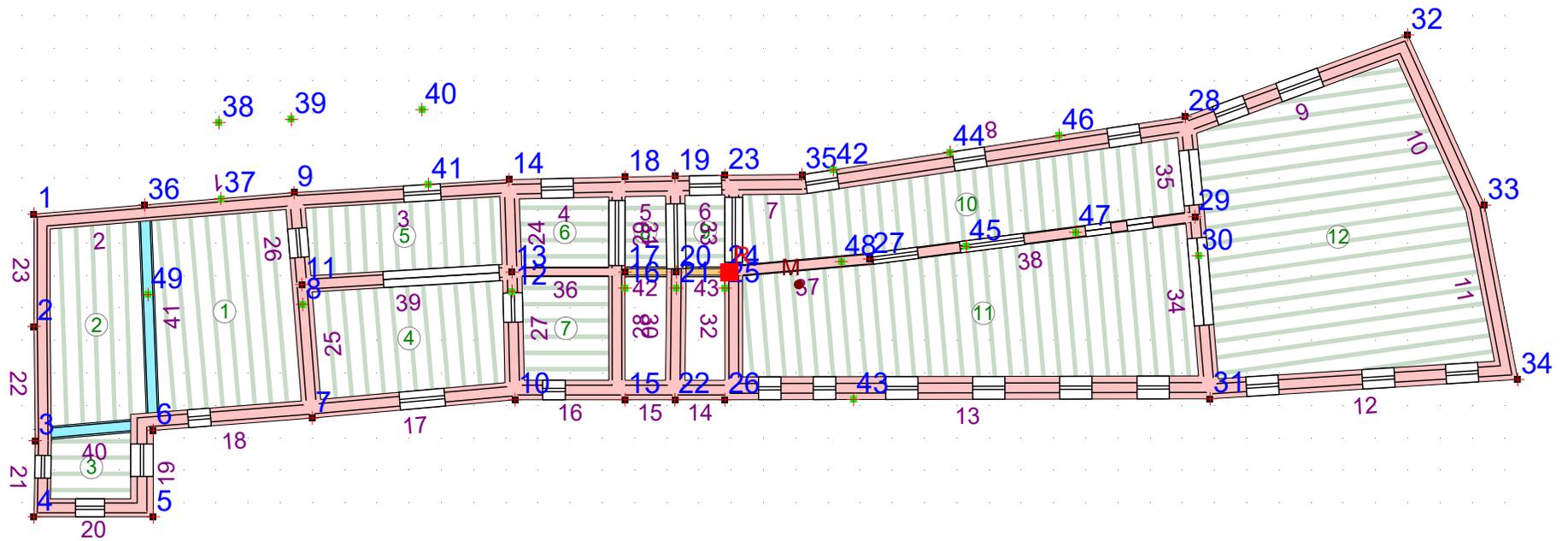
Pianta al piano 1 - Terra

Scala 1:200



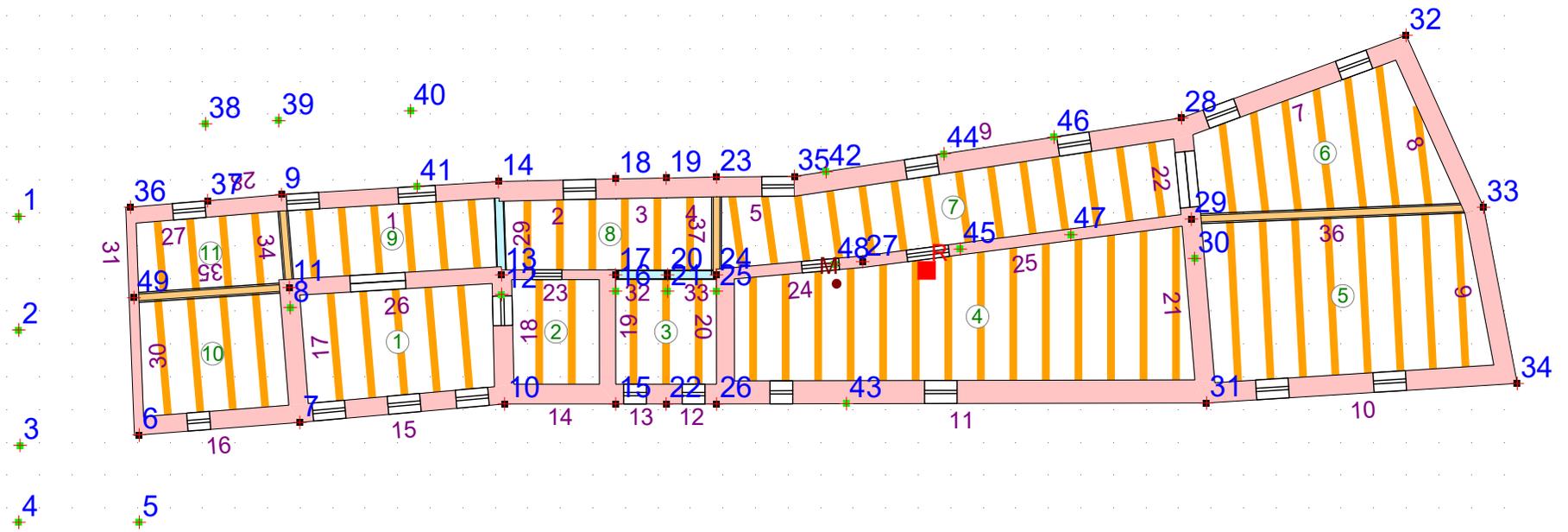
Pianta al piano 2 - Primo

Scala 1:200

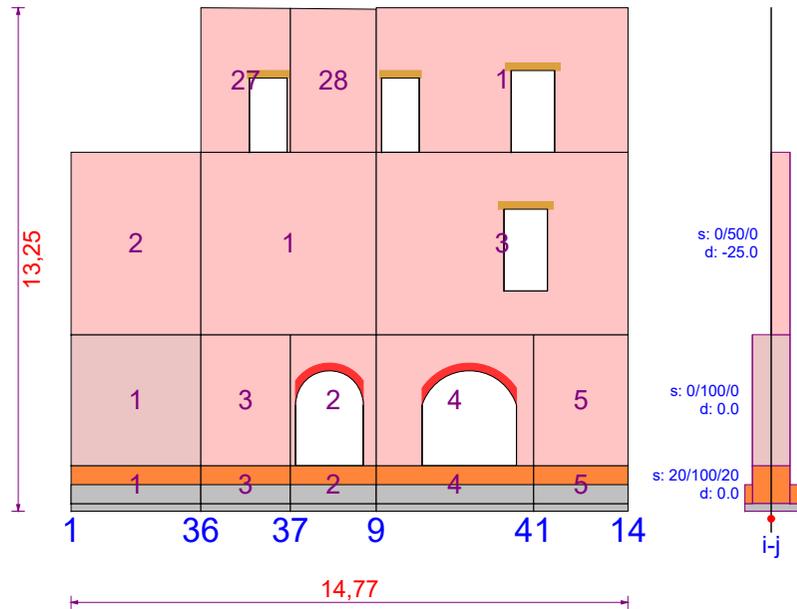


Pianta al piano 3 - Secondo

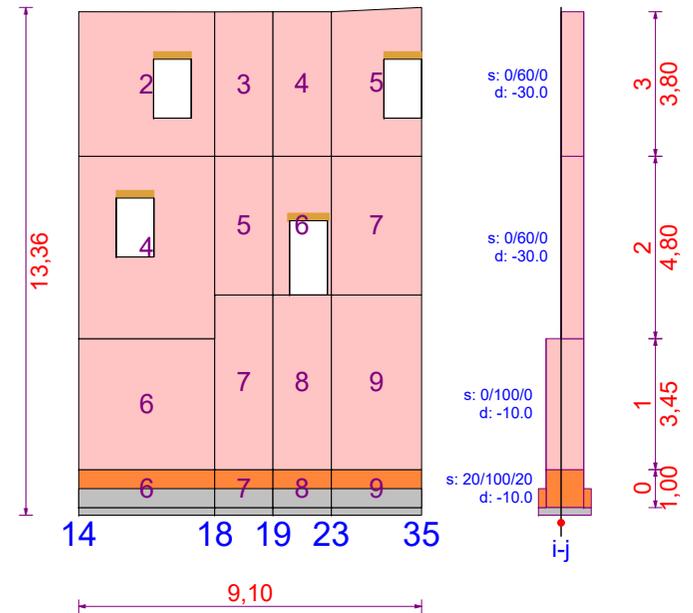
Scala 1:200



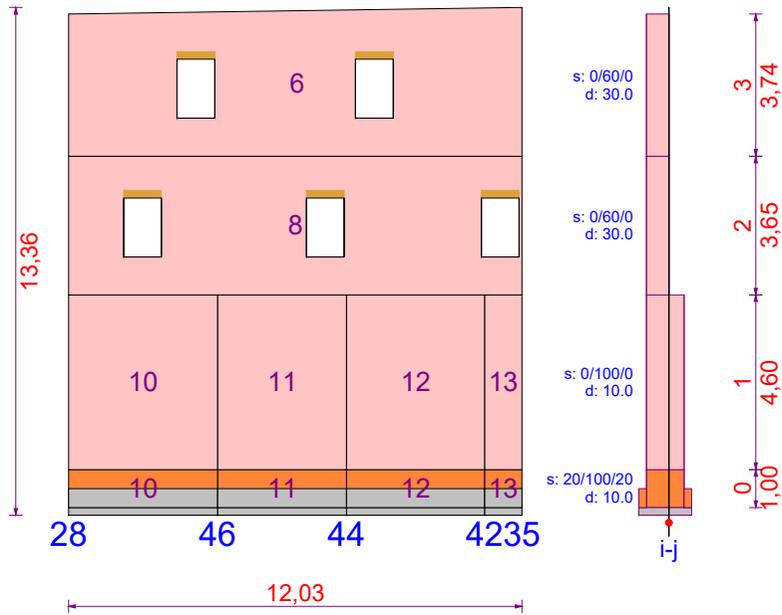
Parete 1
Scala 1:200



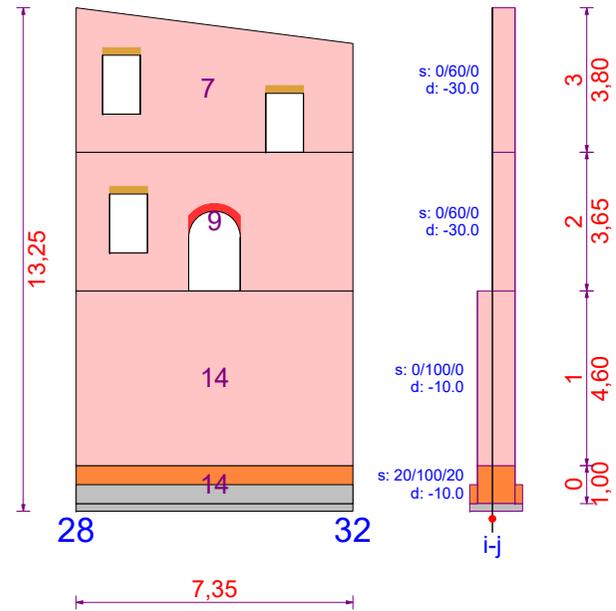
Parete 2
Scala 1:200



Parete 3
Scala 1:200

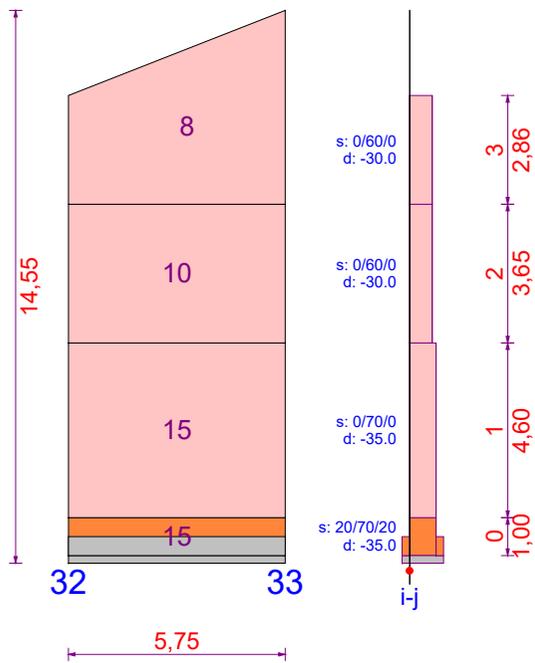


Parete 4
Scala 1:200



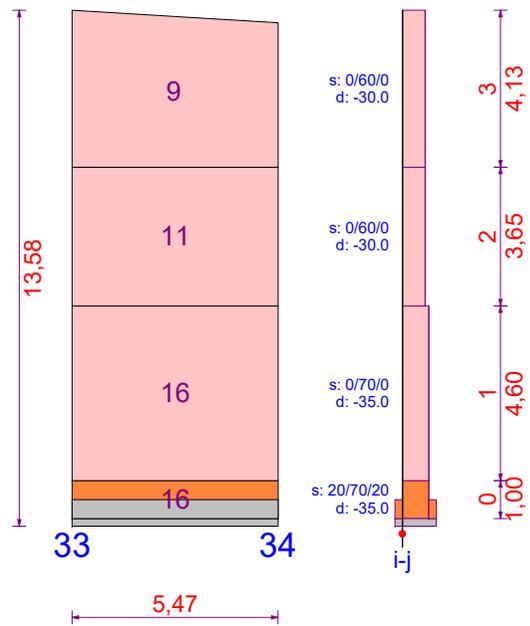
Parete 5
Scala 1:200

A ribaltamento
Sez. corrente



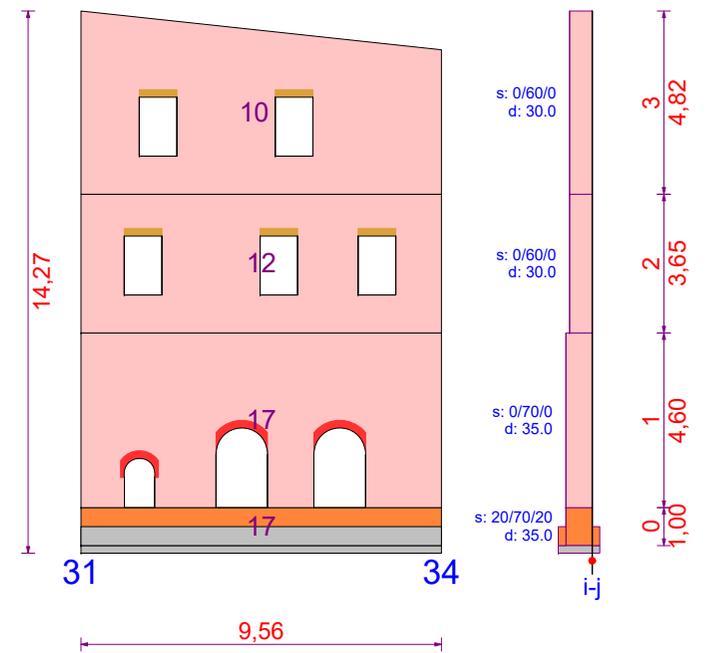
Parete 6
Scala 1:200

A ribaltamento
Sez. corrente

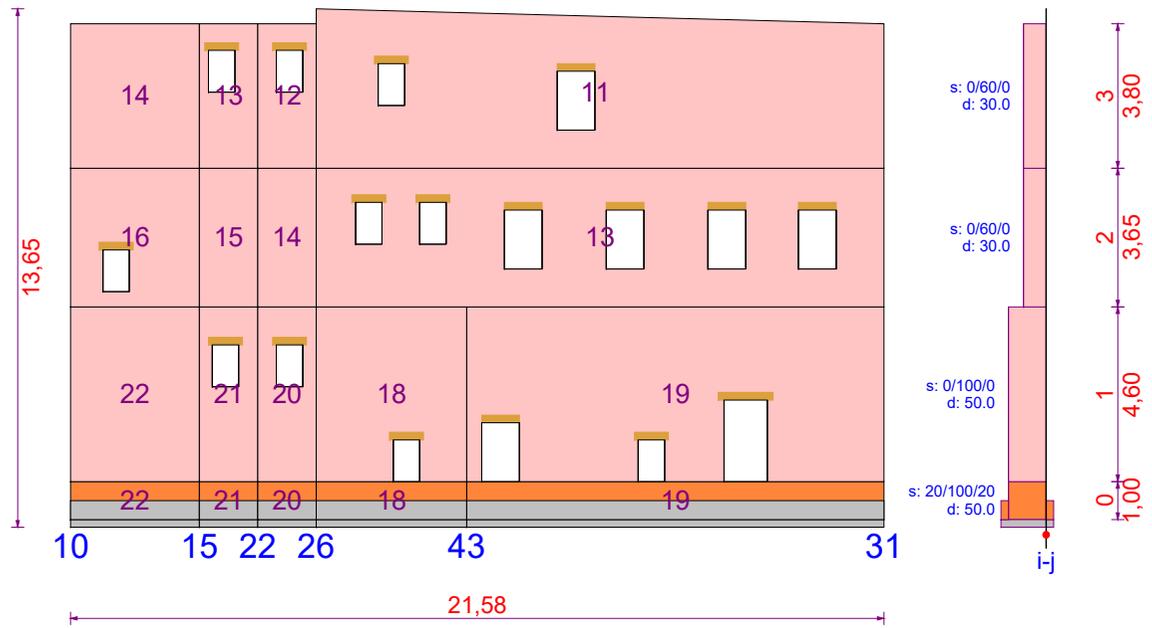


Parete 7
Scala 1:200

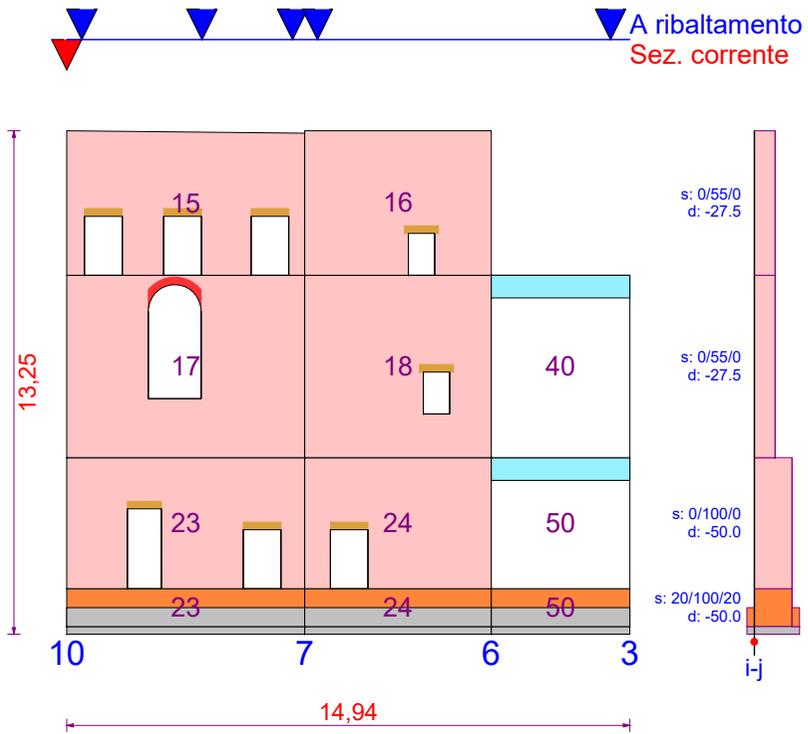
A ribaltamento
Sez. corrente



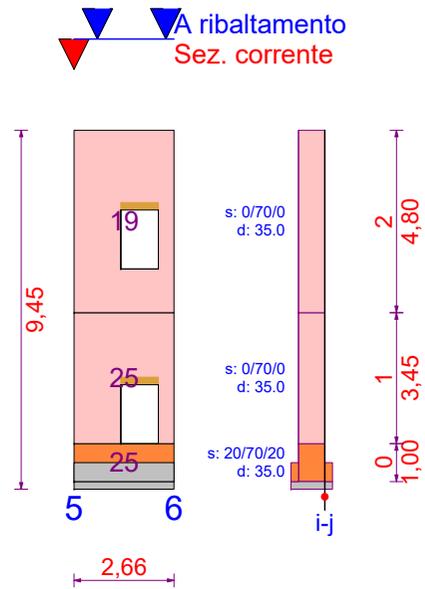
Parete 8
Scala 1:200



Parete 9
Scala 1:200

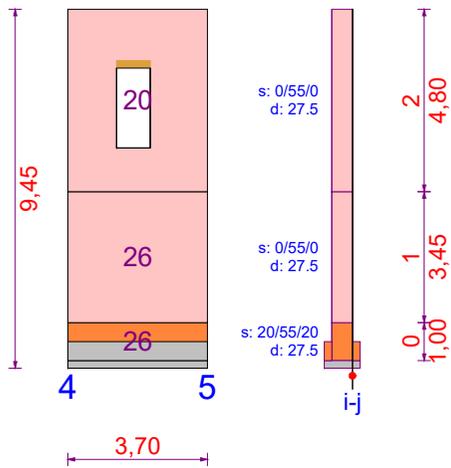


Parete 10
Scala 1:200



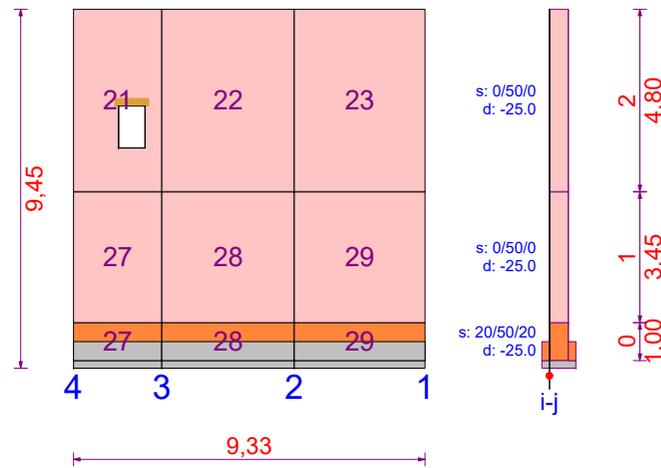
Parete 11
Scala 1:200

A ribaltamento
Sez. corrente



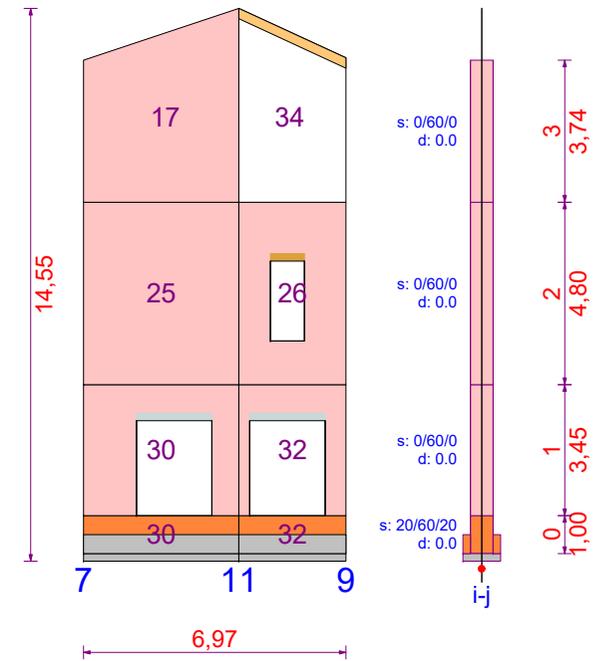
Parete 12
Scala 1:200

A ribaltamento
Sez. corrente

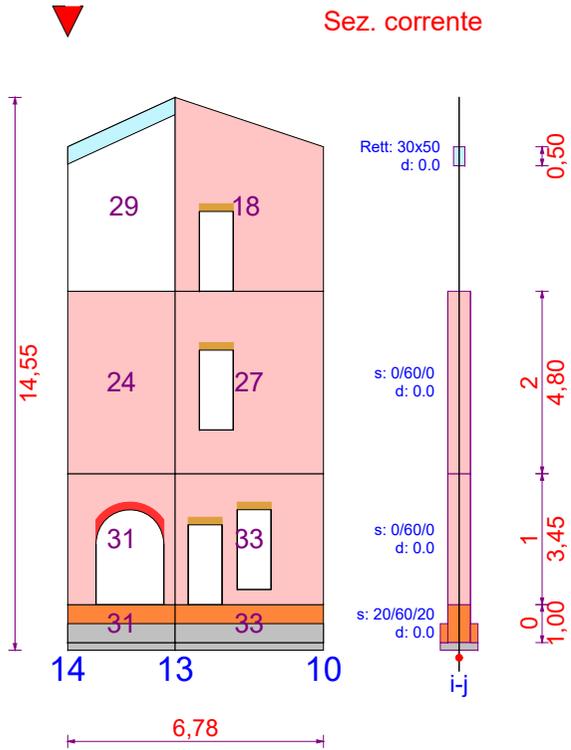


Parete 13
Scala 1:200

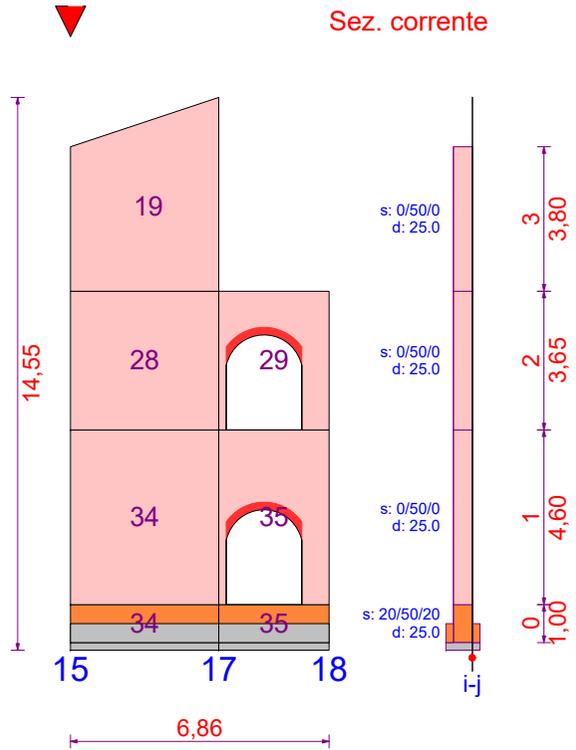
Sez. corrente



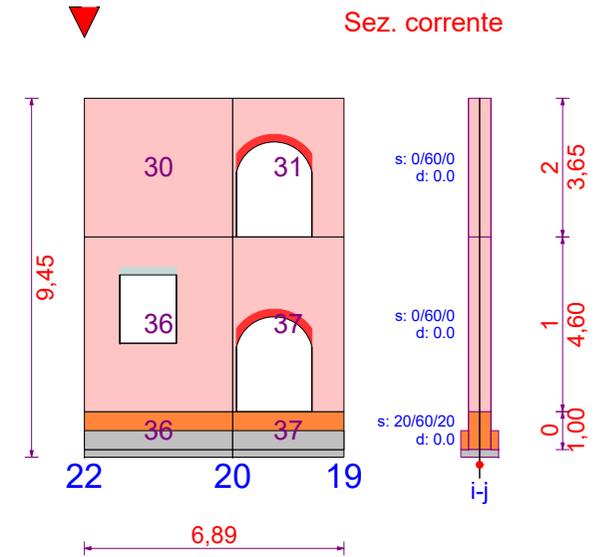
Parete 14
Scala 1:200



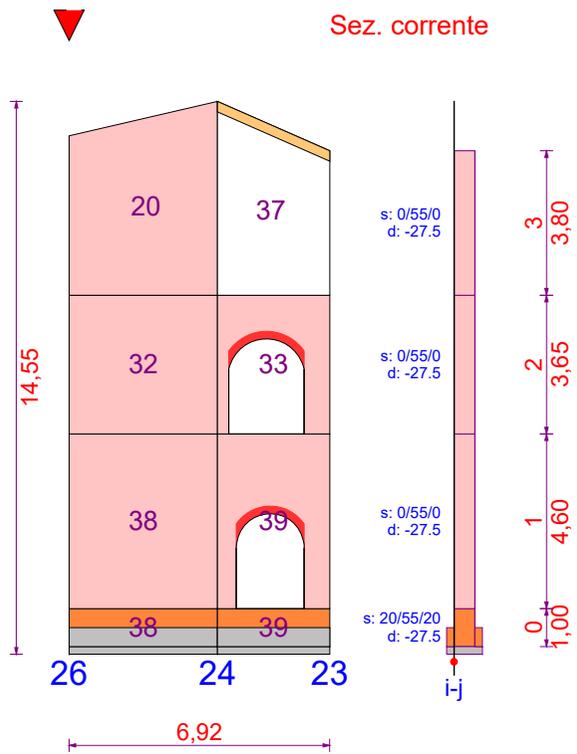
Parete 15
Scala 1:200



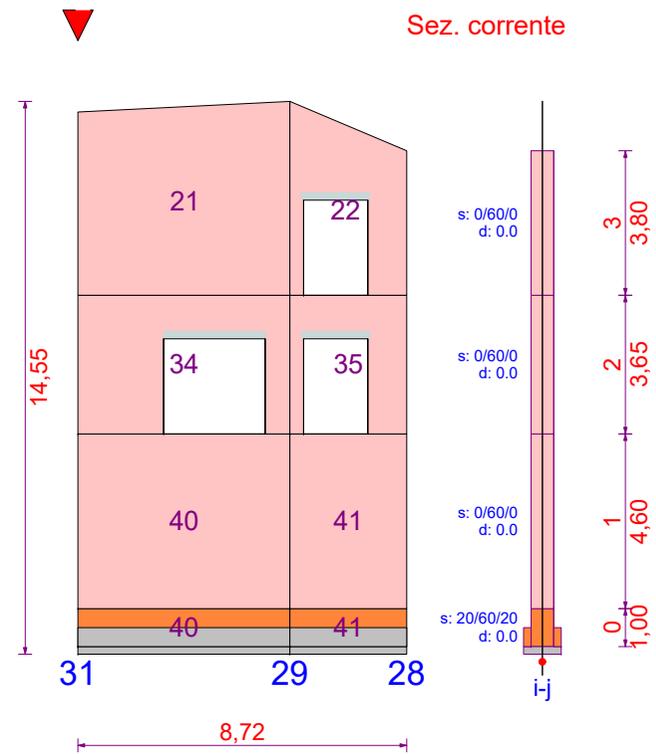
Parete 16
Scala 1:200



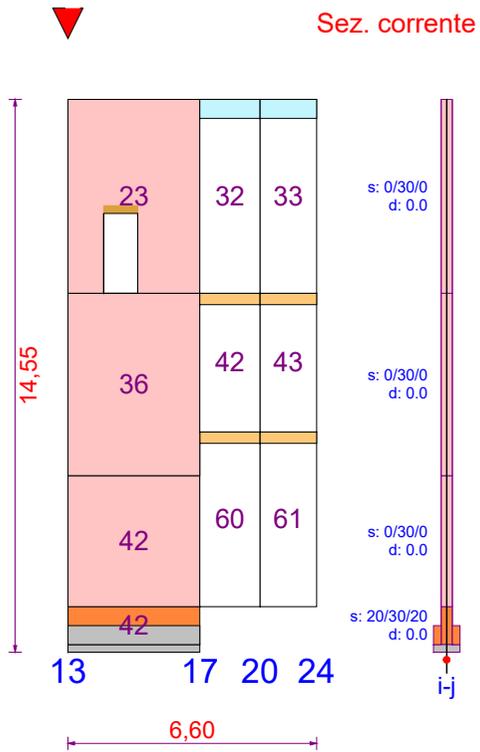
Parete 17
Scala 1:200



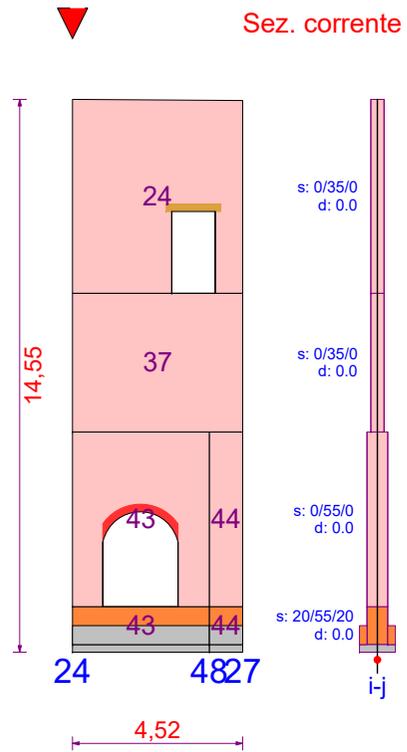
Parete 18
Scala 1:200



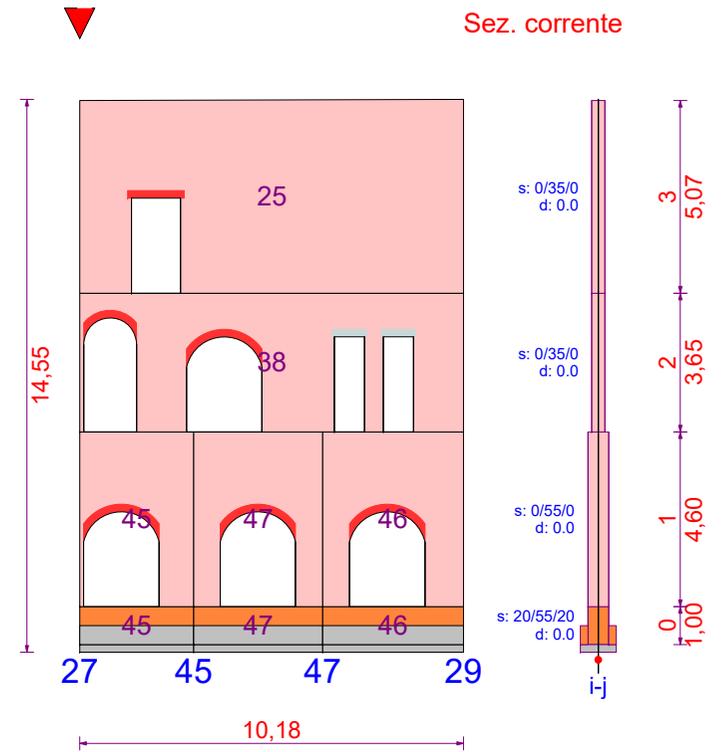
Parete 19
Scala 1:200



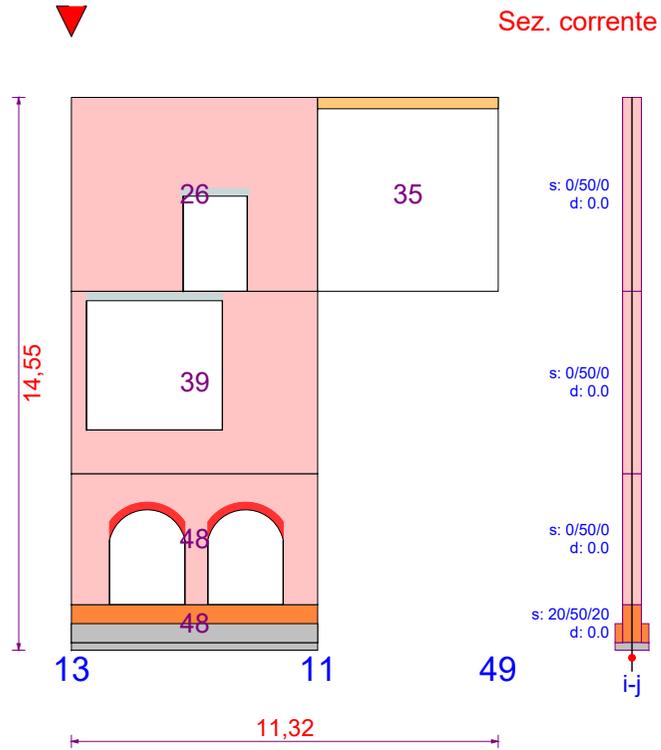
Parete 20
Scala 1:200



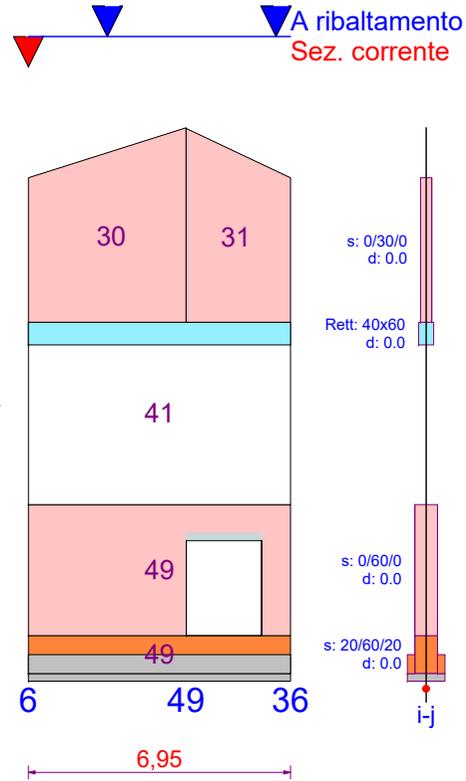
Parete 21
Scala 1:200



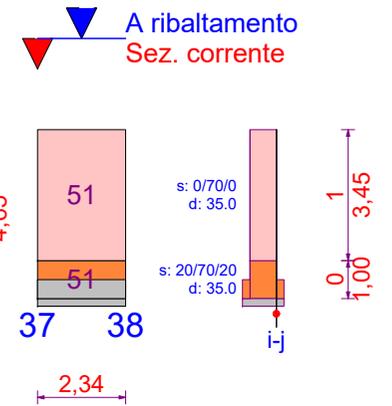
Parete 22
Scala 1:200



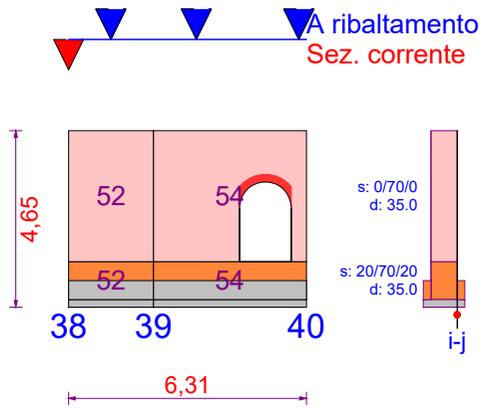
Parete 23
Scala 1:200



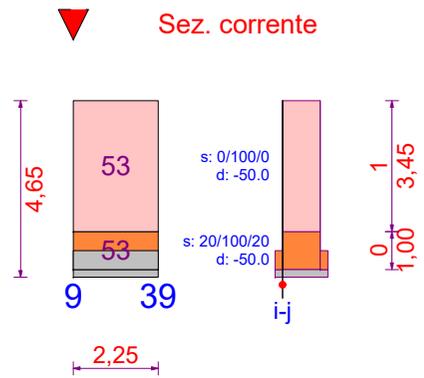
Parete 24
Scala 1:200



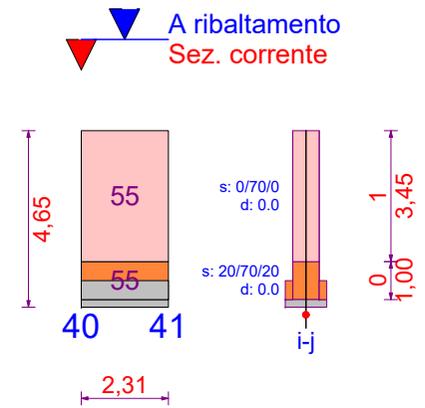
Parete 25
Scala 1:200



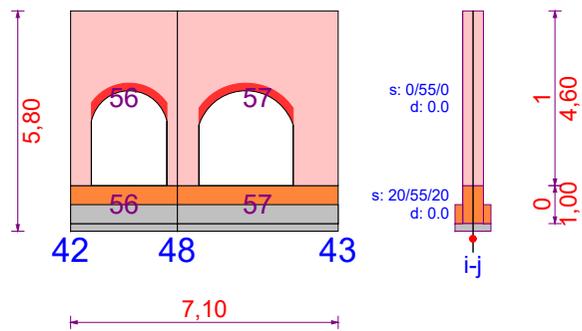
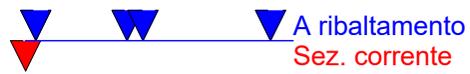
Parete 26
Scala 1:200



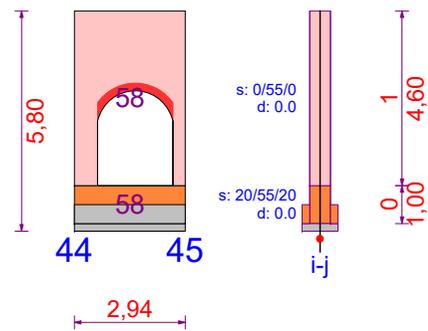
Parete 27
Scala 1:200



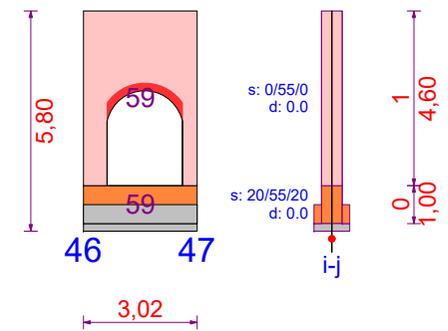
Parete 28
Scala 1:200



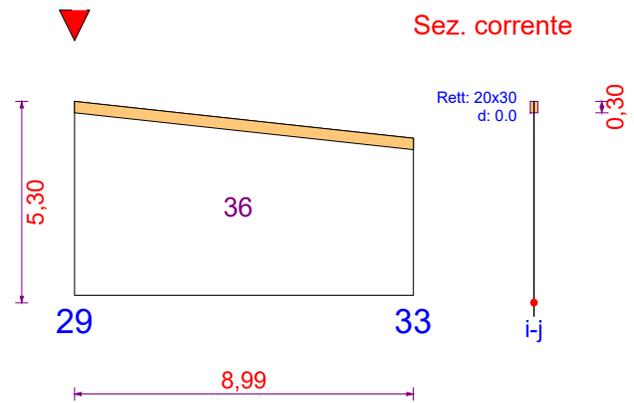
Parete 29
Scala 1:200



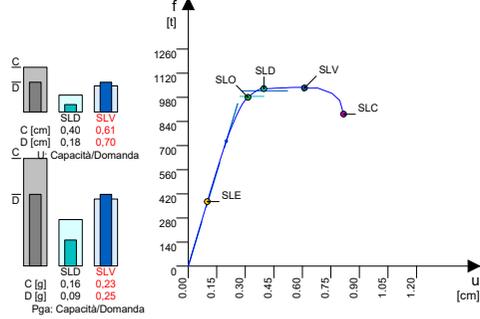
Parete 30
Scala 1:200



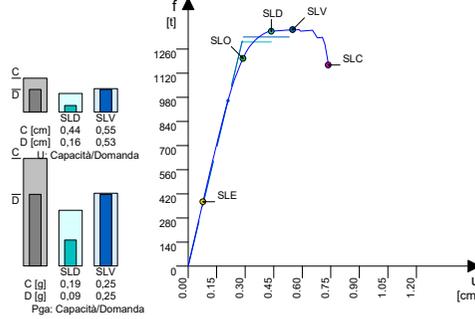
Parete 31
Scala 1:200



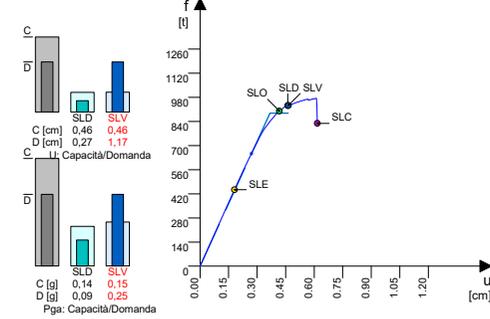
Curva pushover in dir. 0° [d.lineare]



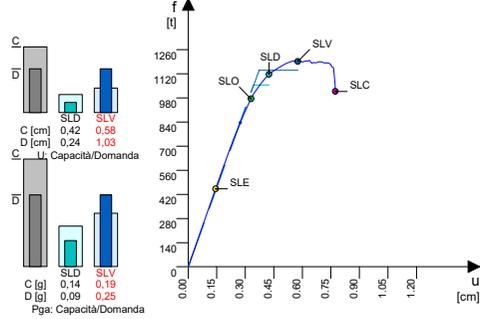
Curva pushover in dir. 0° [d.costante]



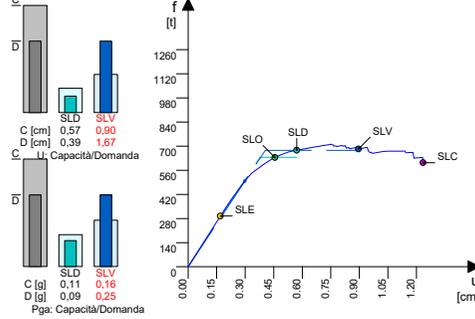
Curva pushover in dir. 45° [d.lineare]



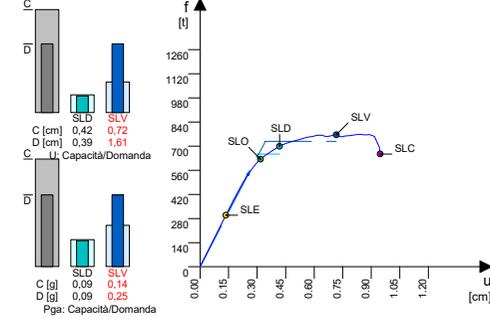
Curva pushover in dir. 45° [d.costante]



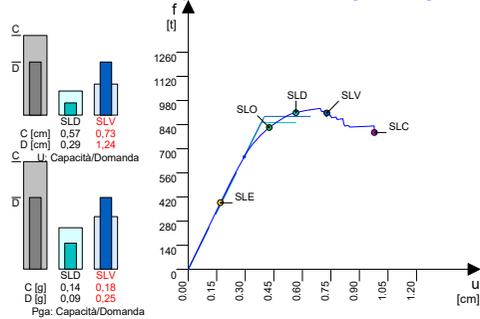
Curva pushover in dir. 90° [d.lineare]



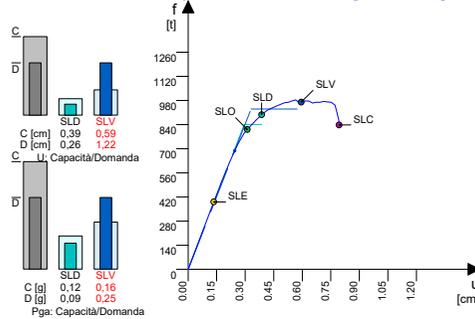
Curva pushover in dir. 90° [d.costante]



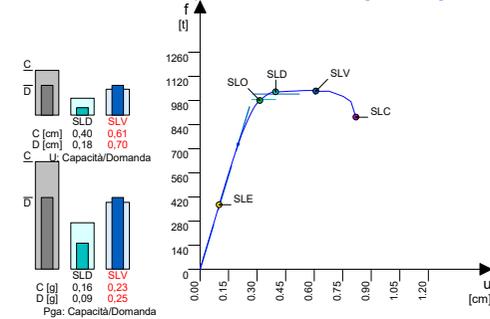
Curva pushover in dir. 135° [d.lineare]



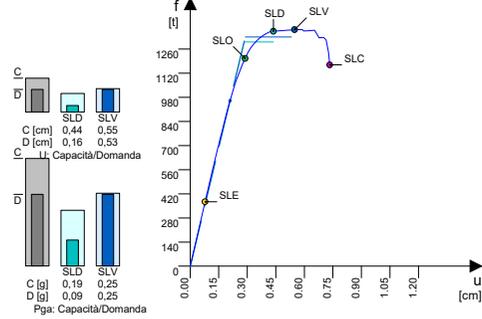
Curva pushover in dir. 135° [d.costante]



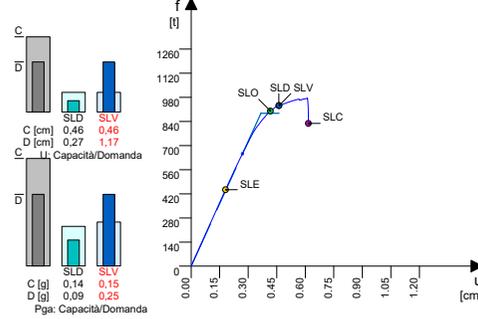
Curva pushover in dir. 180° [d.lineare]



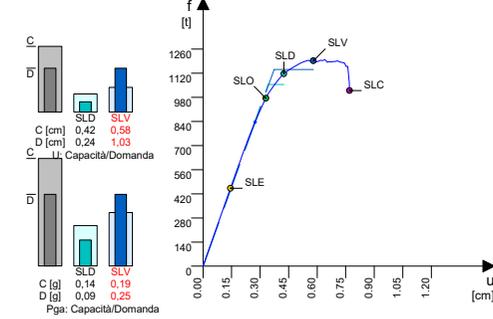
Curva pushover in dir. 180° [d.costante]



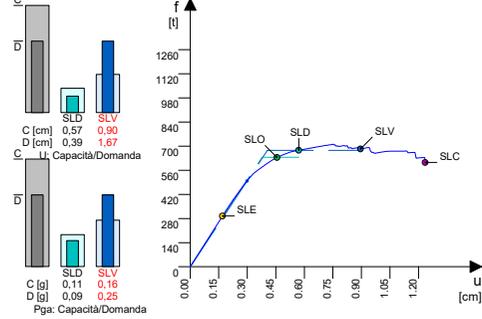
Curva pushover in dir. 225° [d.lineare]



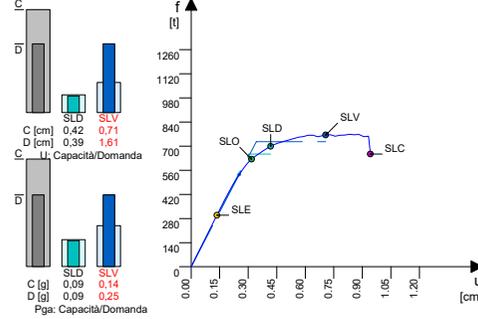
Curva pushover in dir. 225° [d.costante]



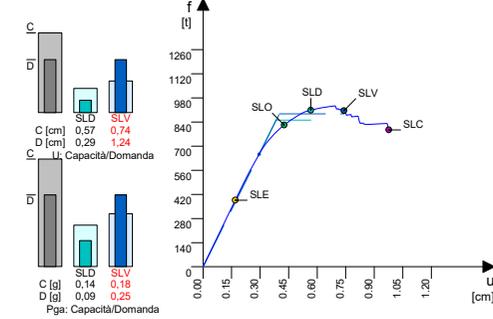
Curva pushover in dir. 270° [d.lineare]



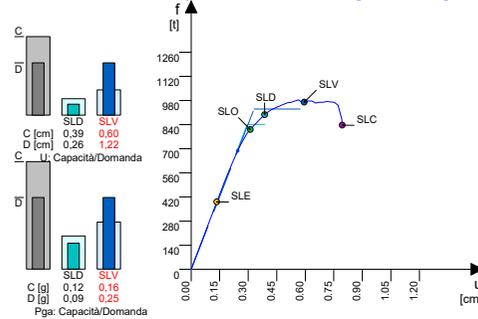
Curva pushover in dir. 270° [d.costante]

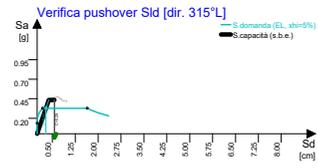
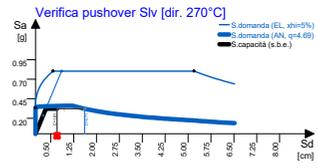
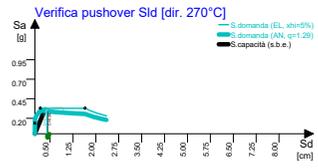
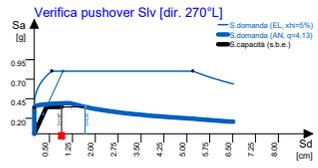
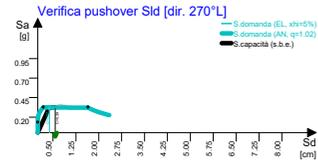
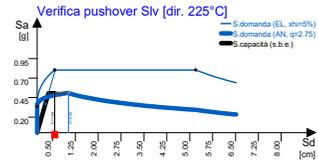
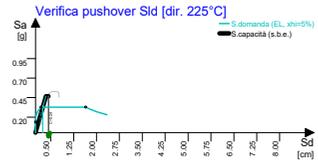
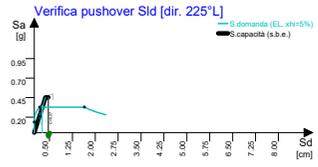
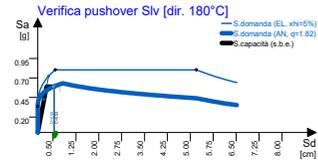
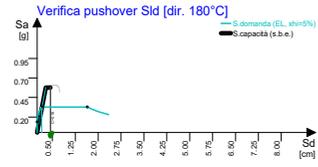
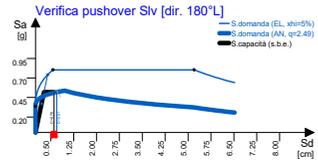
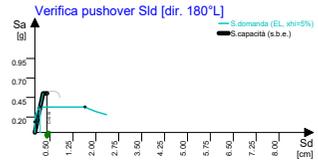
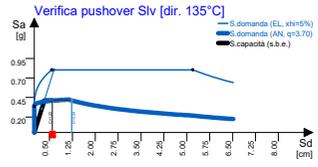
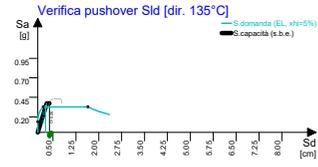
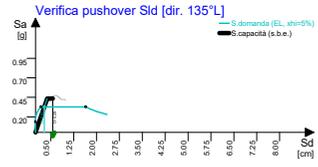
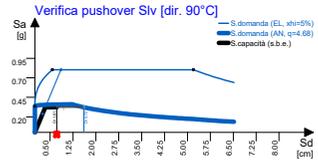
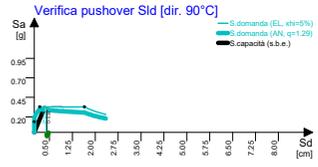
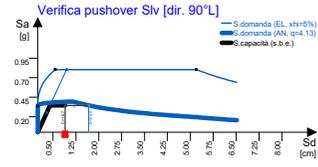
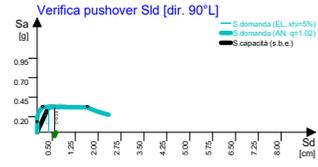
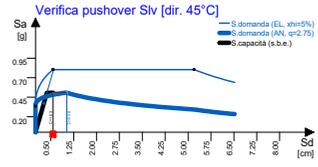
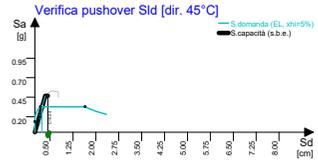
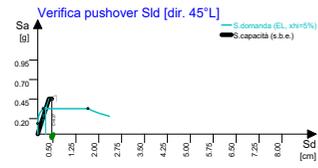
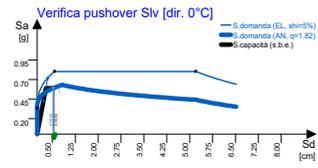
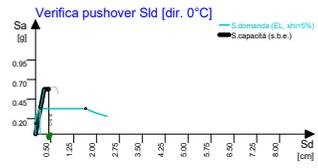
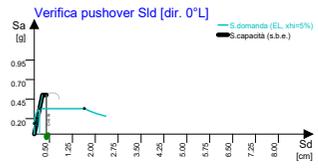


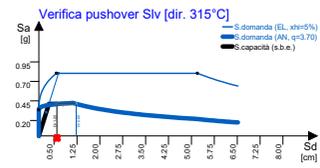
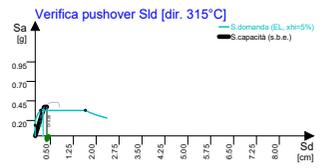
Curva pushover in dir. 315° [d.lineare]



Curva pushover in dir. 315° [d.costante]

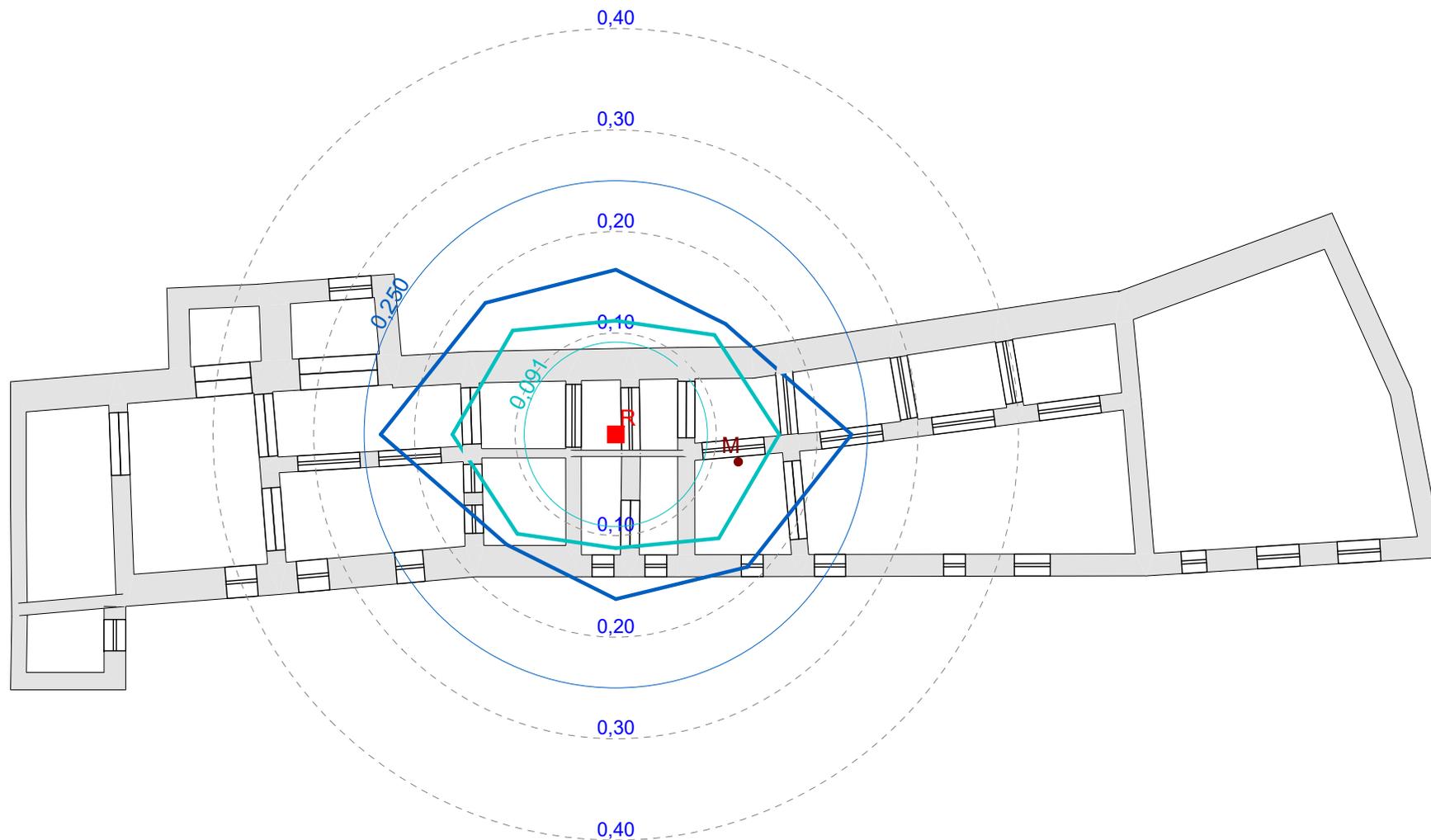






Dominio resistente per d. lineare

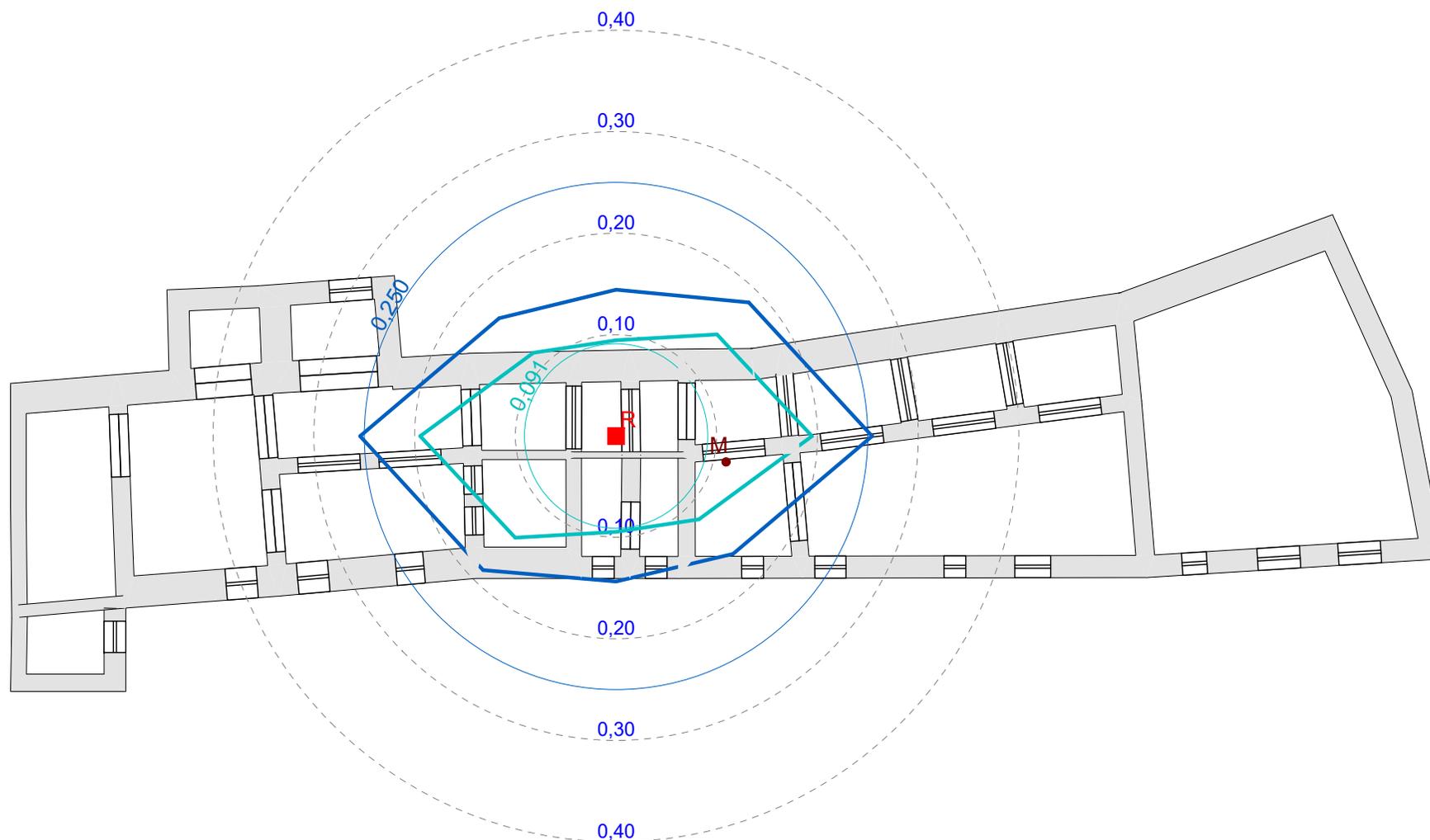
Scala 1:200



SLD	—	Capacità Pga	—	Domanda Pga
SLV	—	Capacità Pga	—	Domanda Pga

Dominio resistente per d. costante

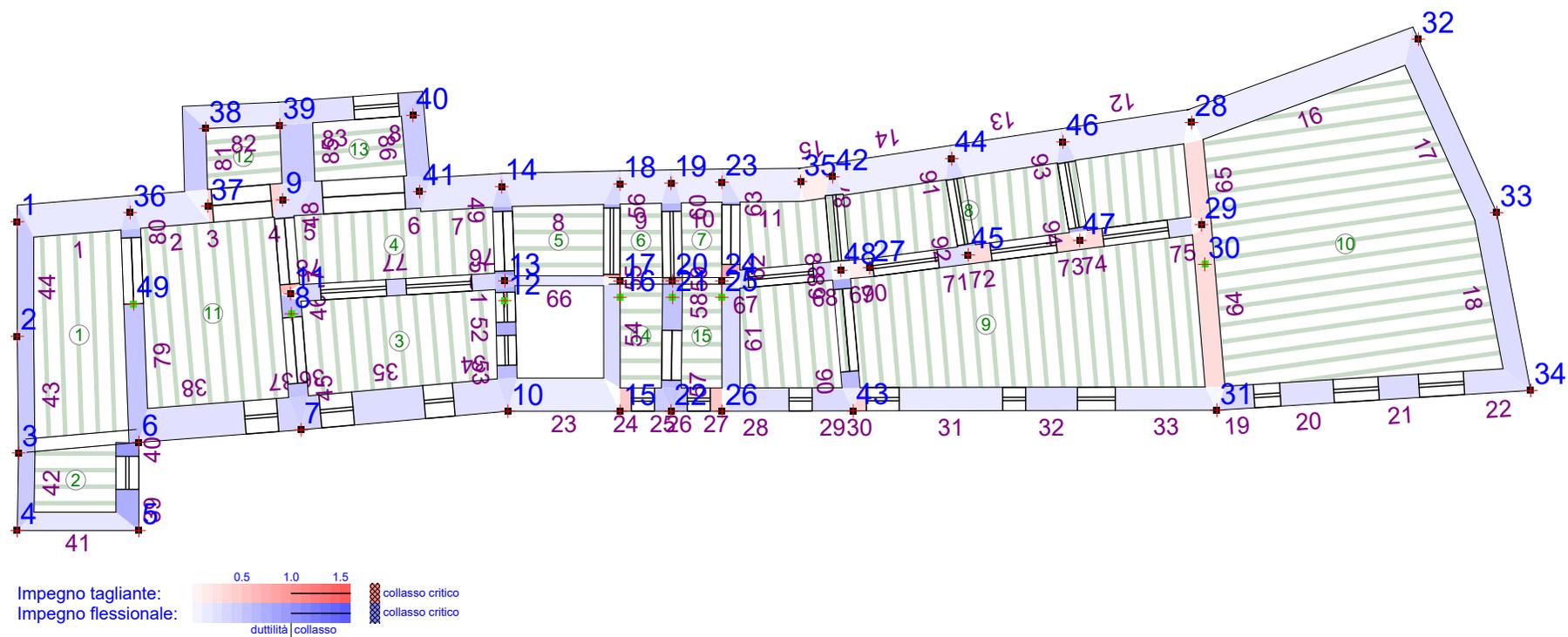
Scala 1:200



SLD	—	Capacità Pga	—	Domanda Pga
SLV	—	Capacità Pga	—	Domanda Pga

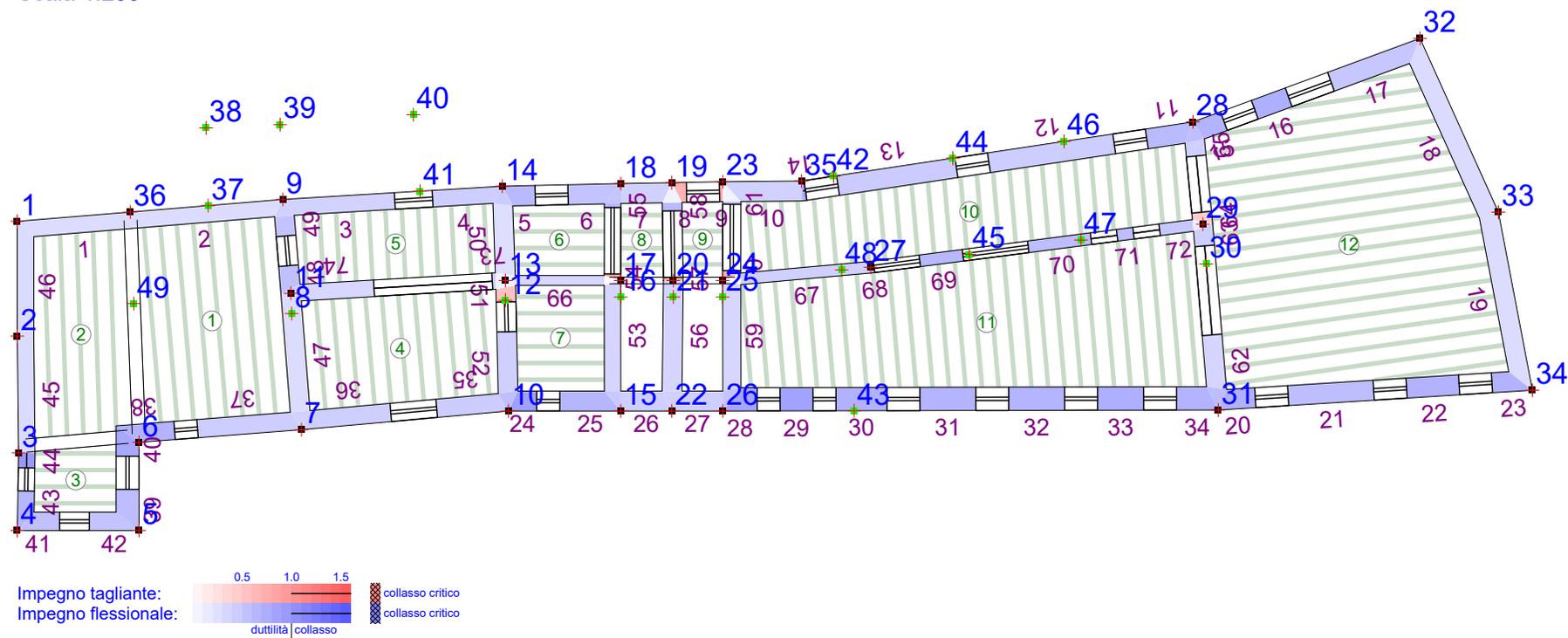
Impegno setti al piano 1: SLD d. lineare involucro dir.sismiche

Scala 1:200



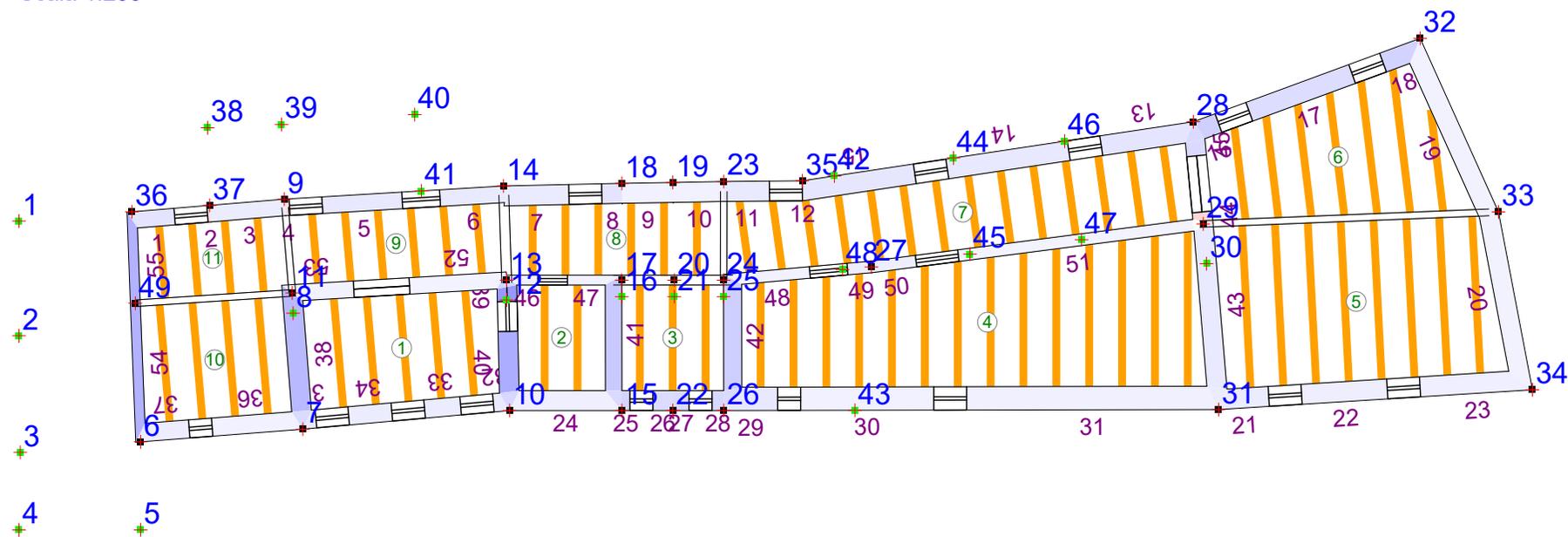
Impegno setti al piano 2: SLD d. lineare involucro dir.sismiche

Scala 1:200



Impegno setti al piano 3: SLD d. lineare involucro dir.sismiche

Scala 1:200

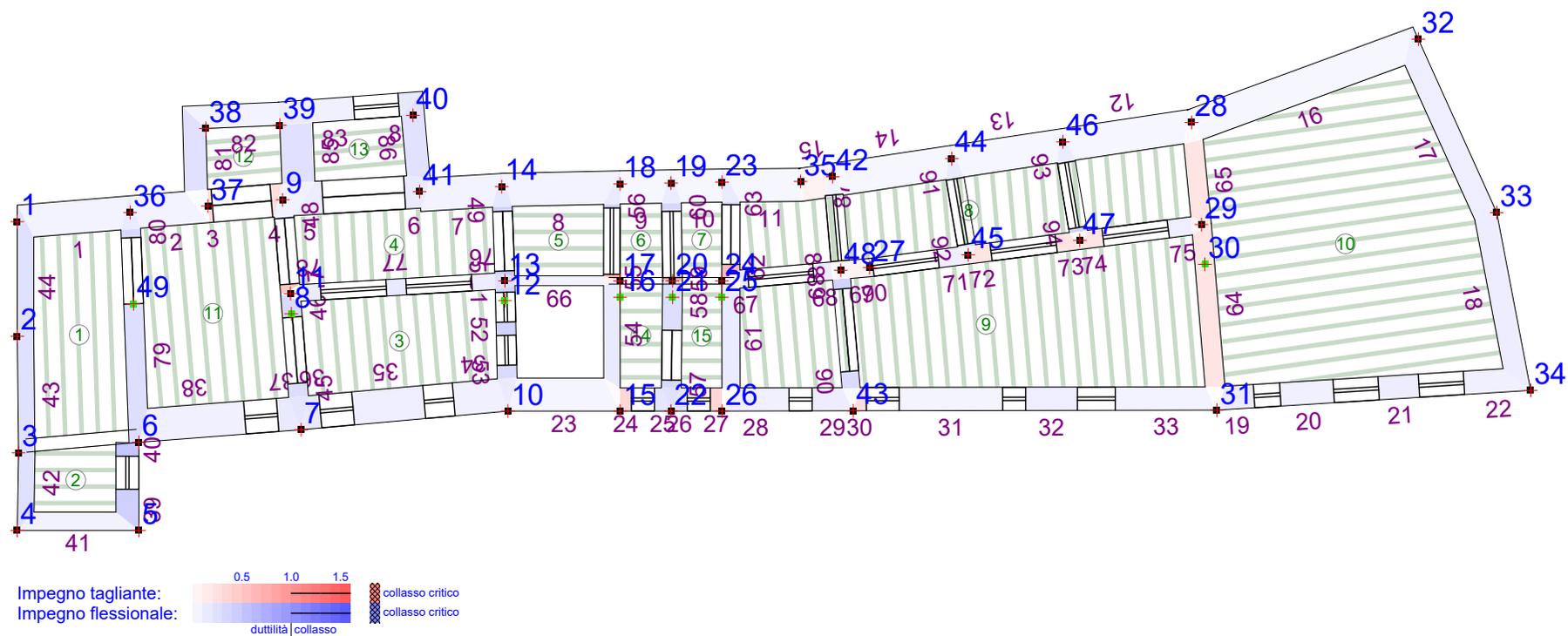


Impegno tagliante: 0.5 1.0 1.5
Impegno flessionale: duttilità | collasso

collasso critico
collasso critico

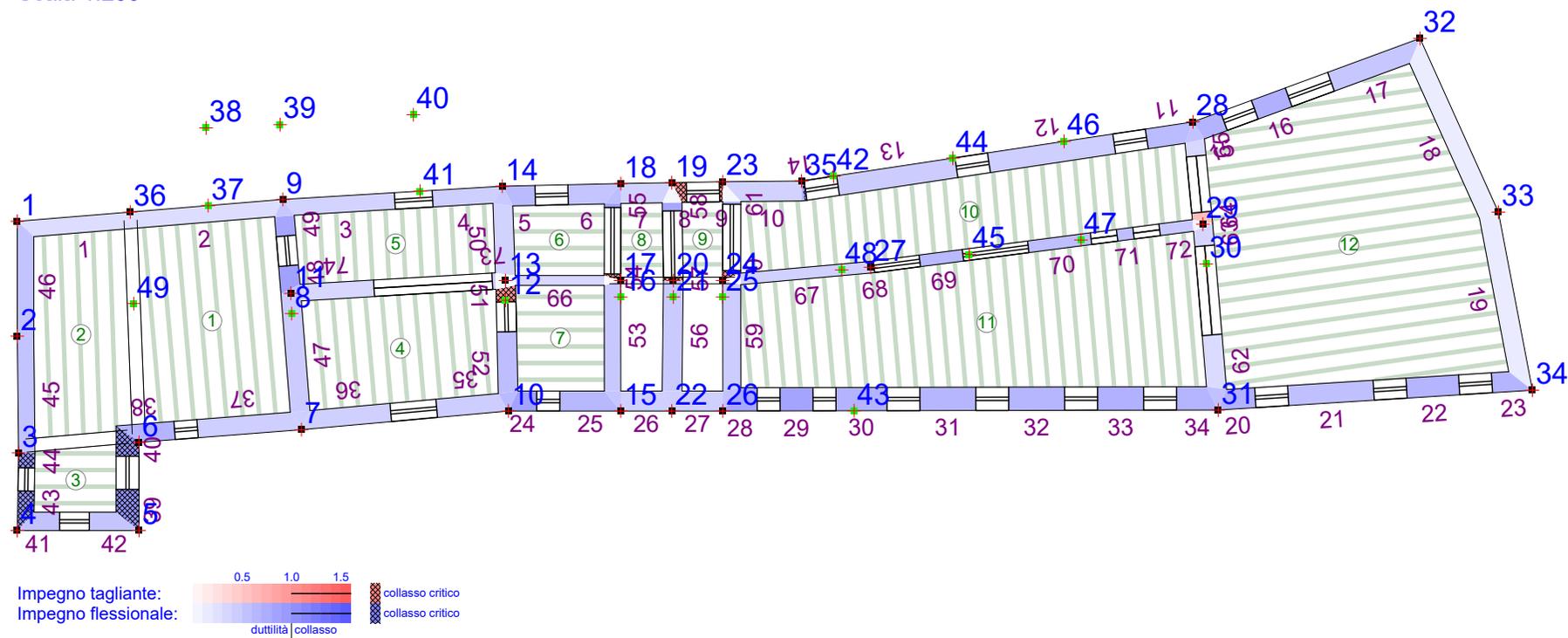
Impegno setti al piano 1: SLV d. lineare involucro dir.sismiche

Scala 1:200



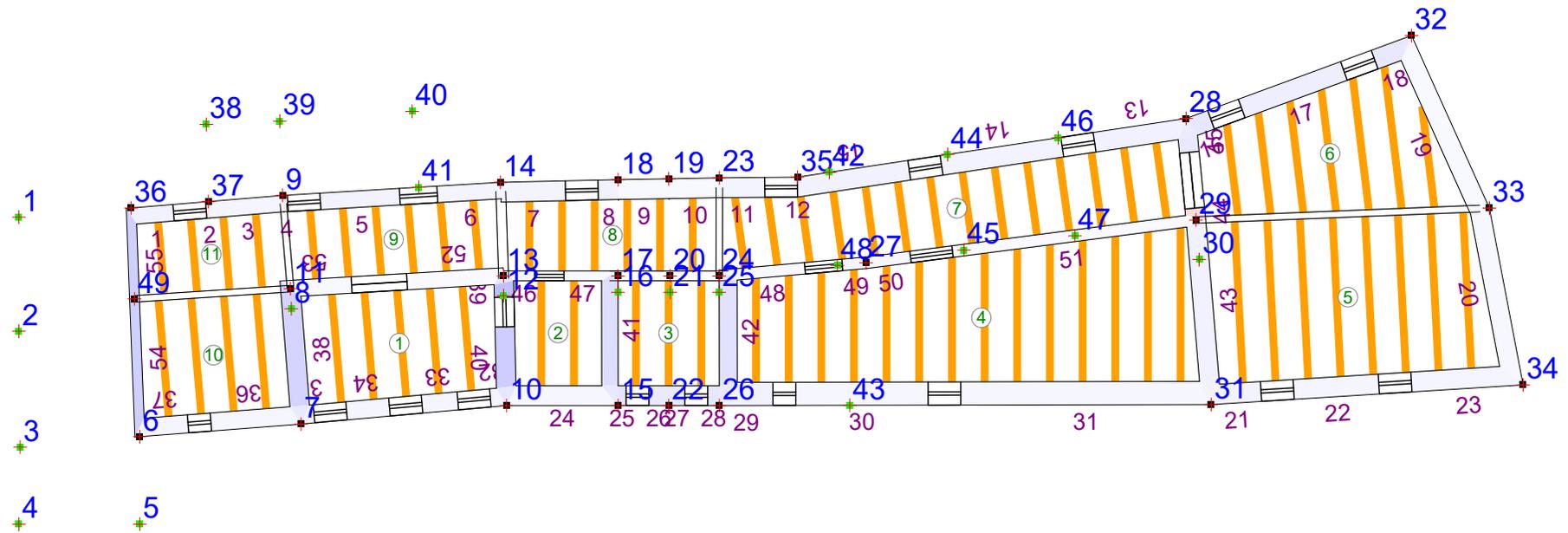
Impegno setti al piano 2: SLV d. lineare involucro dir.sismiche

Scala 1:200



Impegno setti al piano 3: SLV d. lineare involucro dir.sismiche

Scala 1:200

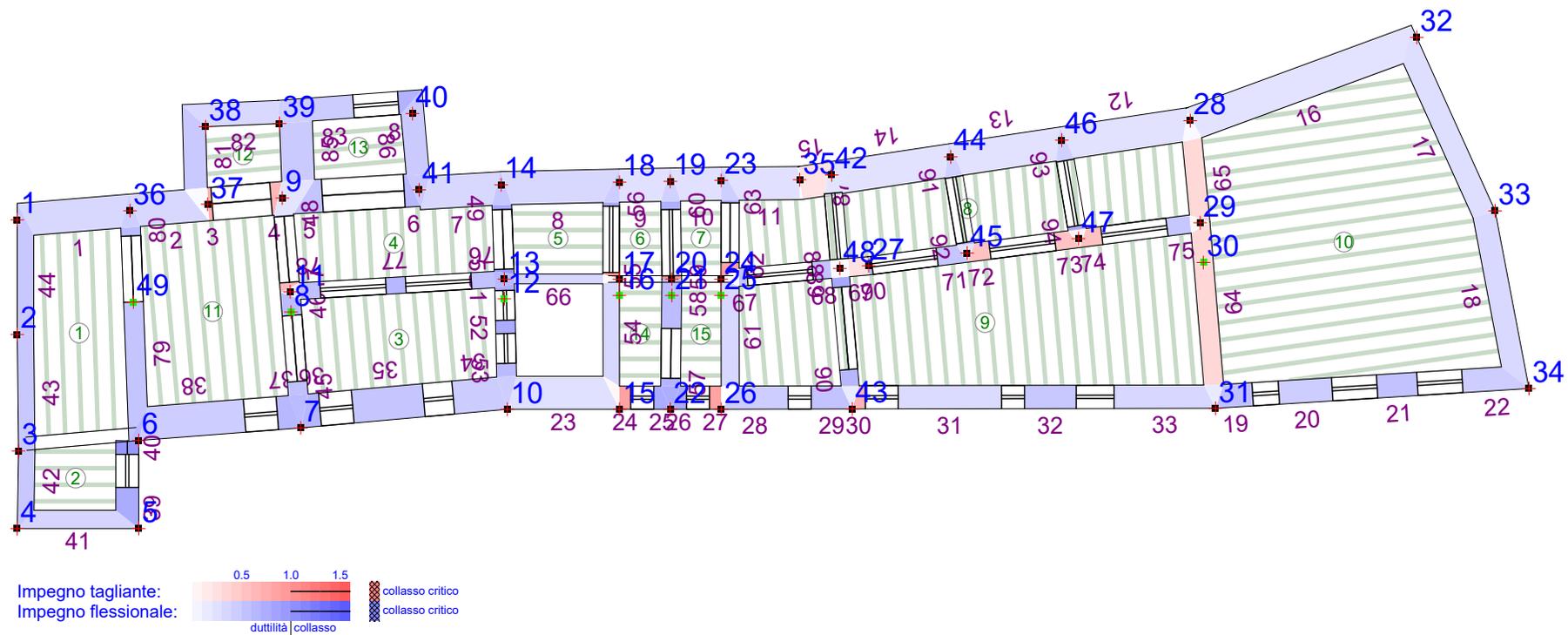


Impegno tagliente: 0.5 1.0 1.5
Impegno flessionale: duttilità | collasso

collasso critico
collasso critico

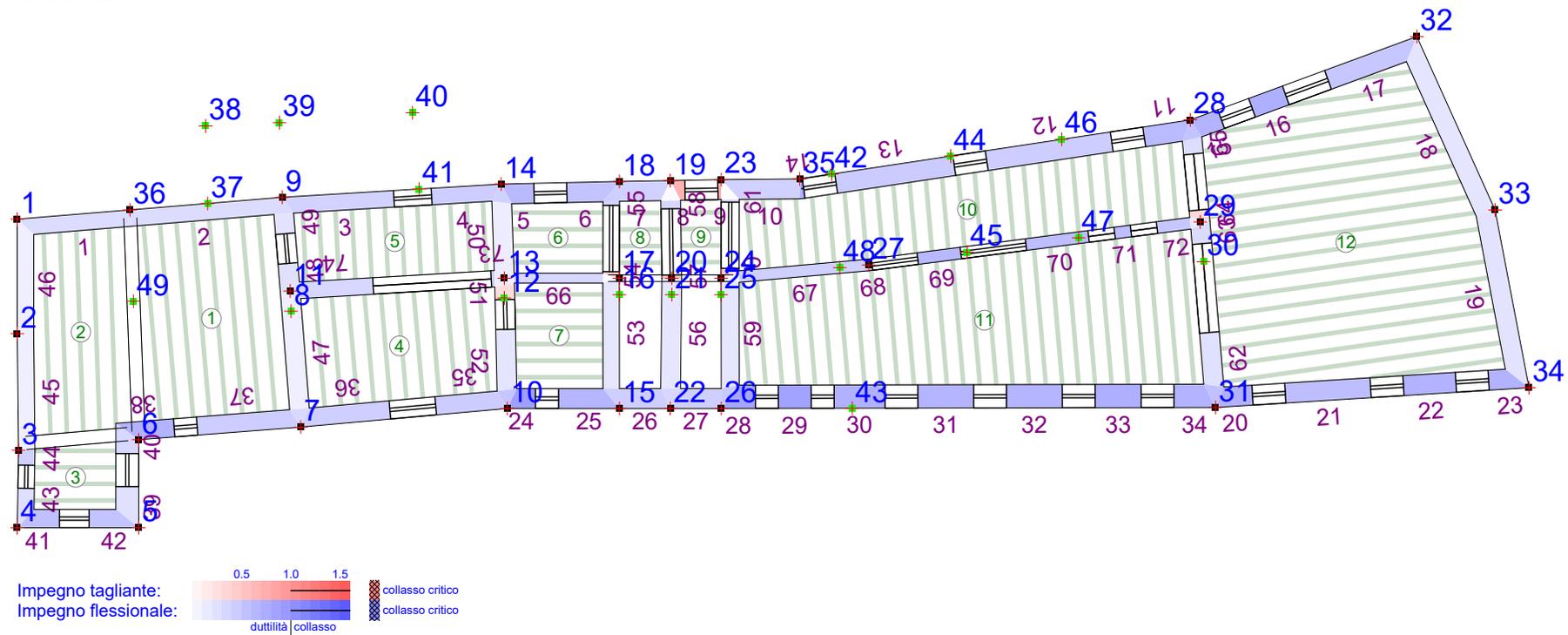
Impegno setti al piano 1: SLD d. costante involucro dir.sismiche

Scala 1:200



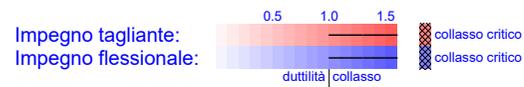
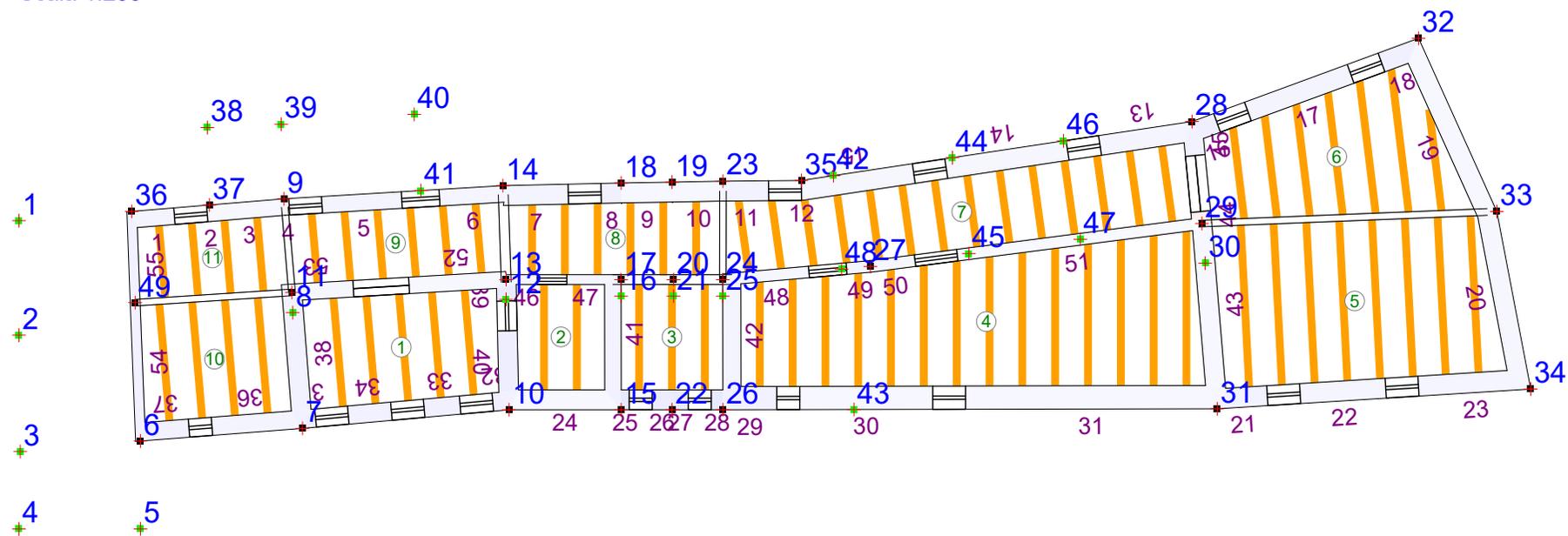
Impegno setti al piano 2: SLD d. costante involucro dir.sismiche

Scala 1:200



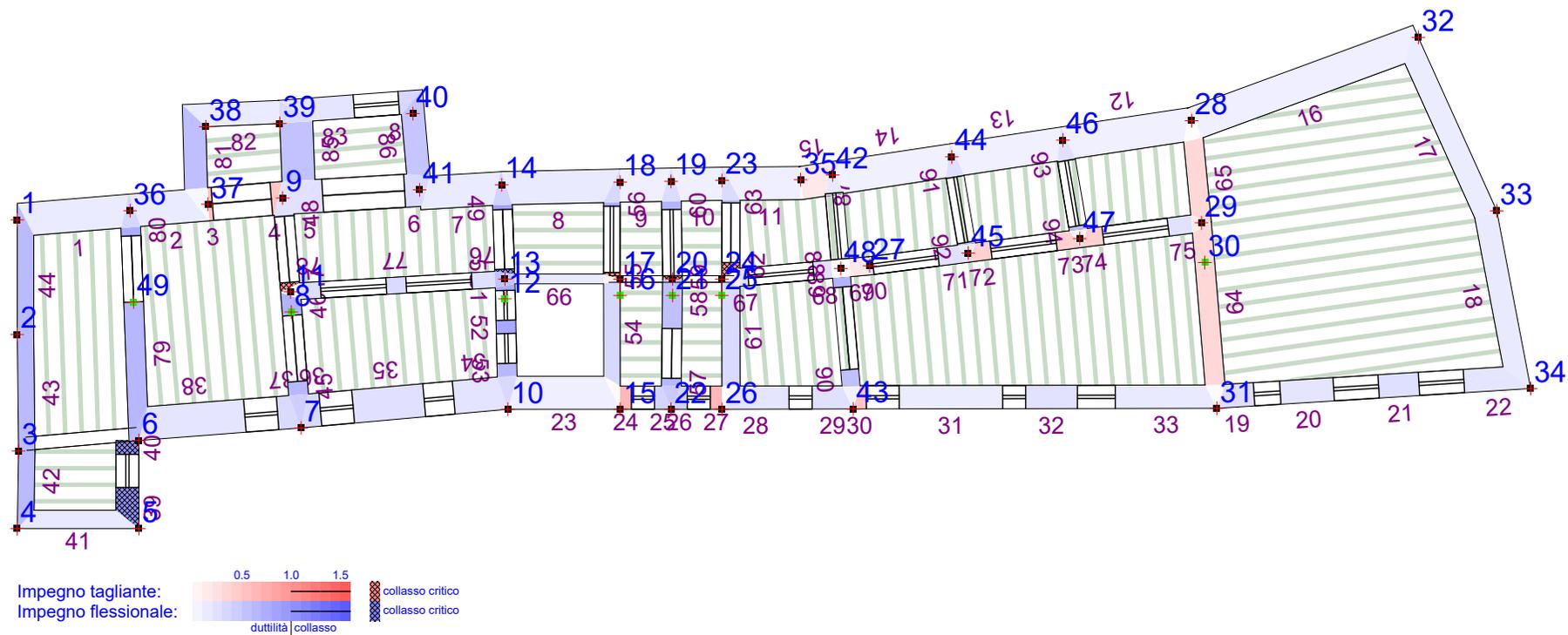
Impegno setti al piano 3: SLD d. costante involucro dir.sismiche

Scala 1:200



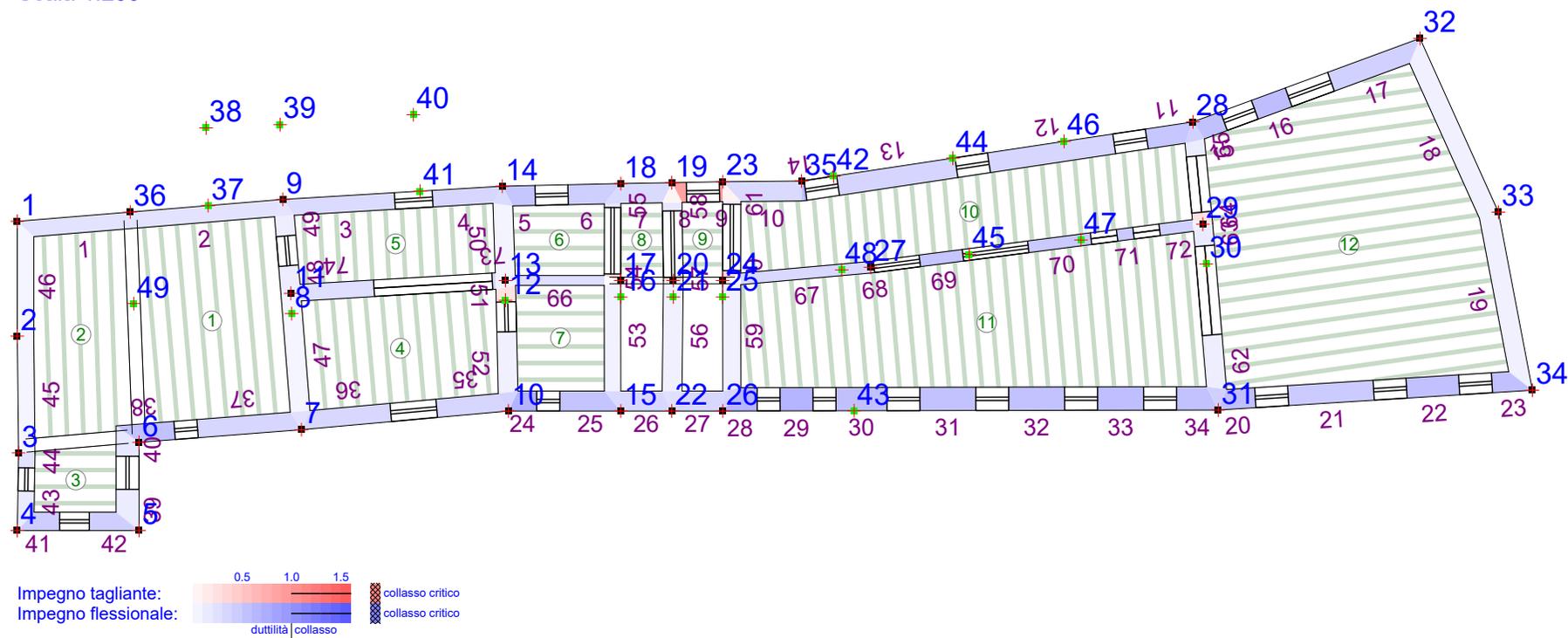
Impegno setti al piano 1: SLV d. costante involucro dir.sismiche

Scala 1:200



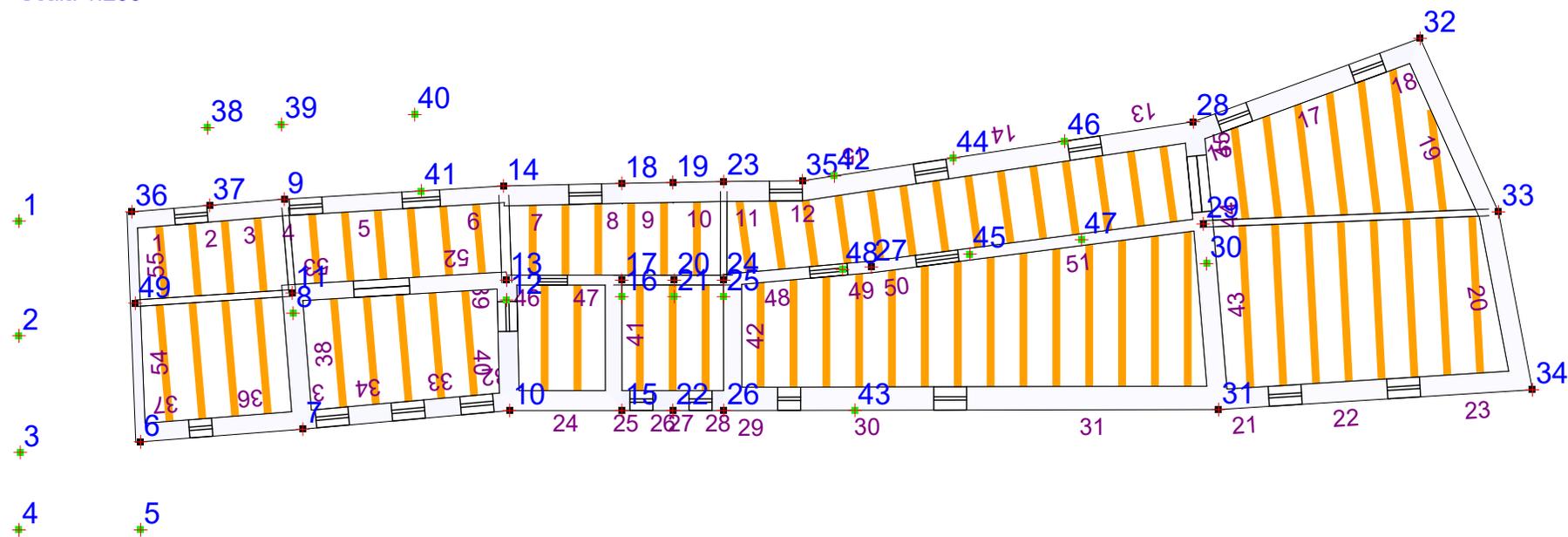
Impegno setti al piano 2: SLV d. costante involucro dir.sismiche

Scala 1:200



Impegno setti al piano 3: SLV d. costante involucro dir.sismiche

Scala 1:200

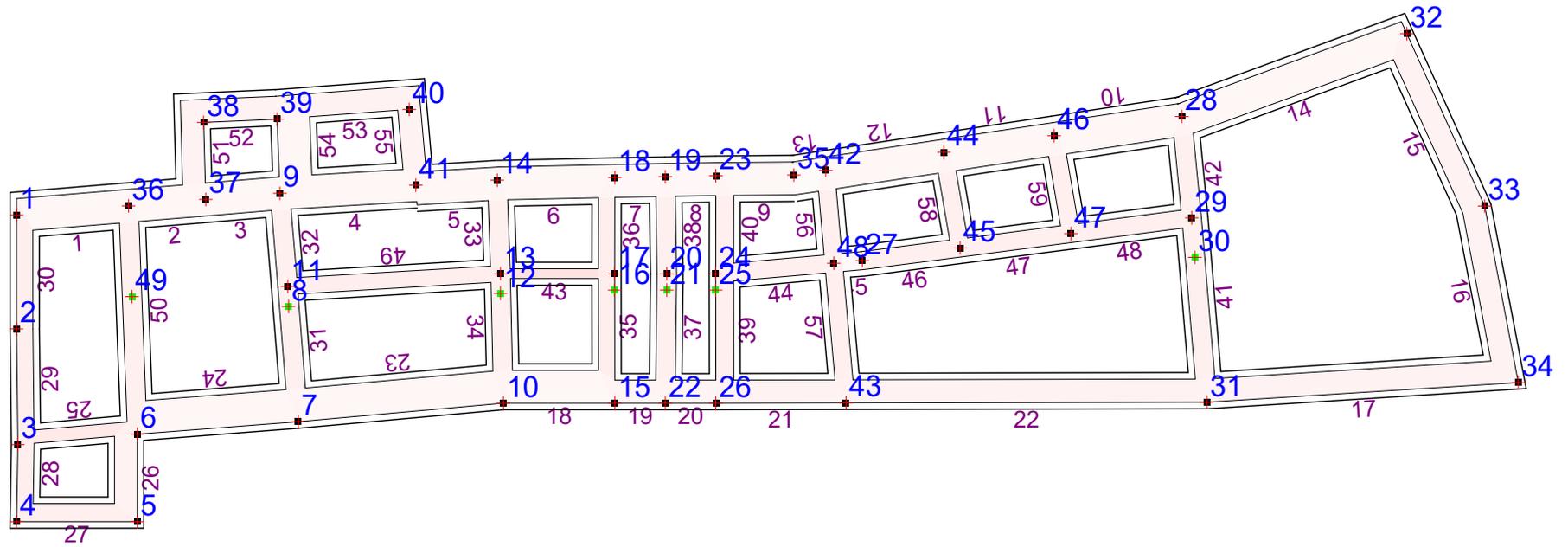


Impegno tagliante: 0.5 1.0 1.5
Impegno flessionale: duttilità | collasso

collasso critico
collasso critico

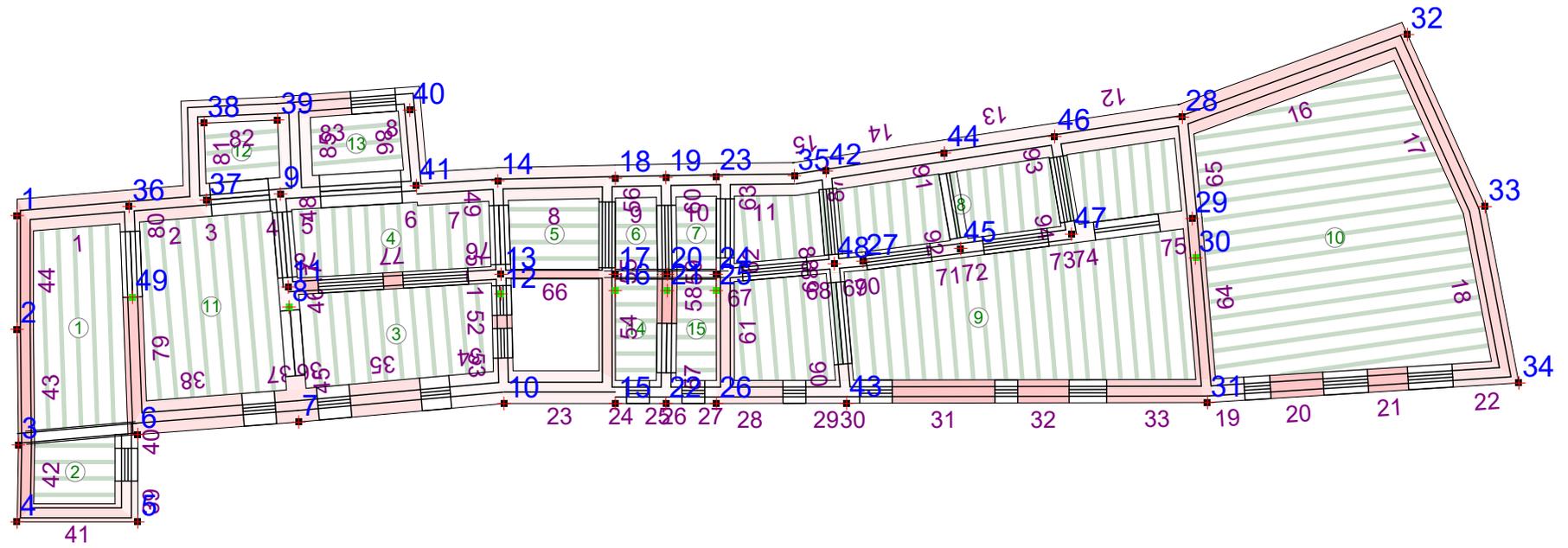
Verifica snellezza al piano 0

Scala 1:200



Verifica snellezza al piano 1

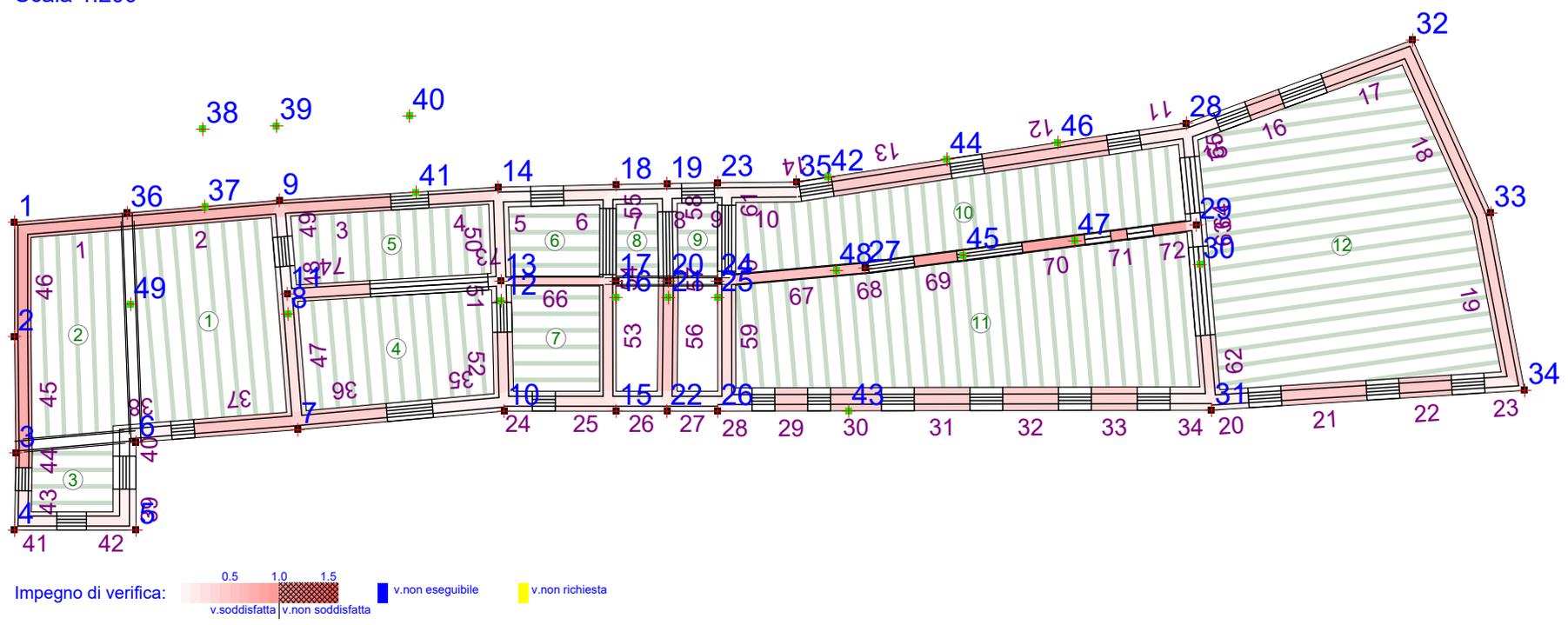
Scala 1:200



Impegno di verifica: 0.5 1.0 1.5
v. soddisfatta | v. non soddisfatta | v. non eseguibile | v. non richiesta

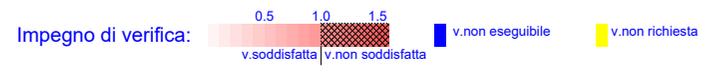
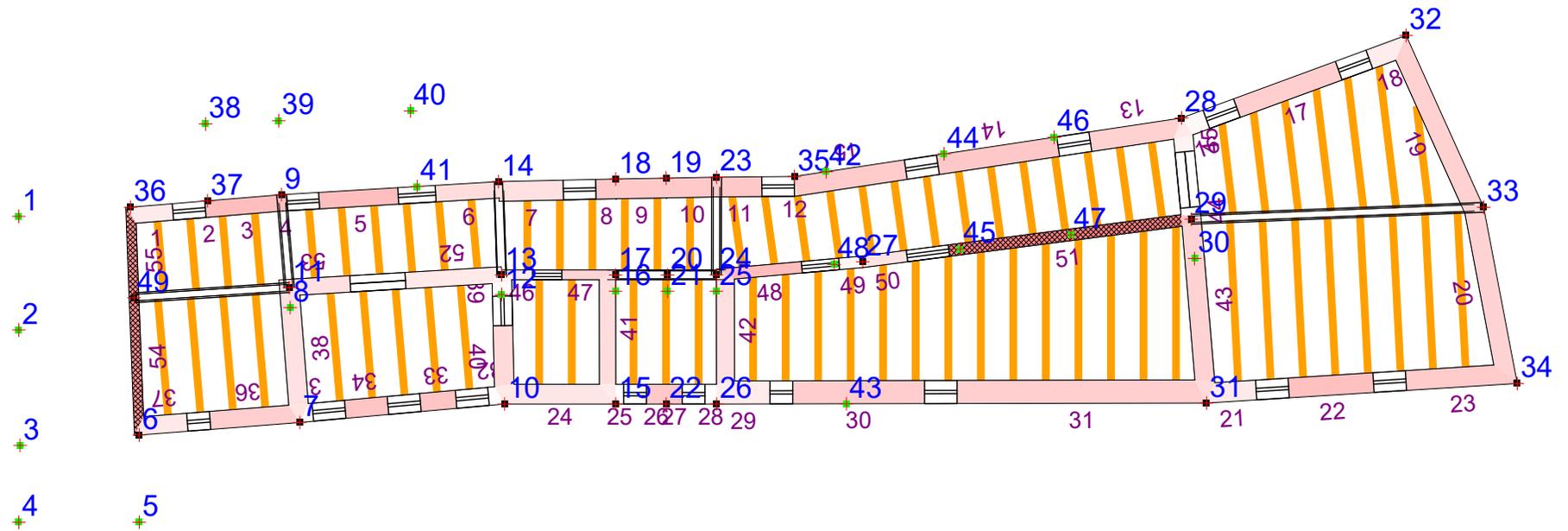
Verifica snellezza al piano 2

Scala 1:200



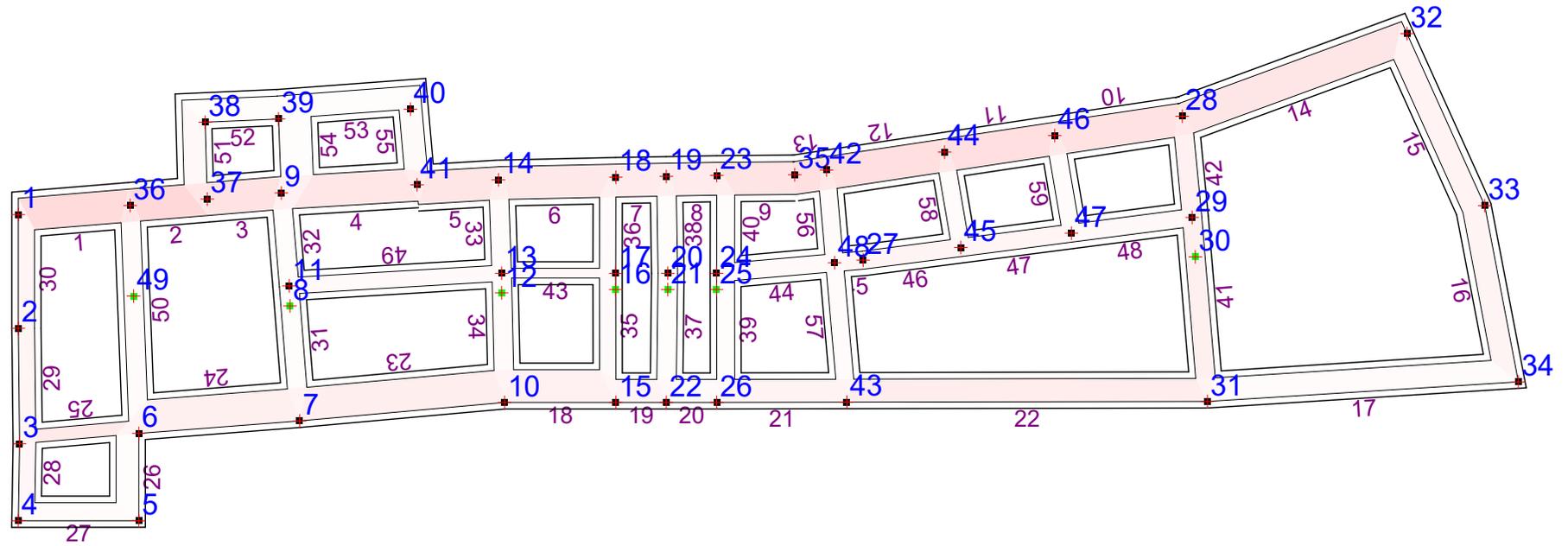
Verifica snellezza al piano 3

Scala 1:200



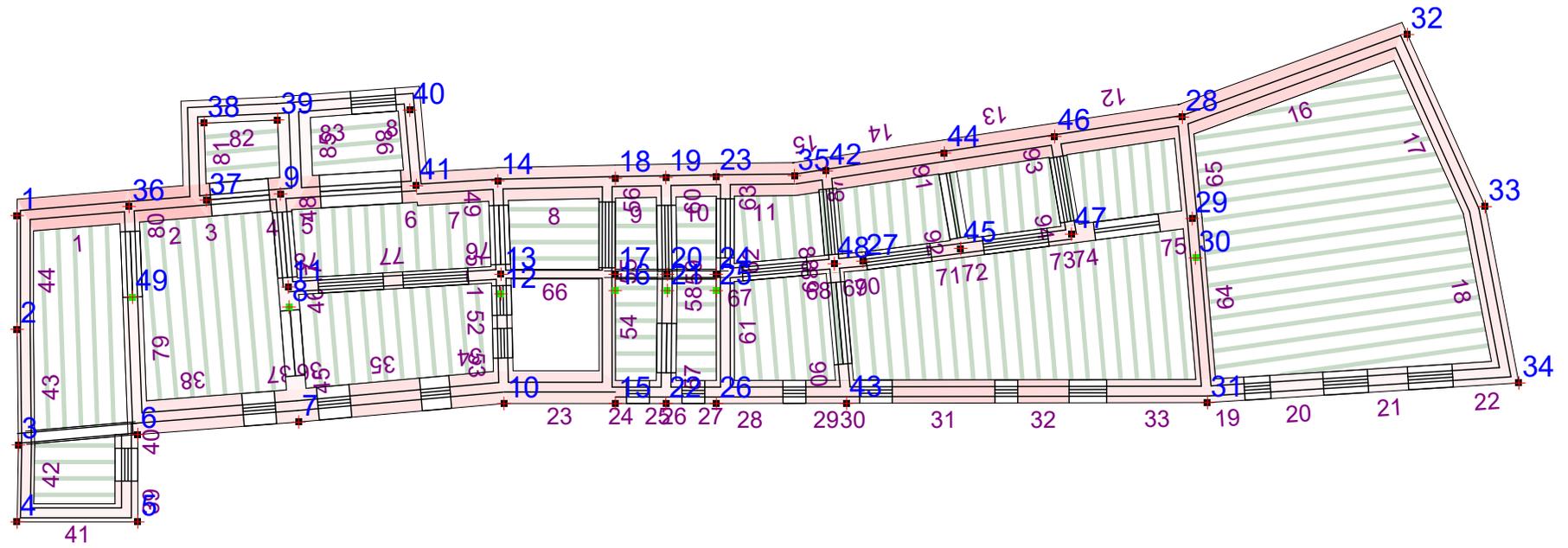
Verifica eccentricità trasversale al piano 0

Scala 1:200



Verifica eccentricità trasversale al piano 1

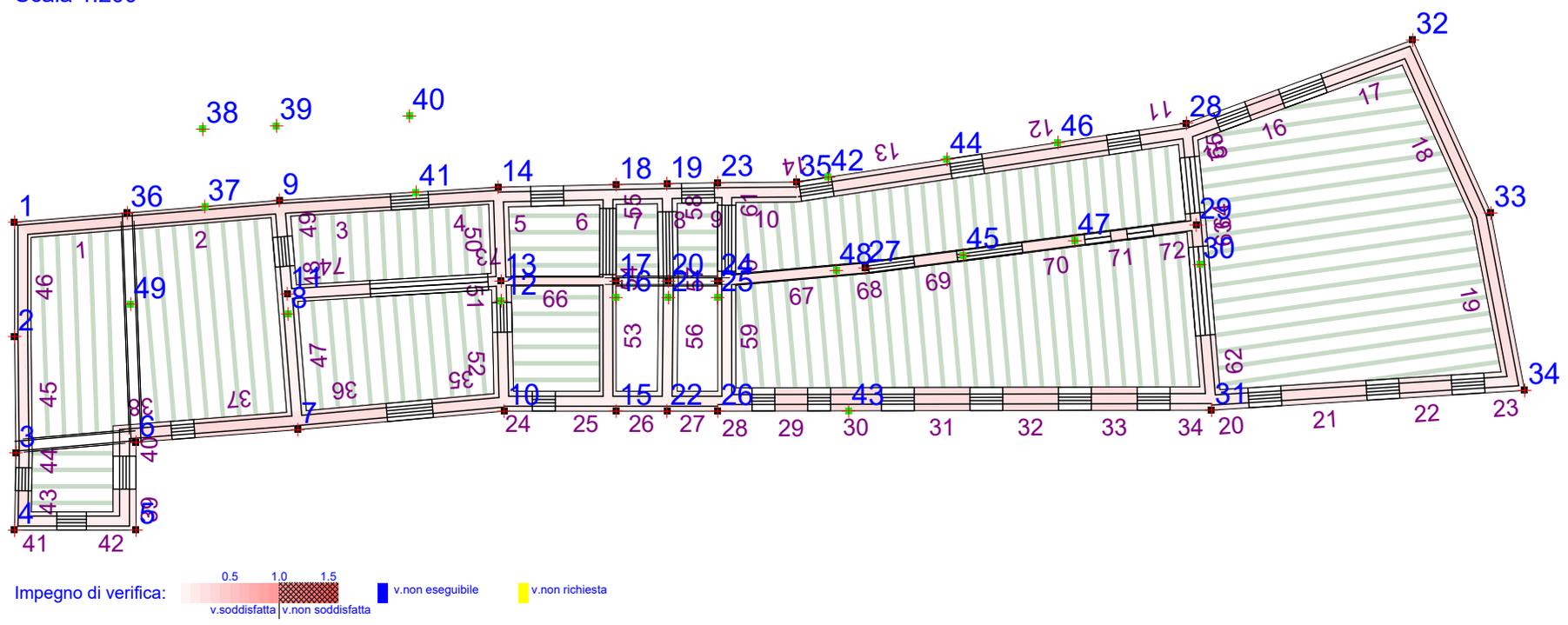
Scala 1:200



Impegno di verifica: 0.5 1.0 1.5
v. soddisfatta v. non soddisfatta v. non eseguibile v. non richiesta

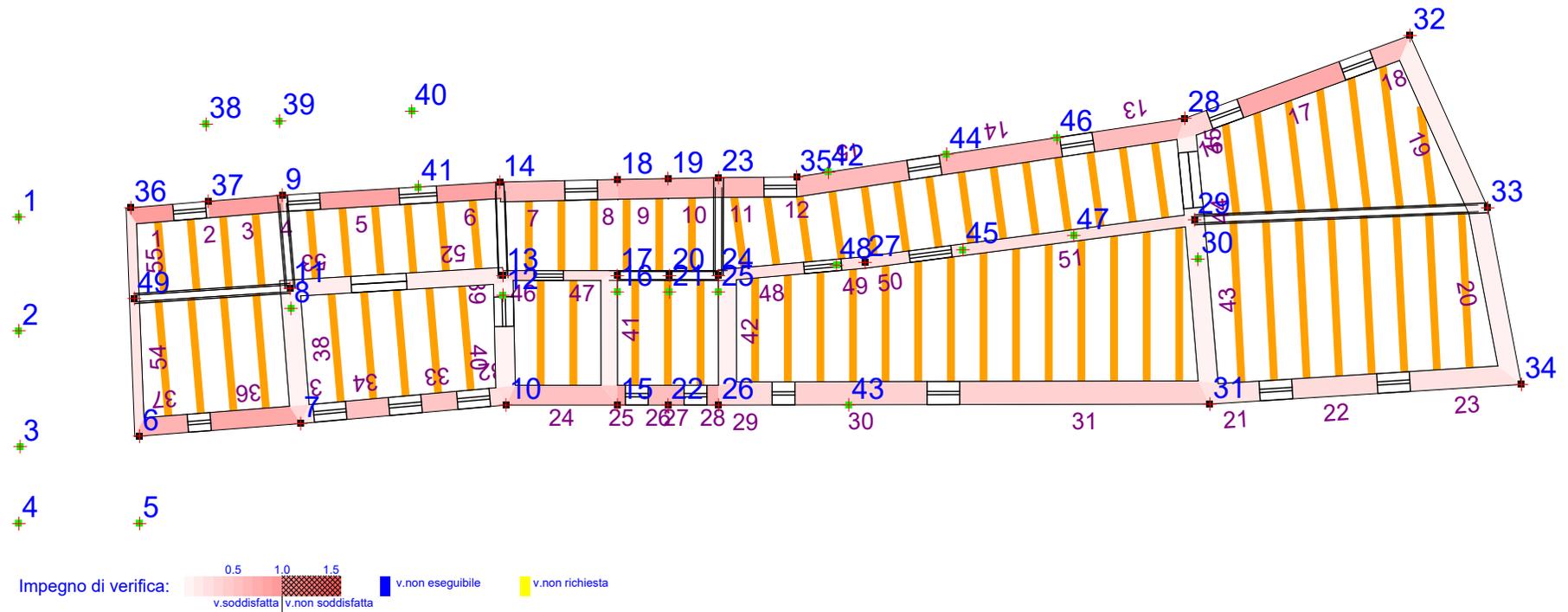
Verifica eccentricità trasversale al piano 2

Scala 1:200



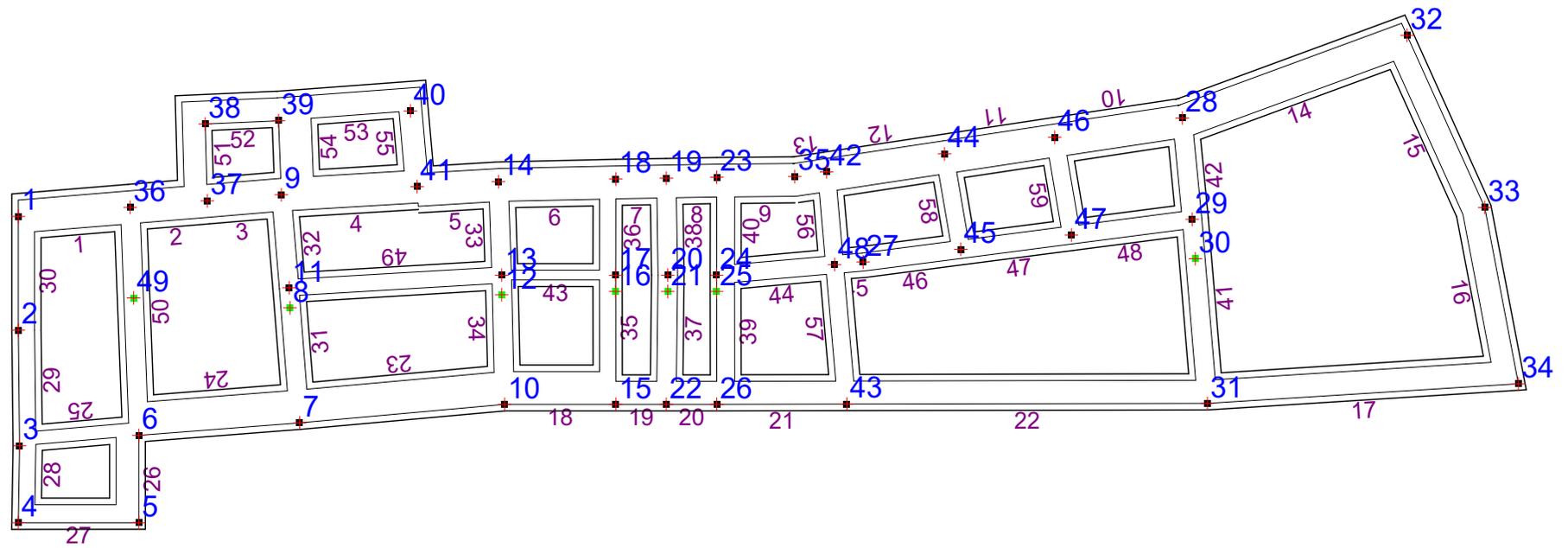
Verifica eccentricità trasversale al piano 3

Scala 1:200



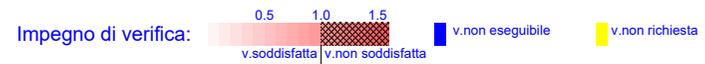
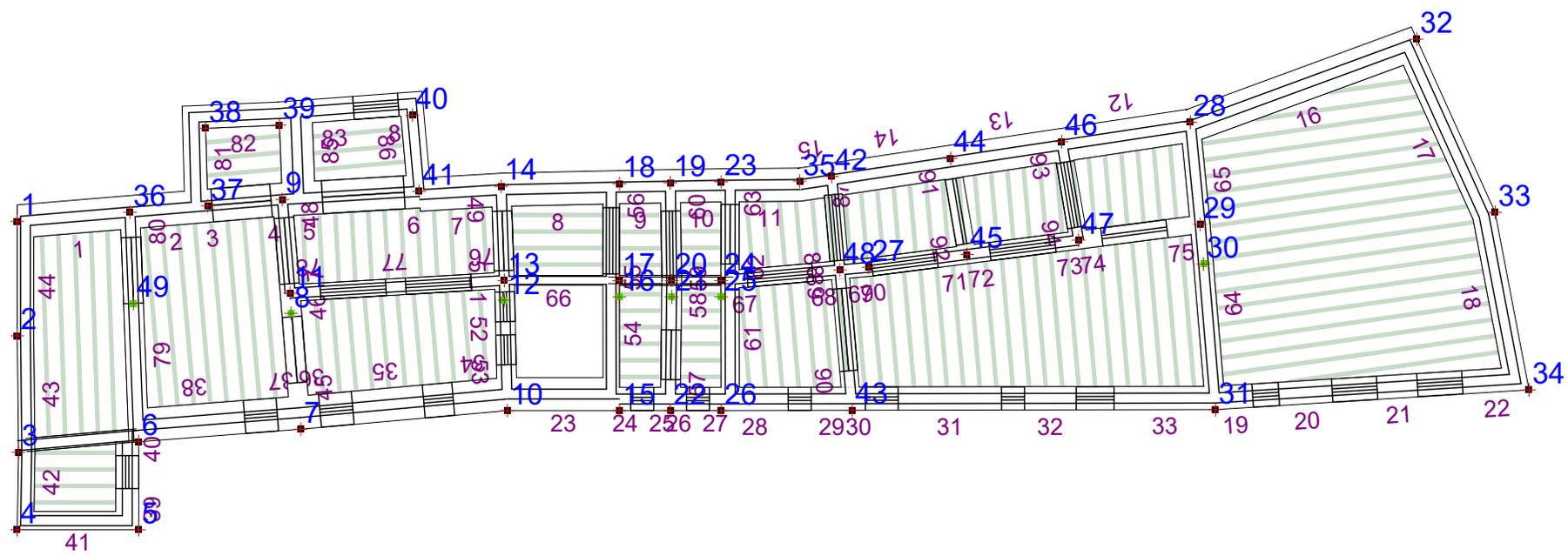
Verifica eccentricità longitudinale al piano 0

Scala 1:200



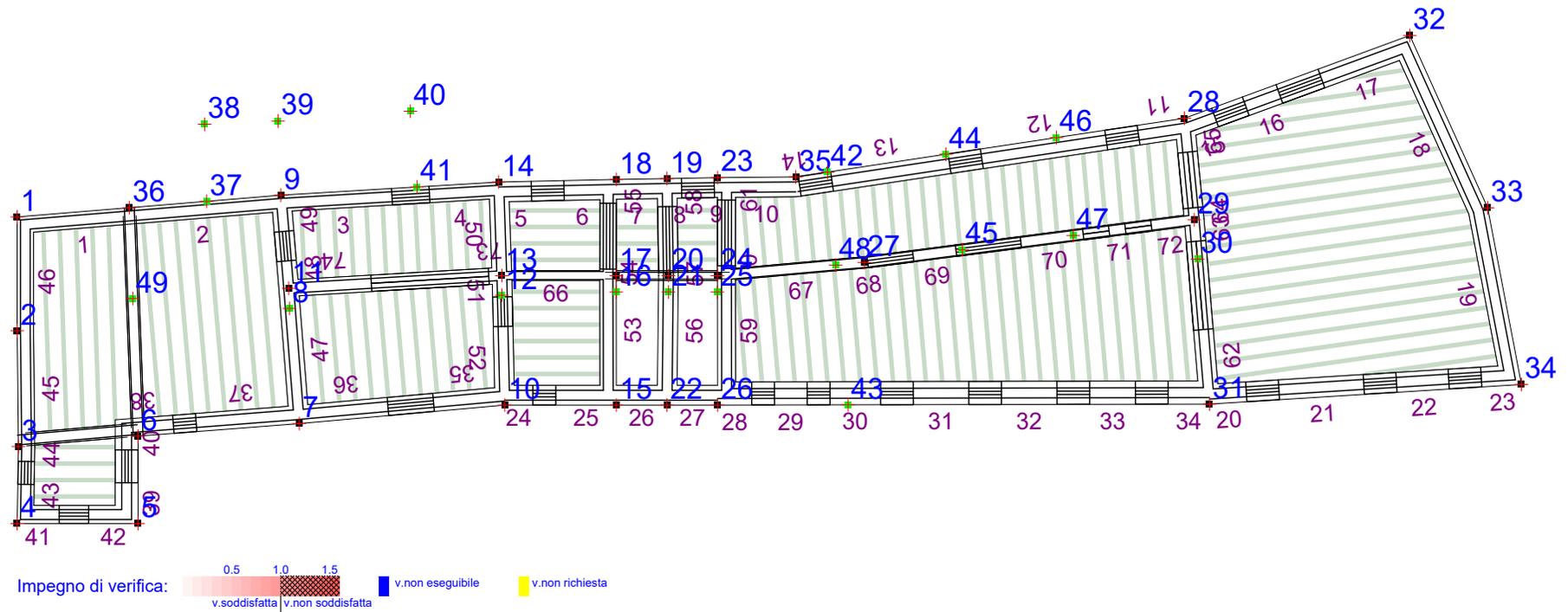
Verifica eccentricità longitudinale al piano 1

Scala 1:200



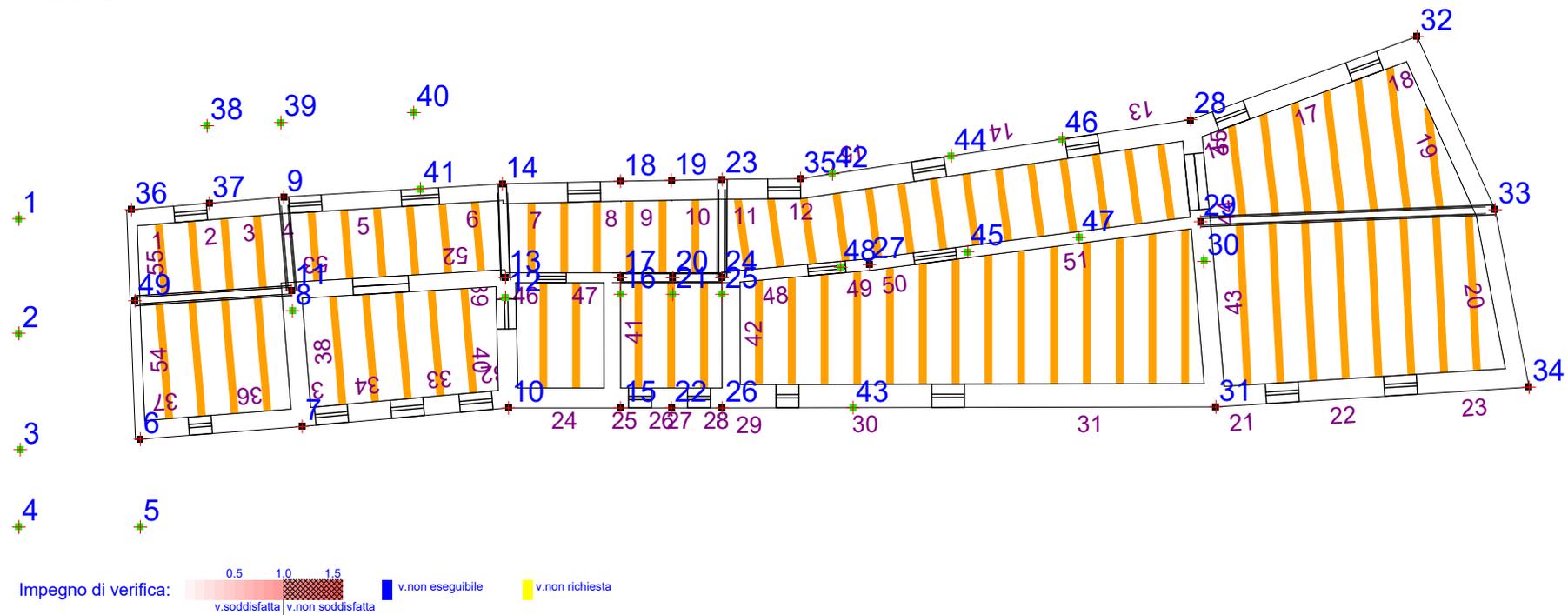
Verifica eccentricità longitudinale al piano 2

Scala 1:200



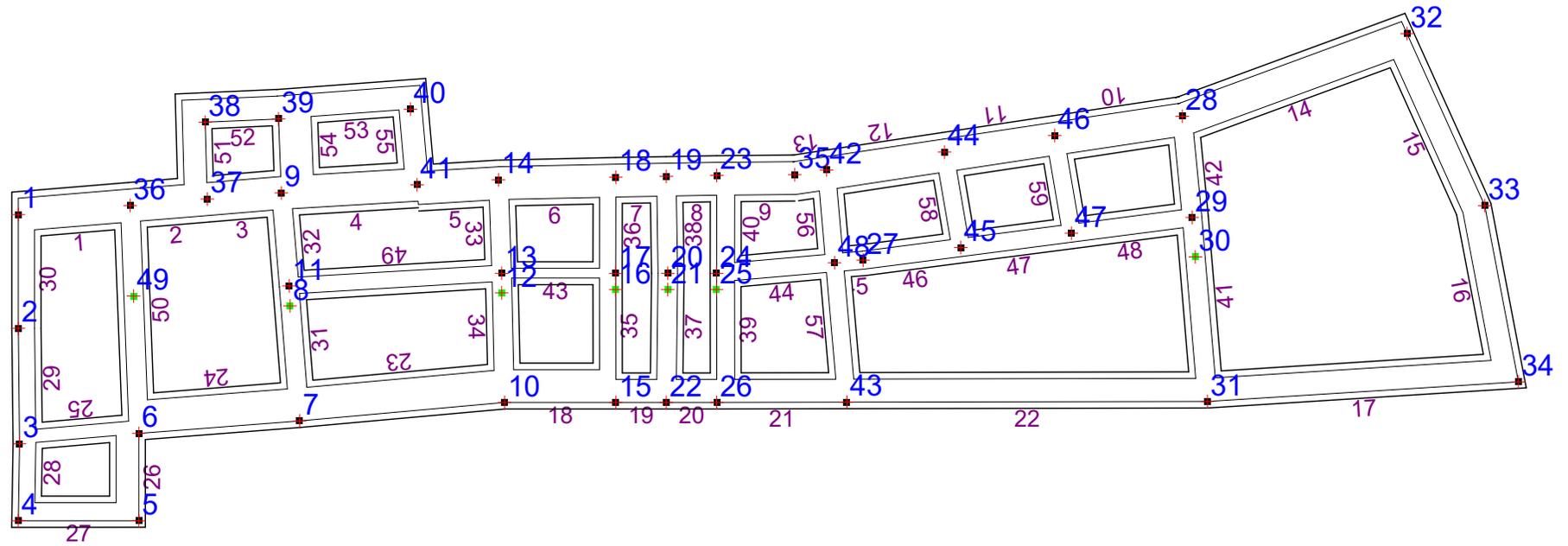
Verifica eccentricità longitudinale al piano 3

Scala 1:200



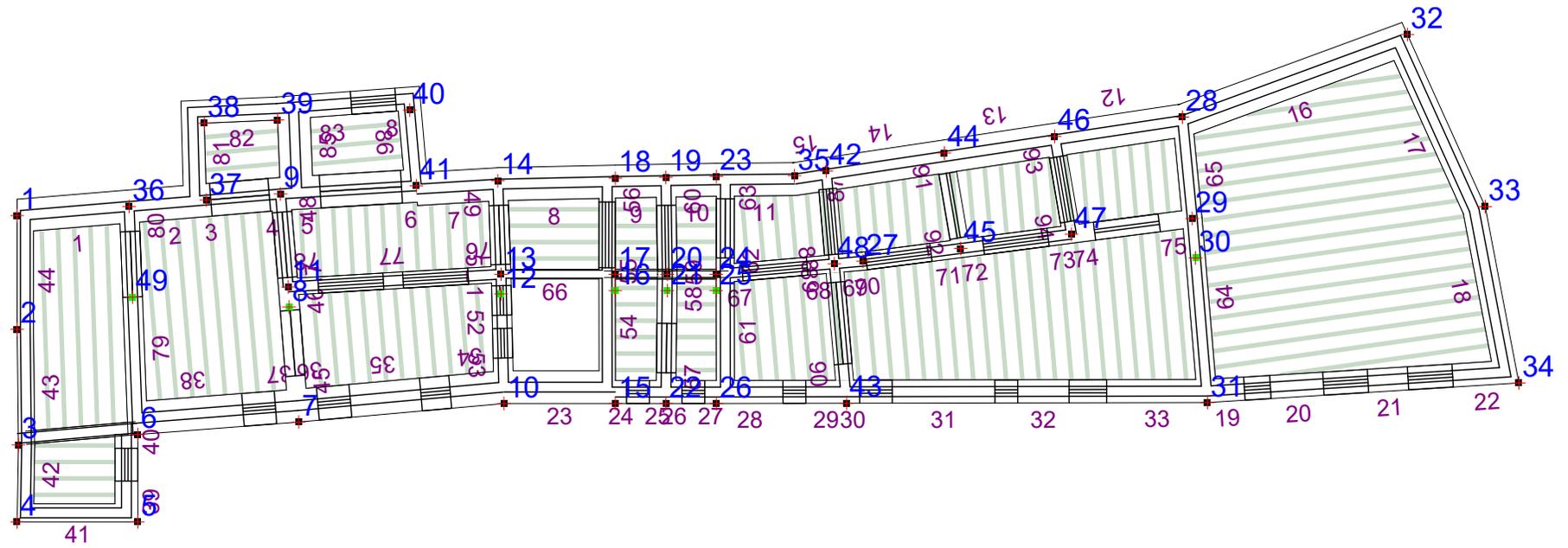
Verifica a taglio statica al piano 0

Scala 1:200



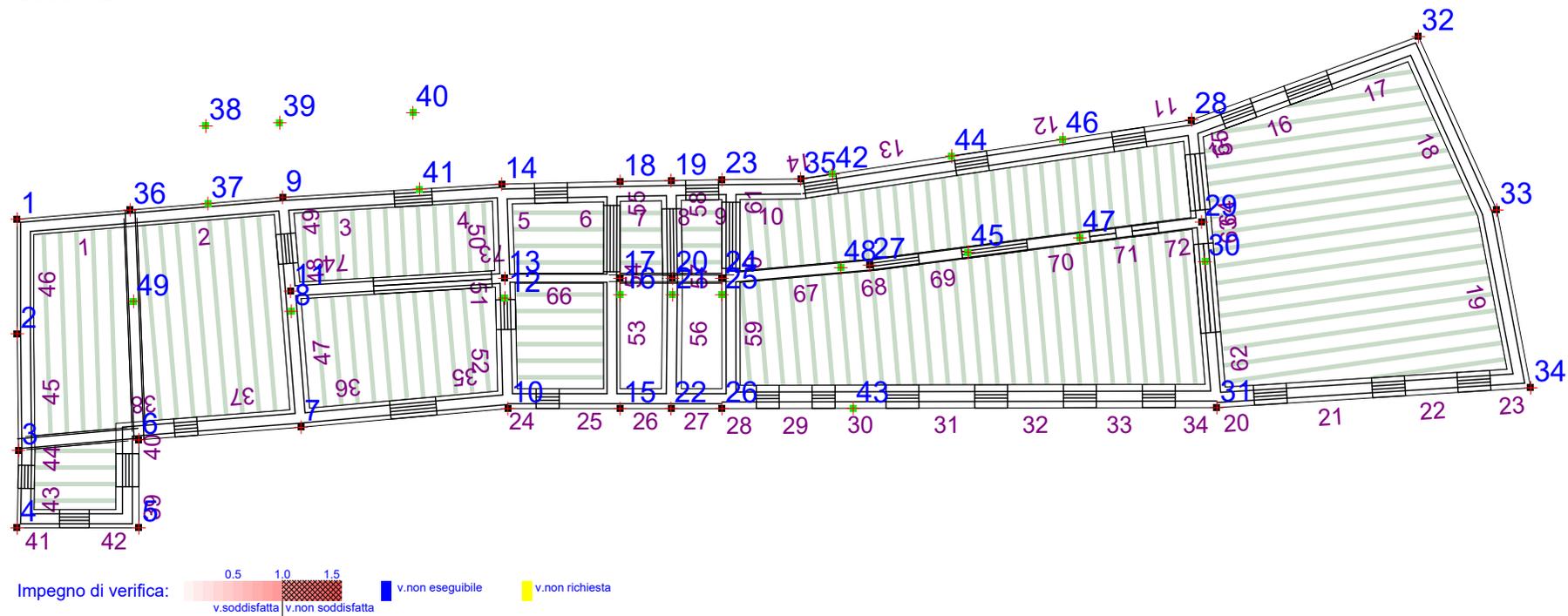
Verifica a taglio statica al piano 1

Scala 1:200



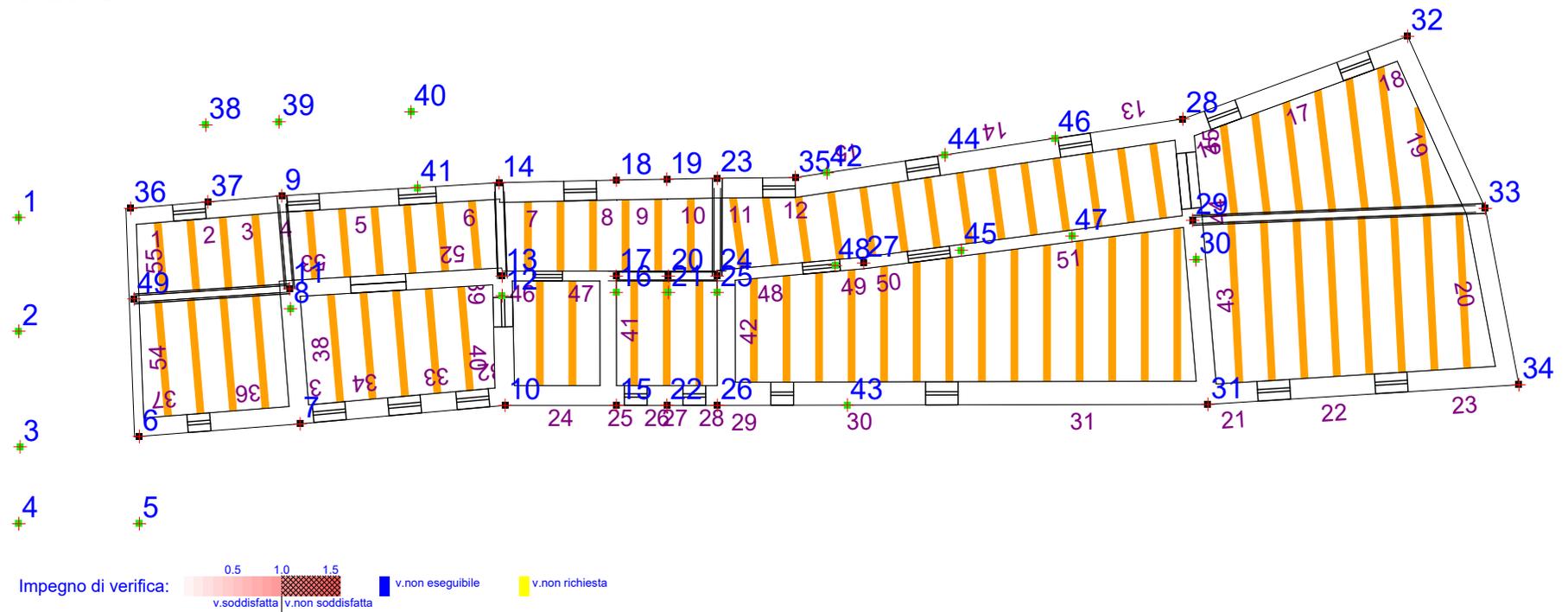
Verifica a taglio statica al piano 2

Scala 1:200



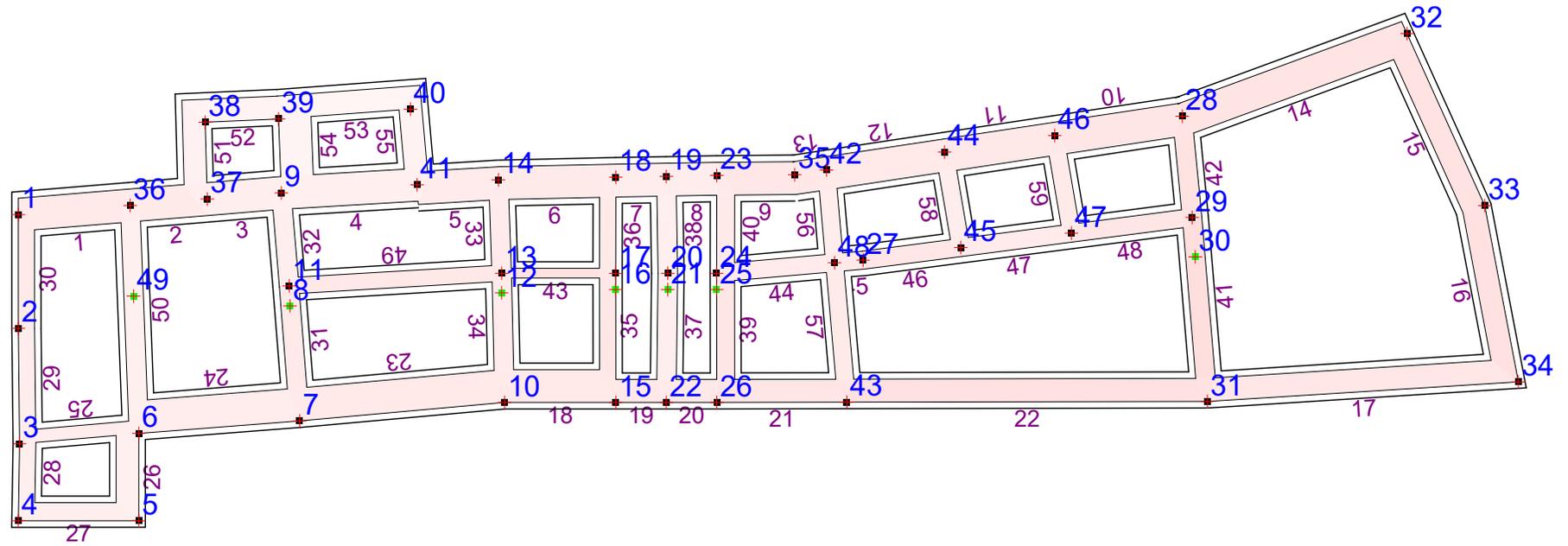
Verifica a taglio statica al piano 3

Scala 1:200



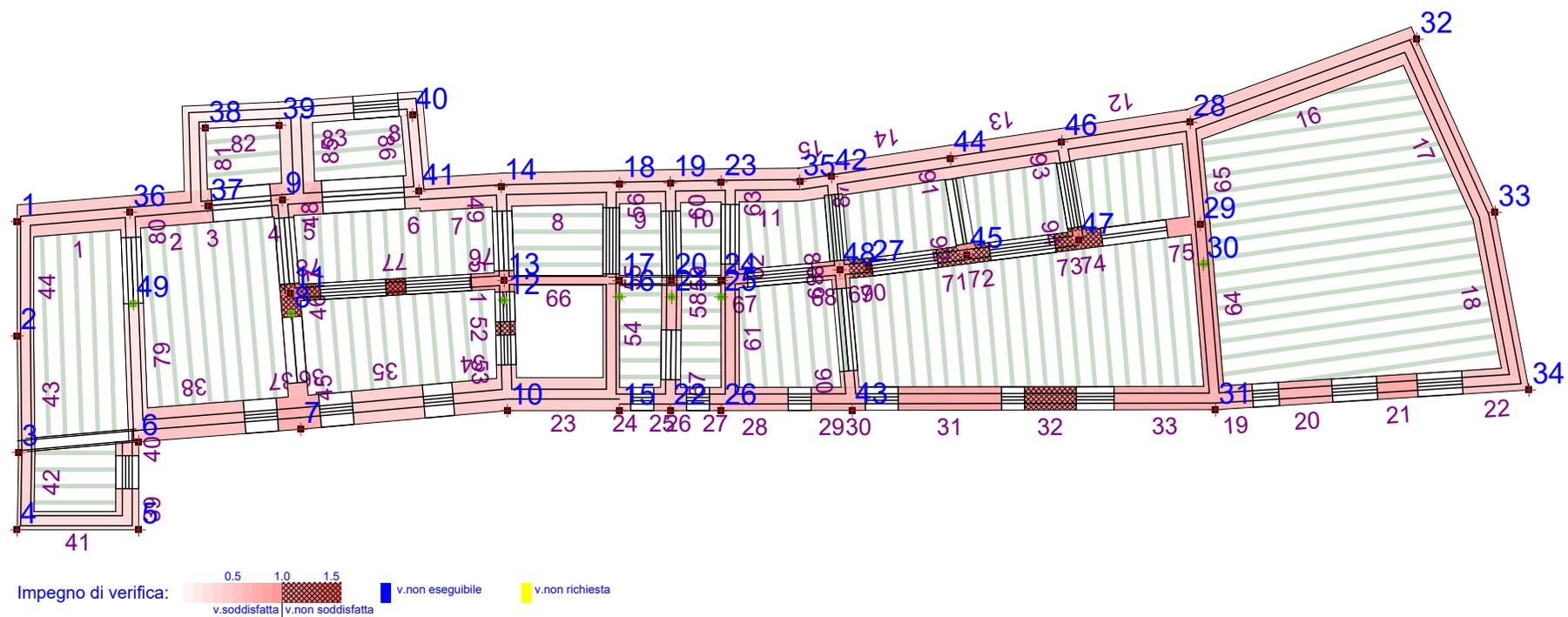
Verifica pressoflessione tras. statica al piano 0

Scala 1:200



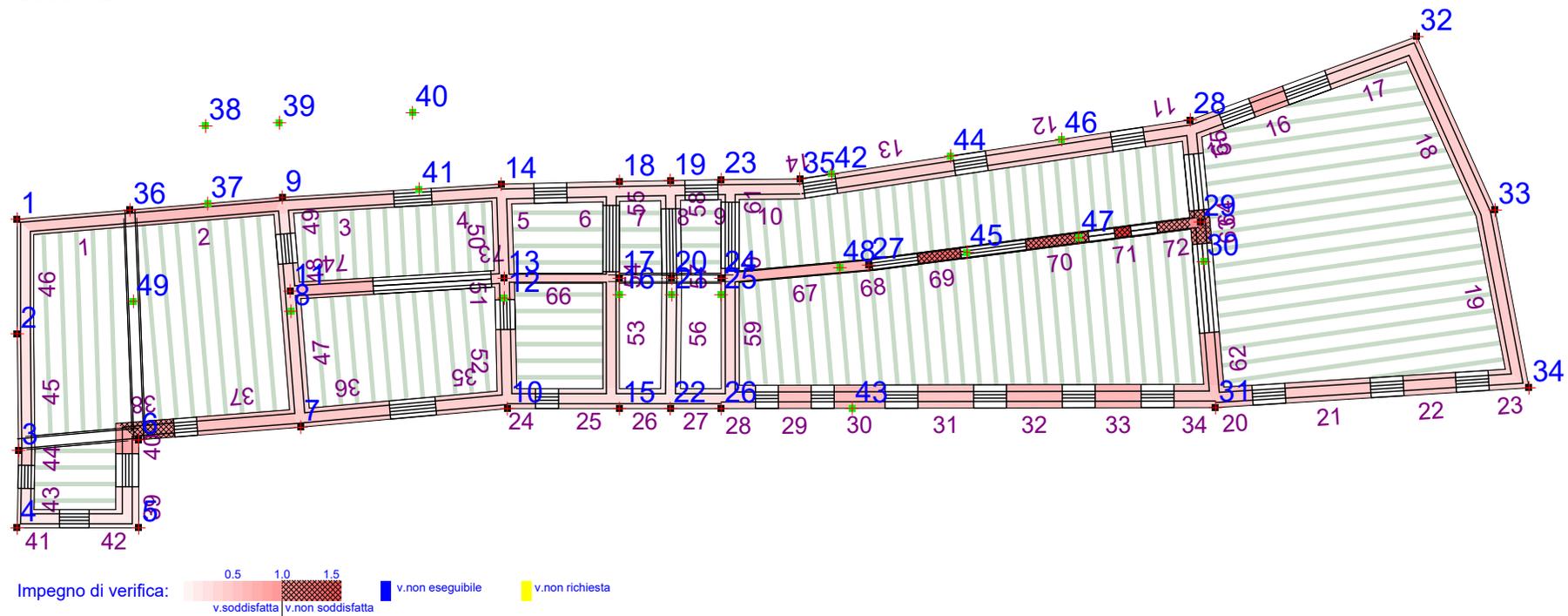
Verifica pressoflessione tras. statica al piano 1

Scala 1:200



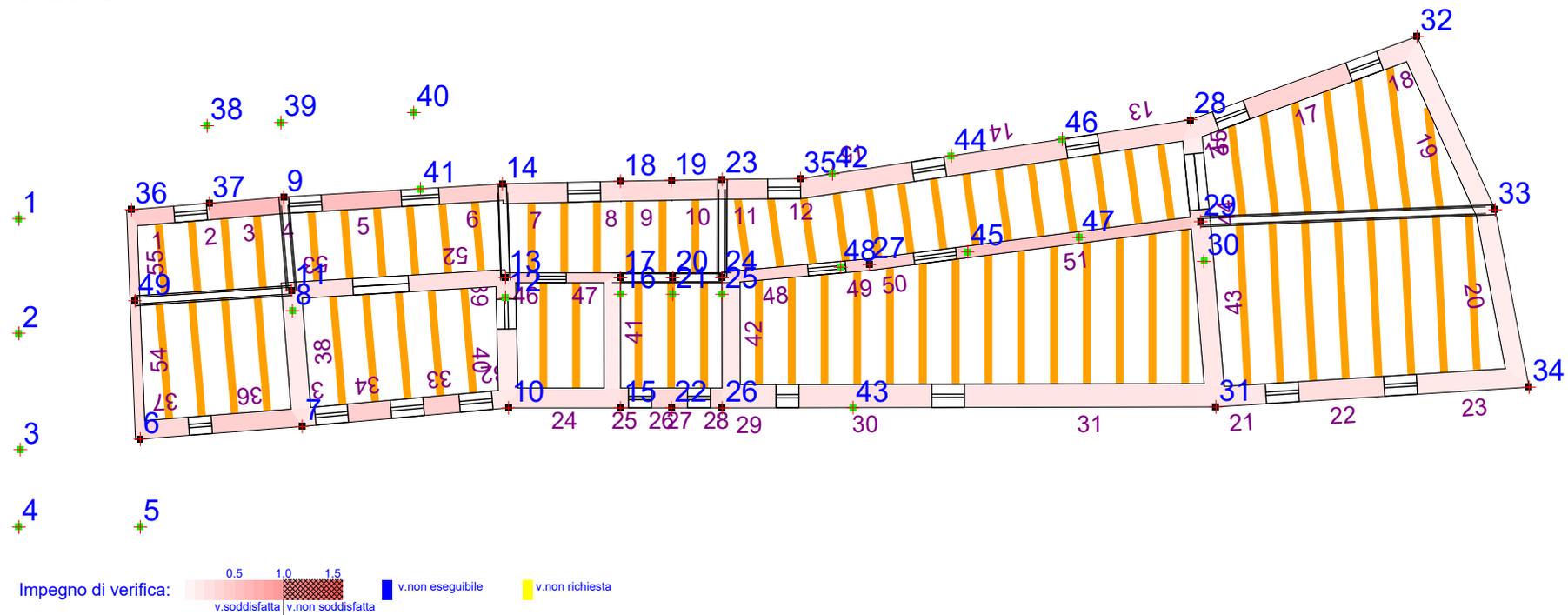
Verifica pressoflessione tras. statica al piano 2

Scala 1:200



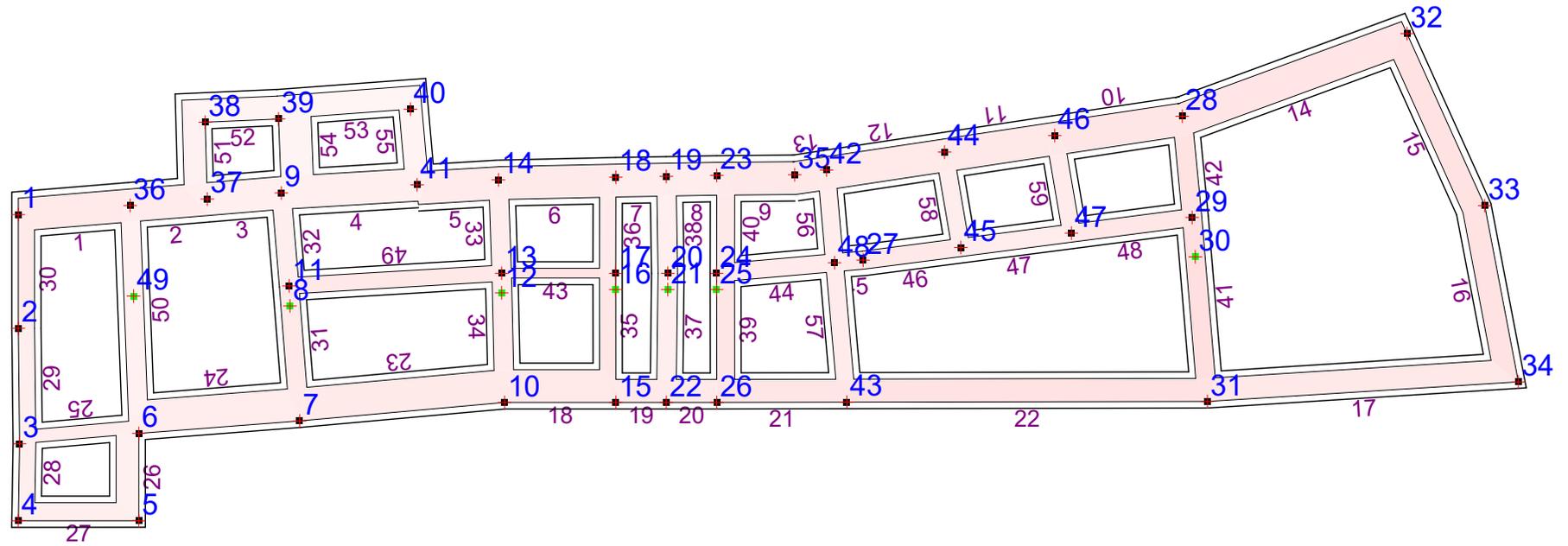
Verifica pressoflessione tras. statica al piano 3

Scala 1:200



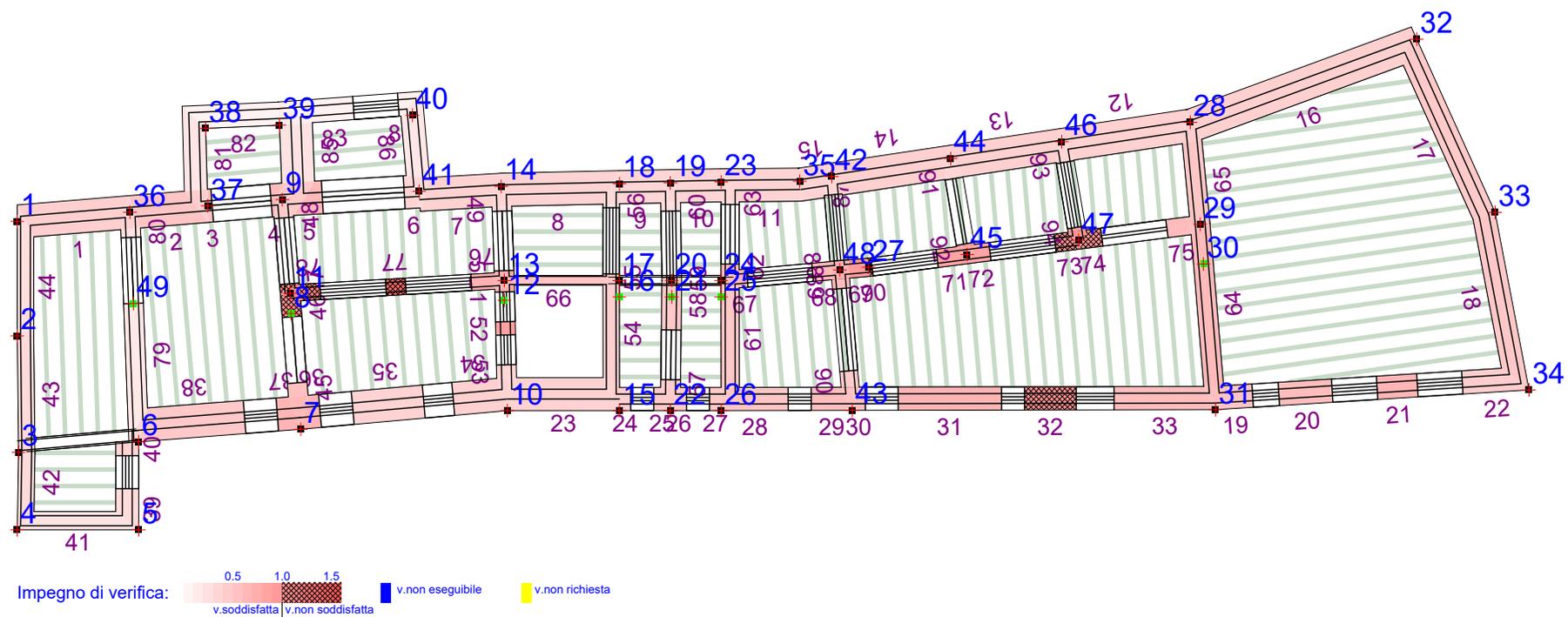
Verifica pressoflessione long. statica al piano 0

Scala 1:200



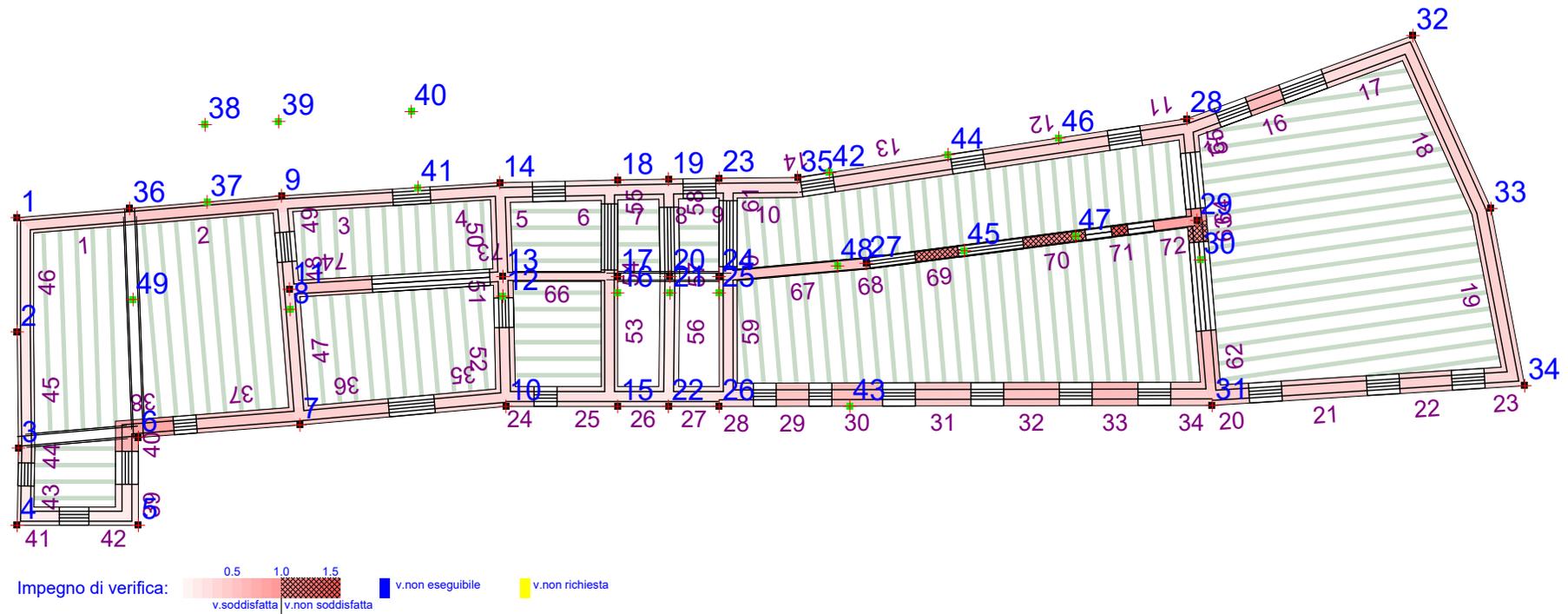
Verifica pressoflessione long. statica al piano 1

Scala 1:200



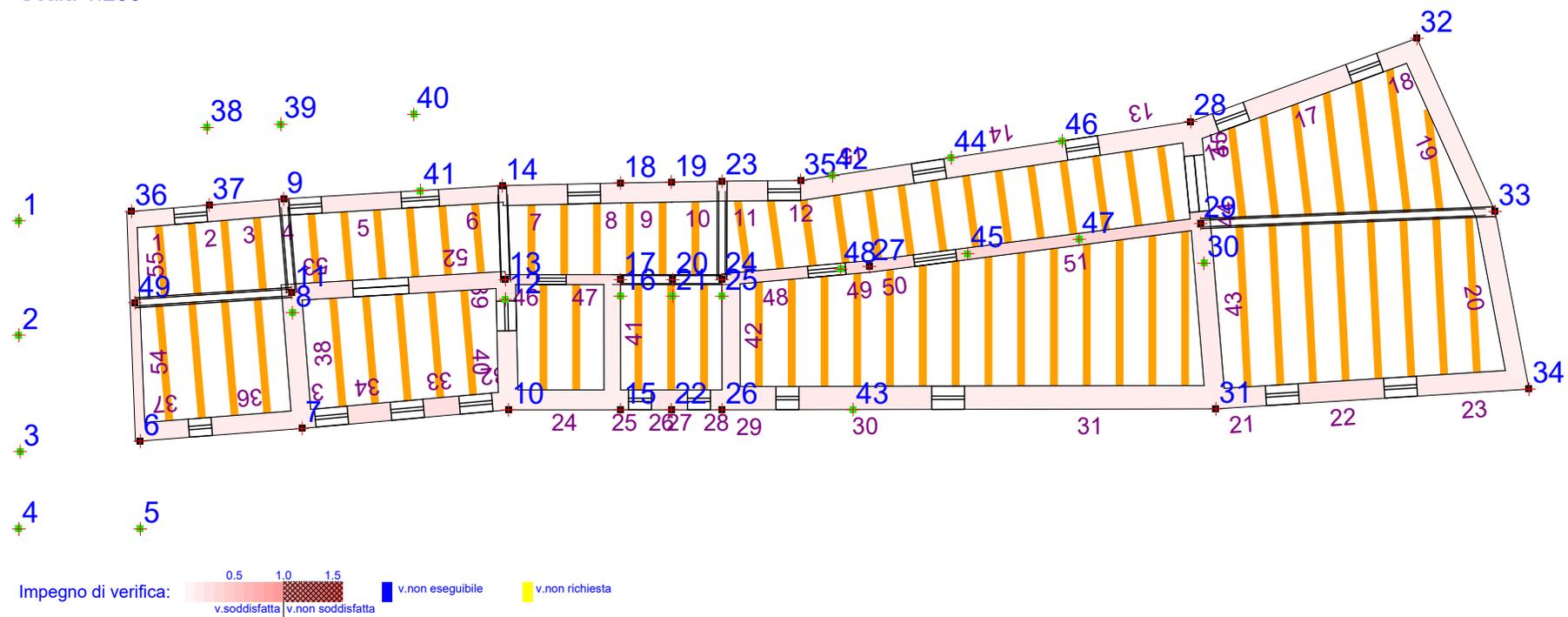
Verifica pressoflessione long. statica al piano 2

Scala 1:200



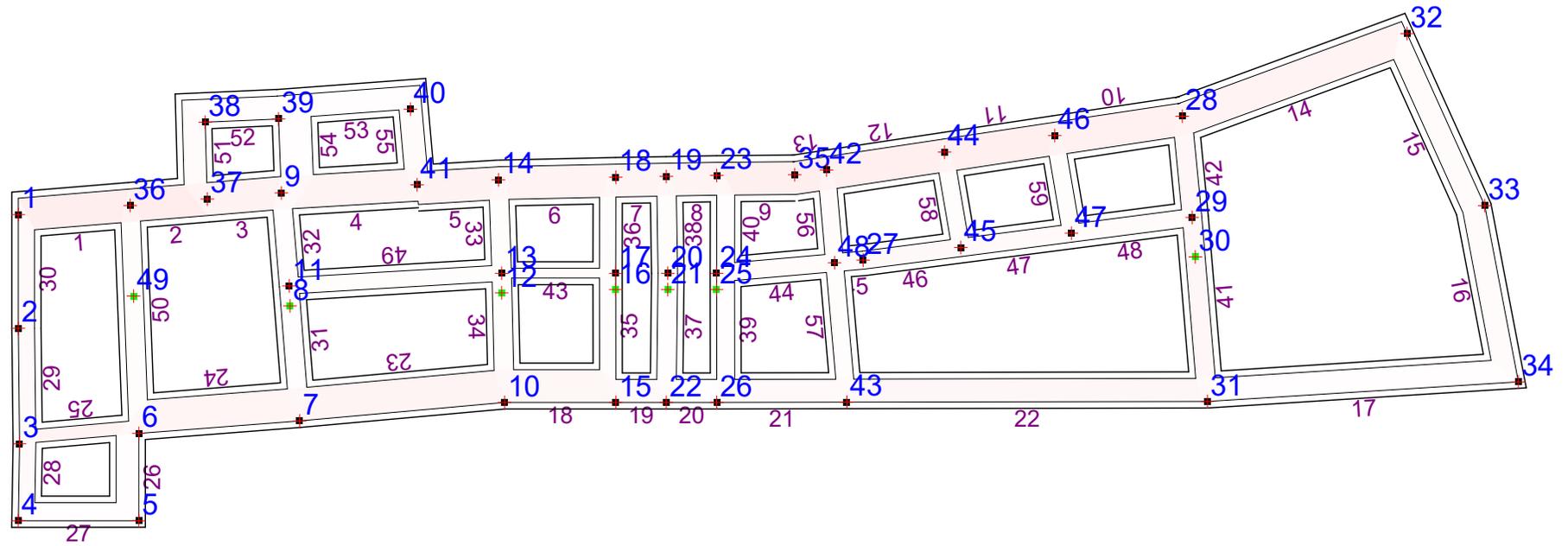
Verifica pressoflessione long. statica al piano 3

Scala 1:200



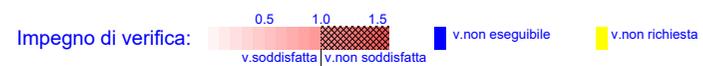
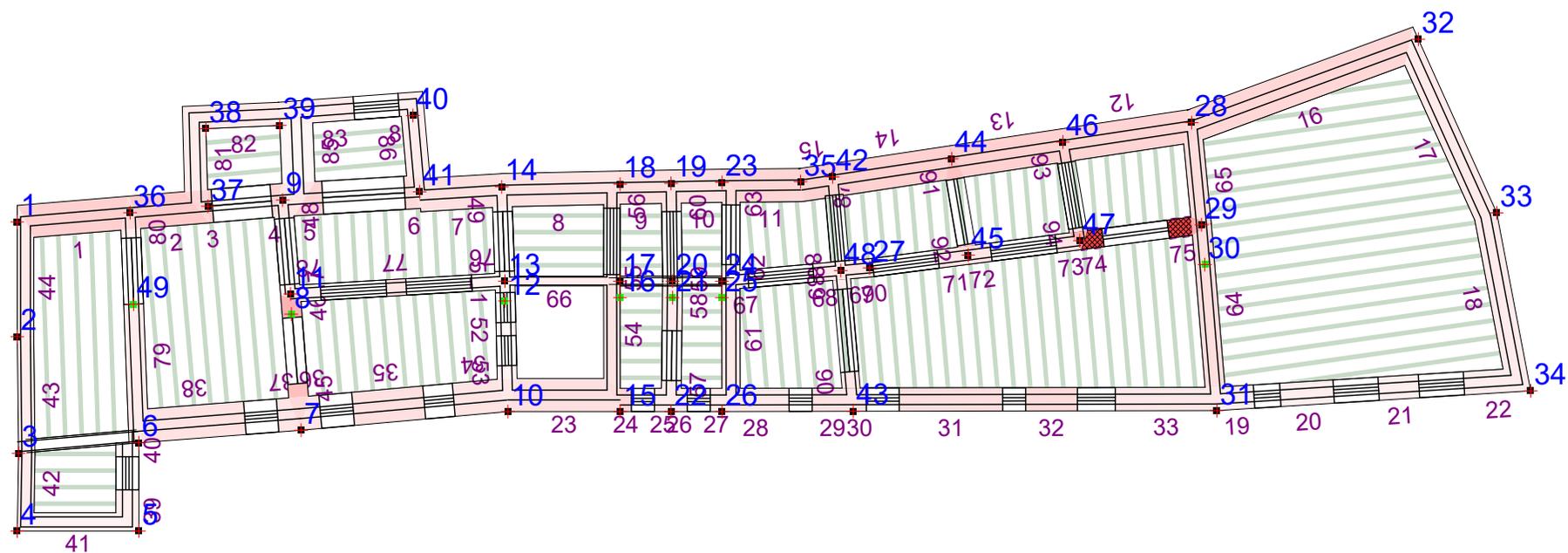
Verifica pressoflessione tras. sismica al piano 0

Scala 1:200



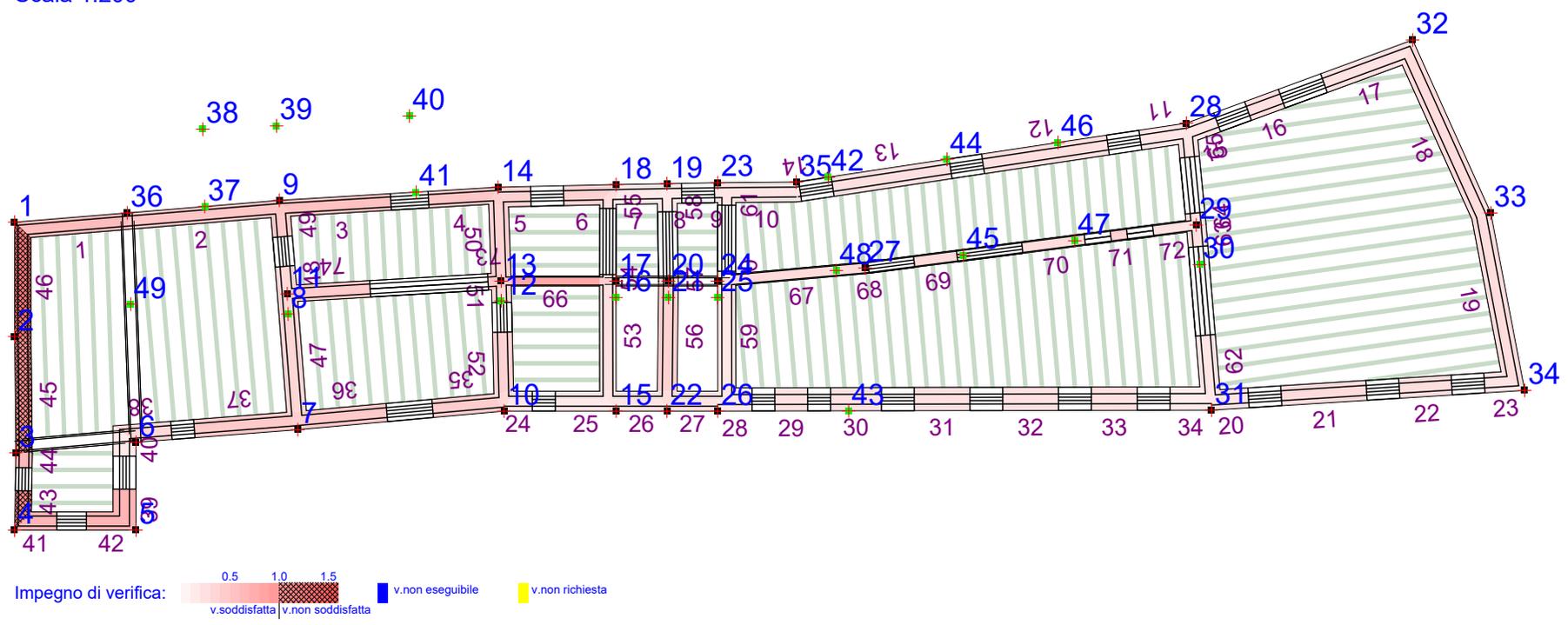
Verifica pressoflessione tras. sismica al piano 1

Scala 1:200



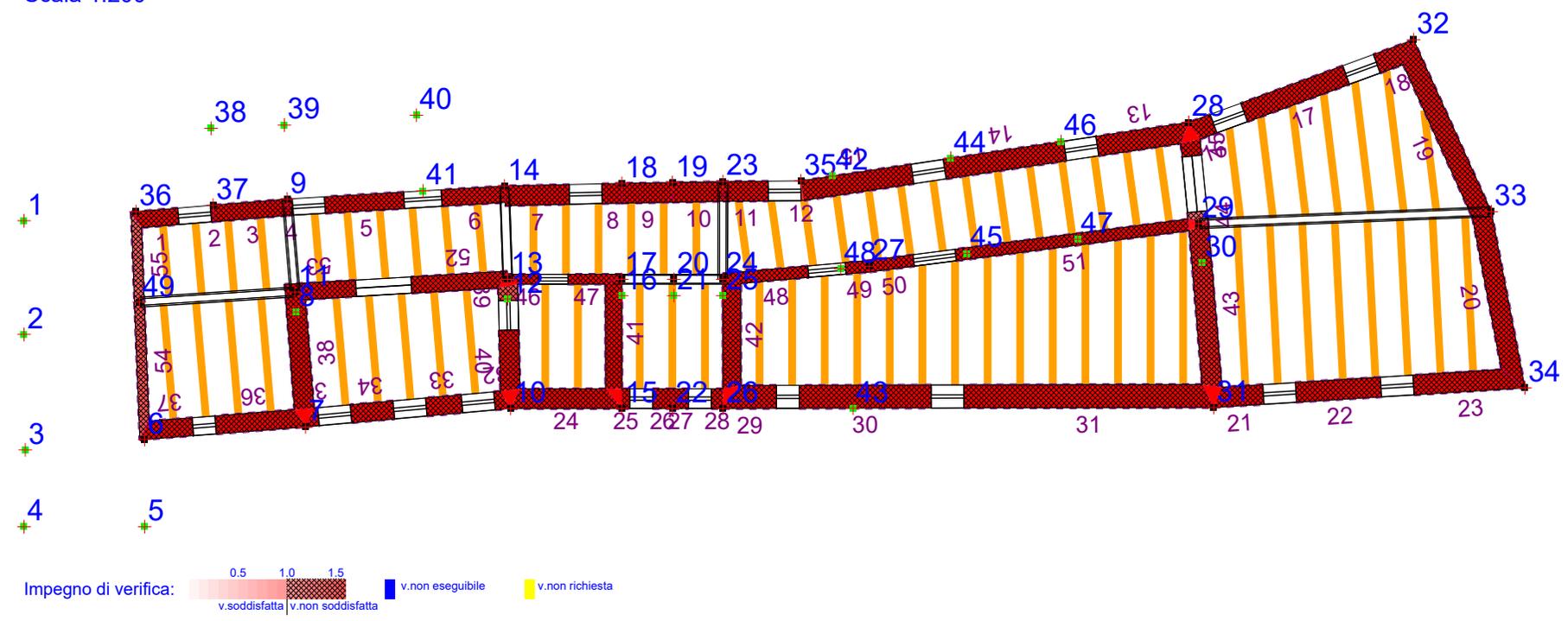
Verifica pressoflessione tras. sismica al piano 2

Scala 1:200



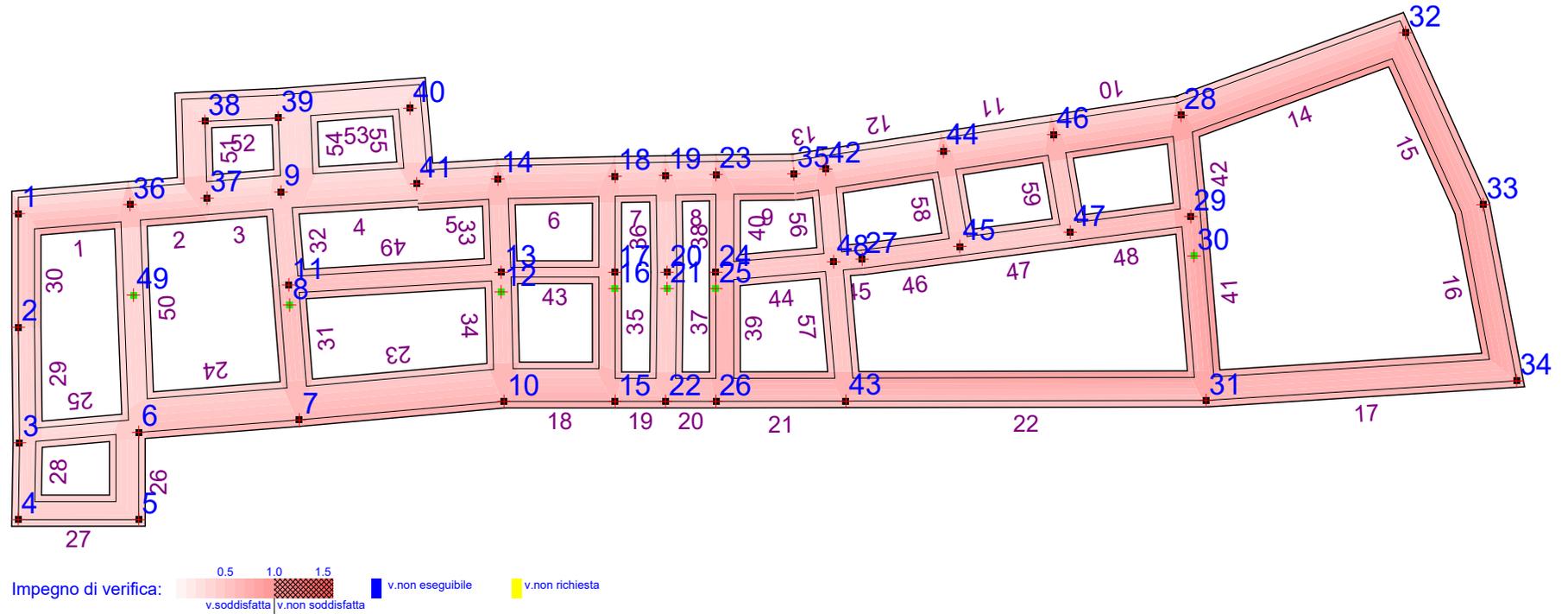
Verifica pressoflessione tras. sismica al piano 3

Scala 1:200



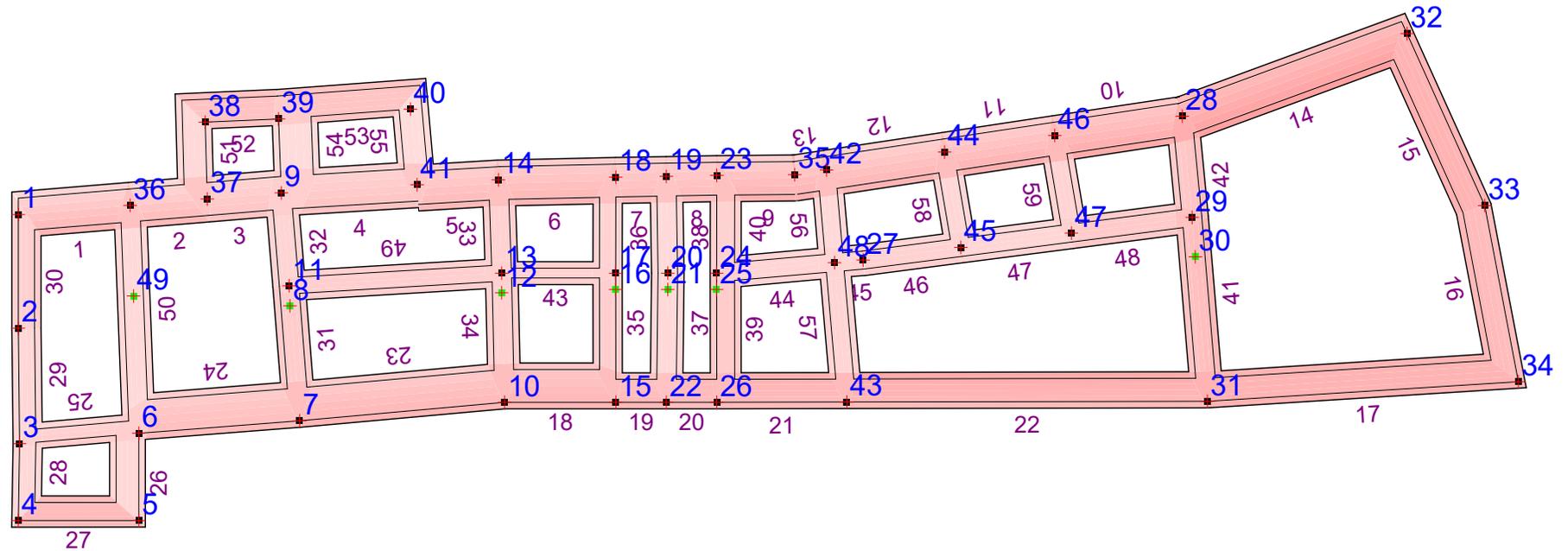
Verifica terreno di fondazione statica al piano 0

Scala 1:200



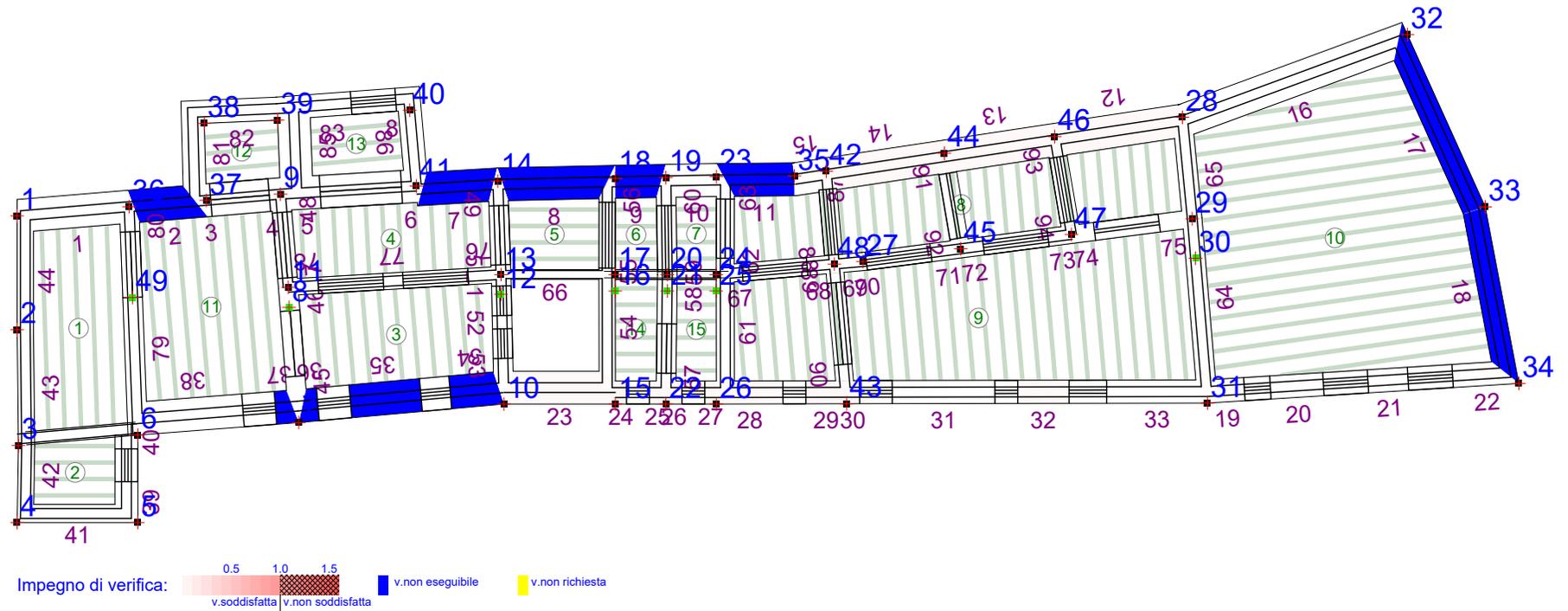
Verifica terreno di fondazione sismica al piano 0

Scala 1:200



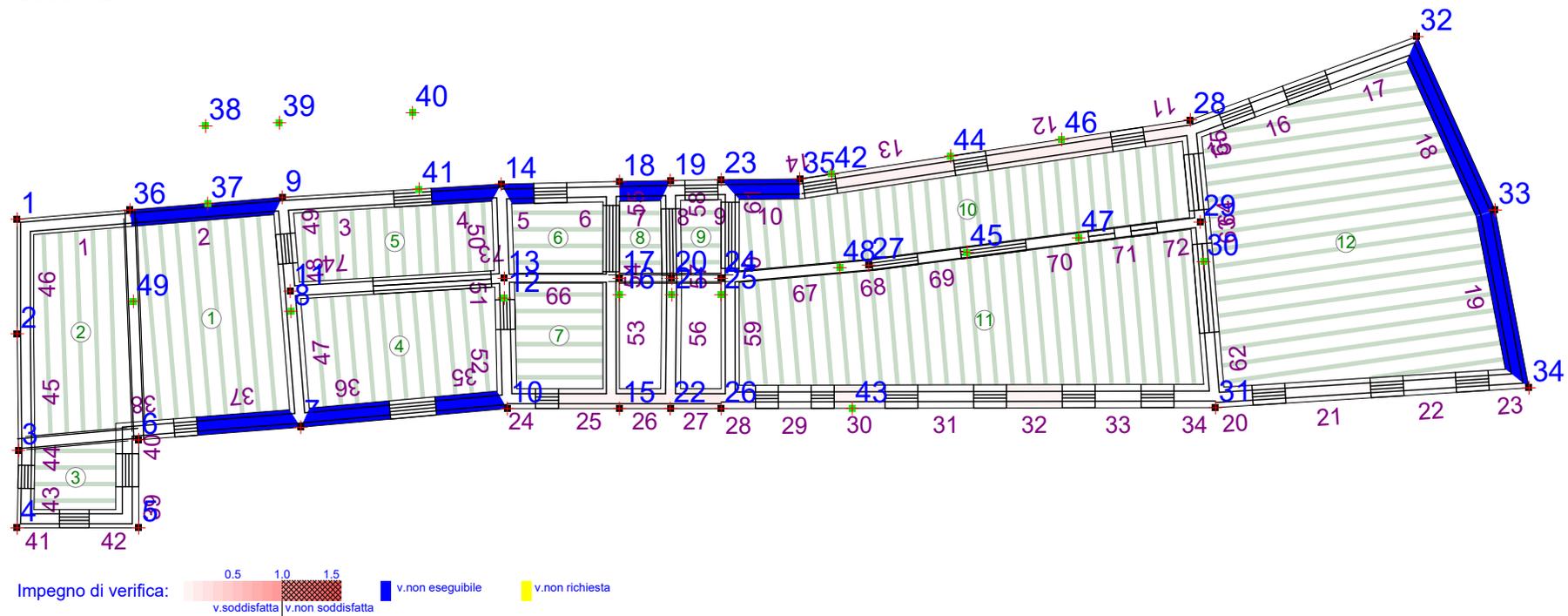
Verifica a ribaltamento statica al piano 1

Scala 1:200



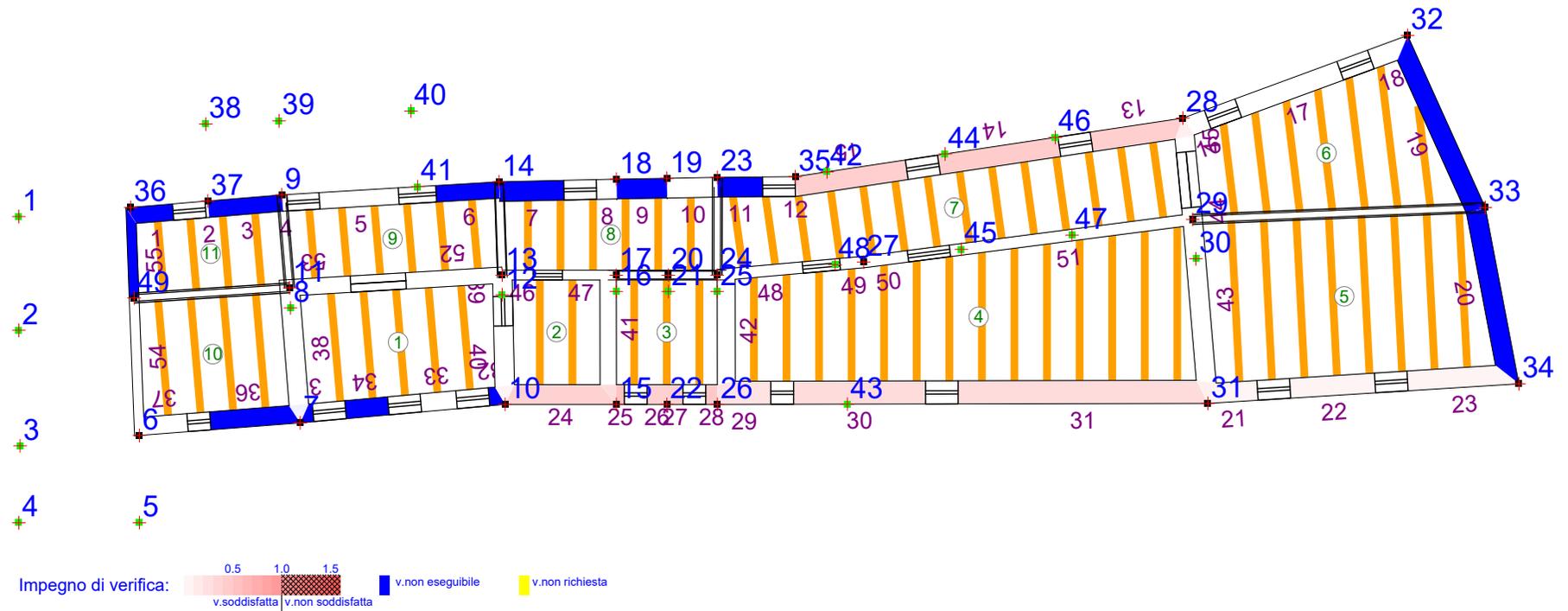
Verifica a ribaltamento statica al piano 2

Scala 1:200



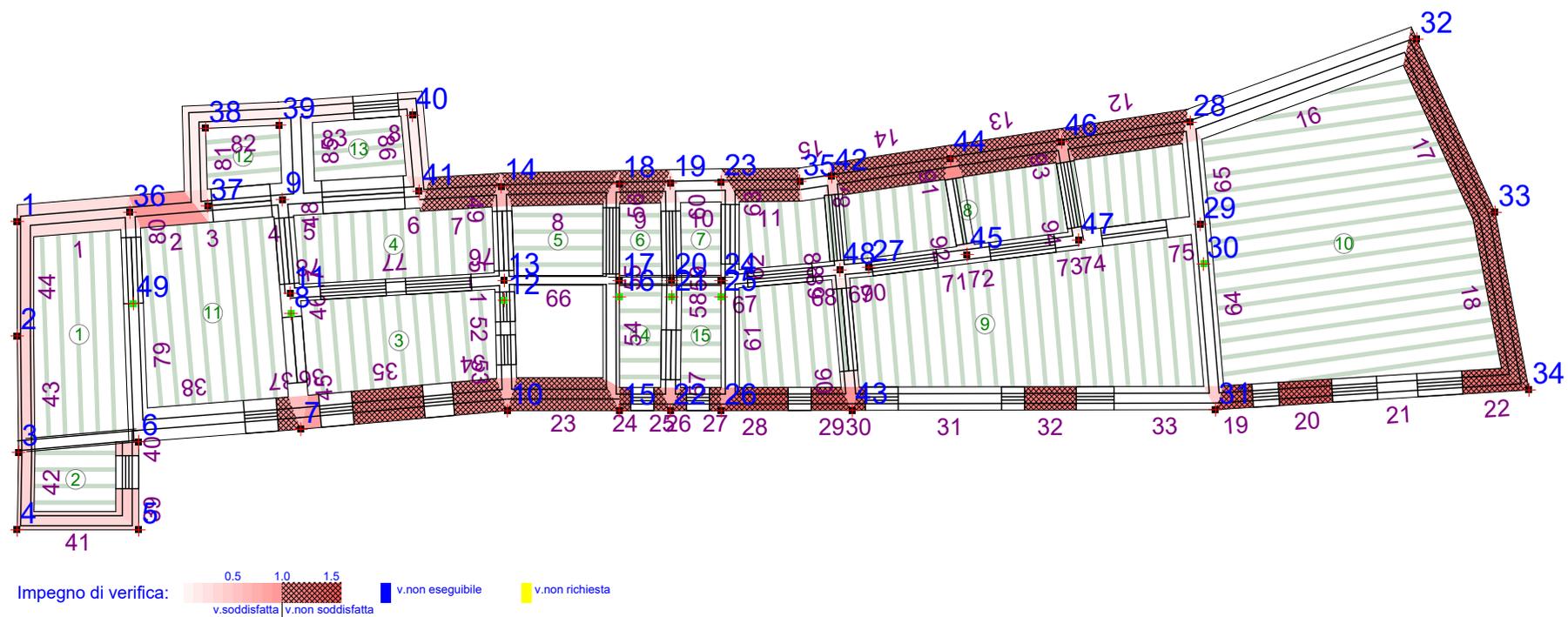
Verifica a ribaltamento statica al piano 3

Scala 1:200



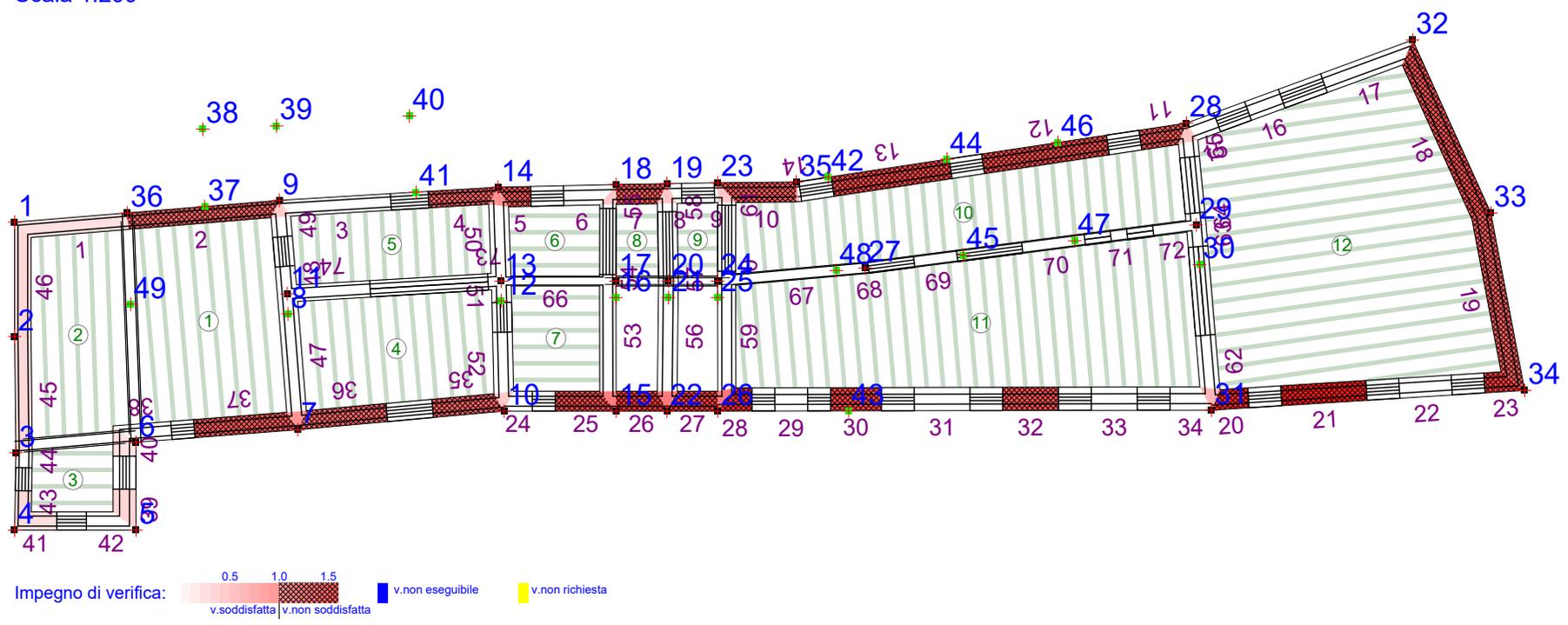
Verifica a ribaltamento sismica al piano 1

Scala 1:200



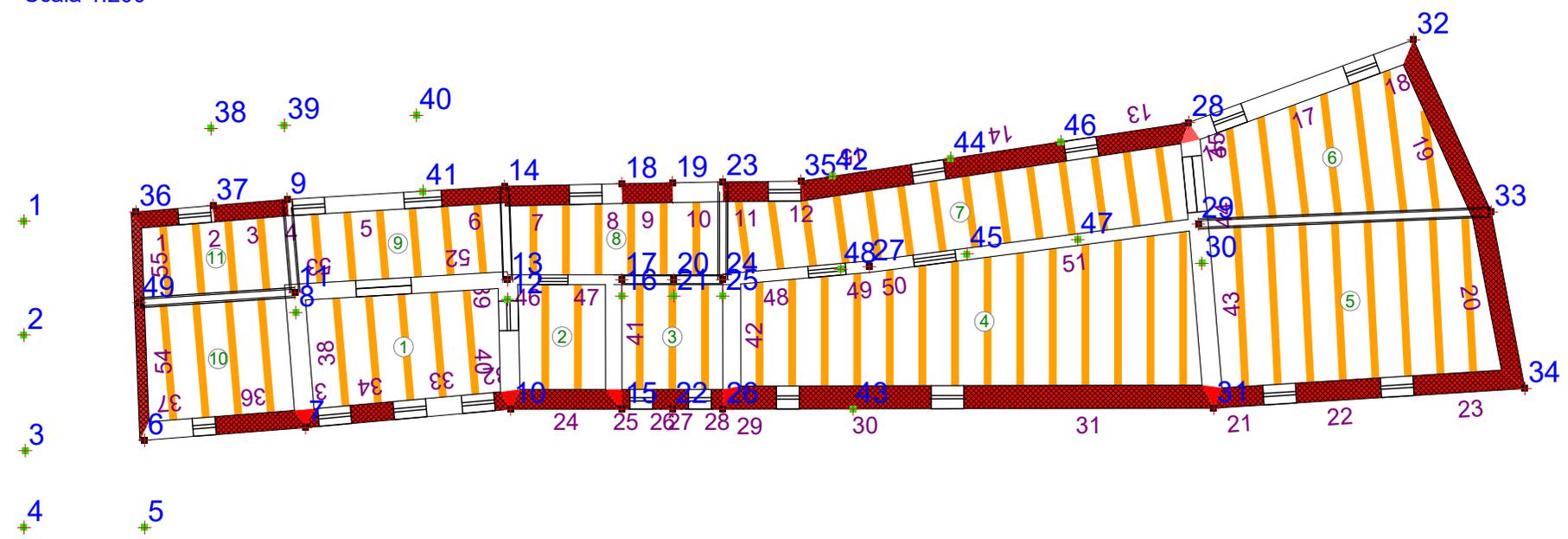
Verifica a ribaltamento sismica al piano 2

Scala 1:200



Verifica a ribaltamento sismica al piano 3

Scala 1:200



Impegno di verifica: 0.5 1.0 1.5
v.soddisfatta v.non soddisfatta v.non eseguibile v.non richiesta

Relazione di calcolo

Premessa

La seguente relazione riporta i risultati dei calcoli statici relativi all'edificio a struttura muraria Museo Sarnano composto da 3 piani in elevazione, oltre la fondazione, sito nel comune di Sarnano così come ottenuti dal tecnico responsabile dei calcoli Arch. Ermanno Antolini con l'uso del programma Por 2000 della Newsoft s.a.s. di Cosenza, programma specifico per l'analisi e la verifica di edifici multipiano in muratura.

Il programma Newsoft Por 2000 è diffuso su tutto il territorio nazionale ed è assistito dalla ditta produttrice. Il responsabile dei calcoli Arch. Ermanno Antolini ne è licenziatario registrato.

Riferimenti legislativi

L'analisi della struttura e le verifiche sugli elementi sono state condotte in accordo alle vigenti disposizioni legislative ed in particolare delle seguenti norme:

Legge n.1086 del 05/11/71

Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.

Legge n.64 del 02/02/74

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

D.M. del 17/01/18

Norme tecniche per le costruzioni (2018).

Sono state inoltre tenute presenti le seguenti referenze tecniche:

C.M. n.7 del 19/01/2019

Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni

Quadro complessivo delle verifiche eseguite

Sono eseguite tutte le verifiche richieste dalle Ntc18 per le costruzioni in muratura in assenza e in presenza di sisma, utilizzando il metodo degli stati limite.

La sicurezza sotto azione sismica è stata determinata con analisi statica non lineare, eseguita in accordo con le disposizioni contenute nelle Ntc18 e tenendo presenti le indicazioni fornite nelle relative istruzioni per l'applicazione, con riferimento agli stati limite di danno (Sld), di salvaguardia vita (Slv).

Il quadro complessivo delle verifiche svolte è il seguente:

Verifica della snellezza dei setti.

Verifica della eccentricità massima trasversale.

Verifica eccentricità massima longitudinale.

Verifica a taglio per azioni non sismiche.

Verifica a pressoflessione trasversale per azioni non sismiche.

Verifica a pressoflessione longitudinale per azioni non sismiche.

Verifica a pressoflessione trasversale per azioni sismiche.

Verifica pushover dello stato limite di danno.

Verifica pushover dello stato limite di salvaguardia vita.

Verifica del terreno di fondazione.

Verifica a ribaltamento.

Verifica dei collegamenti.

I carichi verticali sono stati computati mediante un cumulo progressivo degli scarichi dei solai ai piani, dei pesi propri delle murature, tenendo conto dell'influenza dei disassamenti prodotti da riseghe di spessore, dei meccanismi di trasmissione degli scarichi in corrispondenza delle aperture ed infine dei sovrasforzi generati dal sisma.

Nella valutazione degli sforzi normali si è tenuto conto dell'azione non contemporanea dei carichi accidentali riducendo il carico accidentale gravante ai piani sovrastanti; si è assunto un fattore riduttivo del 0% per il piano immediatamente sovrastante a quello considerato e del 15% per i piani superiori.

Le combinazioni di carico considerate sono le seguenti:

Statica locale: rappresentativa della combinazione di stato limite ultimo per le verifiche locali in assenza di sisma a pressoflessione trasversale, pressoflessione e taglio longitudinale, a ribaltamento;

Statica fondazioni: rappresentativa della combinazione di stato limite ultimo per le verifiche sul terreno di fondazione in assenza di sisma;

Sismica locale: rappresentativa della combinazione di stato limite ultimo per le verifiche locali in presenza di sisma a pressoflessione trasversale e a ribaltamento;

Sismica fondazioni: rappresentativa della combinazione di stato limite ultimo per le verifiche sul terreno di fondazione in presenza di sisma;

Sismica pushover: rappresentativa della combinazione dei carichi statici considerata nell'analisi sismica pushover, nella quale le azioni statiche così determinate sono mantenute costanti e si esegue un processo di carico incrementale sull'azione sismica, nel corso del quale si controllano le condizioni che determinano il raggiungimento degli stati limite di interesse.

Gli involuppi delle azioni sono eseguiti combinando linearmente le azioni di carico, mediante fattori di involuppo assunti in valore minimo e in valore massimo. In particolare i fattori di involuppo per una particolare azione si ottengono come prodotto fra un fattore riduttivo ψ dipendente dal tipo di azione e un fattore γ dipendente dalla combinazione e dal tipo di azione considerata (permanente, variabile, sismica) e per il quale sono previsti valori minimo e massimo, da considerare in maniera indipendente.

Con tali regole di involuppo si determinano i valori estremi di variabilità (minimo-massimo) delle grandezze involuppate e per entrambi tali valori vengono eseguite le verifiche.

Nel seguente tabulato i fattori ψ e γ utilizzati sono riportati rispettivamente nelle tabelle delle Azioni di carico e delle Combinazioni di carico.

In accordo con le disposizioni della normativa, per le costruzioni in muratura non sono richieste verifiche nei confronti degli stati limite di esercizio, quando siano soddisfatte le verifiche per gli stati limite ultimi.

Parametri sismici del sito

In funzione della classe d'uso dell'edificio, sono stati considerati i seguenti stati limite di verifica, per i quali la normativa fissa l'azione sismica con una data probabilità di superamento, in un periodo di riferimento dipendente dal tipo e dalla classe d'uso della costruzione:

-Sl_d: Stato limite di Danno sismico (probabilità di superamento 63%)

-Sl_v: Stato limite di Salvaguardia della vita (probabilità di superamento 10%)

Per ciascuno degli stati limite indicati sono stati valutati i periodi di ritorno dell'azione sismica, tenendo conto della probabilità di superamento prescritta dalla norma e ricavando il periodo di riferimento per l'azione sismica in base al tipo di costruzione e alla classe d'uso.

In funzione dei periodi di ritorno e delle coordinate geografiche del sito, si valutano infine i parametri di pericolosità sismica per gli stati limite di interesse, estrapolando i valori dalle tabelle allegate alla normativa.

In particolare, l'edificio è posto in zona sismica II.

Il tipo di costruzione è ordinario, la classe d'uso è la II (normale) e la muratura prevalente è di tipo ordinaria. Le caratteristiche del suolo di fondazione corrispondono alla categoria stratigrafica C e alla categoria topografica T1.

Si valuta per l'edificio una vita nominale di 50 anni e un periodo di riferimento per l'azione sismica di 50 anni.

Per lo stato limite di Danno sismico (Sl_d) sono stati considerati i seguenti parametri di pericolosità:

-Periodo di ritorno dell'azione sismica [anni]: 50

-Accelerazione orizzontale massima al suolo [g]: 0,091

-Fattore di amplificazione per spettro orizzontale: 2,40

-Periodo spettrale di riferimento [s]: 0,28

Per lo stato limite di Salvaguardia della vita (Sl_v) sono stati considerati i seguenti parametri di pericolosità:

-Periodo di ritorno dell'azione sismica [anni]: 475

-Accelerazione orizzontale massima al suolo [g]: 0,250

-Fattore di amplificazione max per spettro orizzontale: 2,40

-Periodo spettrale di riferimento [s]: 0,34

In base ai parametri di pericolosità sismica sono stati definiti gli spettri sismici di progetto per la componente orizzontale e verticale in corrispondenza degli stati limite di interesse. La definizione completa degli spettri di risposta è riportata nell'omonima

tabella nella sezione dei risultati globali di analisi, nel seguito del presente tabulato.

Modellazione e verifica sismica

Il modello strutturale dell'edificio assume come ipotesi di base che i maschi murari abbiano un comportamento tipo shear-type, ovvero abbiano rotazioni al piede e in testa impedito e che il loro spostamento in pianta sia descrivibile come roto-traslazione rigida.

La prima ipotesi è generalmente accettabile ai fini tecnici quando sussiste fra le pareti un sufficiente grado di ammassamento tale da garantire un comportamento scatolare dell'insieme. In queste condizioni infatti, la presenza dei muri trasversali limita notevolmente la rotazione delle sezioni terminali delle murature, rendendo plausibile l'ipotesi di rotazioni impedito al piede e in testa. Inoltre, nel caso di setti adiacenti ad aperture, la deformabilità del collegamento può essere messa in conto, come in effetti si fa nel programma, attraverso un appropriato trattamento del nodo a dimensione finita.

Per quanto riguarda la seconda ipotesi, questa non discende dalla presenza di solai di piano sufficientemente rigidi da impedire la deformazione in pianta della struttura, in quanto nel caso specifico delle murature la rigidità dei solai, anche se realizzati in laterocemento, resta pur sempre bassa se comparata a quella della muratura portante, ma discende anch'essa dal comportamento scatolare dell'edificio. Se i muri sono validamente ammassati negli incroci, la pianta di un edificio murario può essere assimilata ad una sezione pluriconnessa e quindi manifesta una forte rigidità torsionale, anche in assenza di solai.

In questo contesto, la risposta ad una spinta orizzontale lungo un setto non produce effetti solo locali, ma porta ad una collaborazione dell'insieme dei setti, che si manifesta con una roto-traslazione dell'insieme e pertanto gli spostamenti in pianta risultano tali da poter essere decritti con buona approssimazione tramite un moto rigido del solaio.

La validità di entrambe le ipotesi resta ovviamente legata ad un pieno ammassamento agli incroci murari e ad una corretta realizzazione delle aperture, requisiti essenziali piuttosto comuni nelle costruzioni murarie. In tal caso le ipotesi forniscono un buon compromesso fra semplicità di analisi ed accuratezza di modellazione e sono accettabili ai fini tecnici, specie se si considera anche il livello delle approssimazioni coinvolte negli altri aspetti della modellazione (identificazione dei parametri elastici e di resistenza delle murature, valutazione dello stato di degrado ed altro).

Si può anche osservare che, all'estremo opposto, una modellazione apparentemente più sofisticata, che veda pareti separate trattate come strutture intelaiate, porterebbe a trascurare del tutto gli effetti legati alla rigidità torsionale della cassa muraria, con ciò perdendo l'aspetto forse più importante del comportamento della struttura.

L'analisi sismica è eseguita in campo statico non lineare, secondo una strategia incrementale push-over, considerando due diverse distribuzioni delle forze sismiche: una distribuzione lineare sull'altezza e una distribuzione proporzionale alle masse di piano, e facendo variare l'angolo di incidenza del sisma da 0 a 360 gradi secondo una scansione predefinita, tale da campionare in modo esauriente la risposta strutturale sotto sisma.

Inoltre, è stata eseguita una analisi dinamica modale in campo lineare, per determinare i modi di vibrazione dell'edificio e per valutare quindi le percentuali di massa eccitata sui singoli modi di vibrare, prodotte da ogni scansione sismica considerata nell'analisi statica non lineare, variabili in direzione e nella distribuzione delle forze sull'altezza.

Nel caso in esame, è stata adottata una scansione di incidenza sismica di 45 gradi. Sono state quindi eseguite analisi per 8 direzioni sismiche, ripetute per due diverse distribuzioni di forze sull'altezza.

Nell'ambito di una singola analisi si segue una tecnica incrementale che consiste nell'aumentare gradualmente il carico sismico e di controllare, in ogni passo di carico, il livello tensionale e deformativo raggiunto nei maschi.

La soluzione incrementale è ottenuta imponendo l'equilibrio tra il tagliante di piano, quale risultante delle forze sismiche cumulate sino al piano considerato, e la risultante degli sforzi di taglio distantesi in ciascun maschio, ottenuti in funzione dello scorrimento di interpiano e del legame elasto-plastico ad essi associato.

In particolare, il contributo dei maschi è limitato dalle resistenze ultime a taglio e a pressoflessione longitudinale e si annulla quando lo spostamento raggiunge il corrispondente valore ultimo. Il tipo di crisi sarà da presso-flessione o da taglio, in funzione dei rapporti di rigidità e di resistenza fra le due risposte. Quando ciò avviene, il maschio è dichiarato collassato e non dà più alcun contributo nei passi di carico successivi. Nel corso del processo vengono registrati in continuo i valori raggiunti per il tagliante sismico e lo spostamento orizzontale di riferimento, in modo da costruire per ogni direzione sismica la curva di equilibrio forze-spostamenti. L'analisi si conclude quando si raggiunge lo stato limite di collasso, definito dalle condizioni indicate nella normativa.

Nella analisi pushover condotta intervengono i valori di resistenza e di duttilità dei maschi murari. I valori resistenti sono relativi alla risposta a taglio e a pressoflessione dei maschi e si ottengono in base alle caratteristiche meccaniche delle murature tenendo conto dell'effetto riduttivo del fattore di confidenza. I valori limiti di calcolo della duttilità si ottengono dai valori assegnati

al tipo muratura, in base alle indicazioni di normativa, che definiscono i valori per lo stato limite di danno e per gli stati limiti ultimi di collasso a taglio e a pressoflessione longitudinale.

Per tener conto inoltre di possibili effetti sfavorevoli all'estrinsecarsi della duttilità, ad esempio dovuti a fenomeni di localizzazione delle deformazioni o alla presenza di un danneggiamento già esistente, si applica a vantaggio di statica un ulteriore fattore di sicurezza sulle duttilità limiti pari a 1.56.

Lo stato limite di danno è raggiunto quando il primo maschio murario raggiunge uno spostamento orizzontale relativo pari al valore limite prefissato per tale evenienza (duttilità limite di danno).

Lo stato limite di salvaguardia vita è raggiunto quando, per effetto della progressiva eliminazione dei maschi murari arrivati a collasso (quelli cioè con spostamenti relativi maggiori della duttilità ultima a taglio o a flessione), la forza resistente manifesta una riduzione pari al 10% del valore massimo raggiunto.

La verifica di sicurezza nei confronti degli stati limite sismici Sld,Slv viene effettuata controllando che per ogni direzione sismica la capacità di spostamento, valutata mediante l'analisi non lineare pushover, sia maggiore della domanda di spostamento che si ottiene costruendo il sistema bilineare equivalente ad un grado di libertà, valutandone il periodo proprio in base alla rigidità elastica secante e ricavando lo spostamento richiesto dallo spettro elastico corrispondente allo stato limite di verifica, eventualmente amplificato con un fattore di correlazione fra sistema elastico e sistema anelastico.

Si controlla, inoltre, che il fattore di struttura $q=f_e/f_y$ del sistema bilineare equivalente, valutato come rapporto fra il taglio alla base ottenuto dallo spettro elastico e il taglio resistente, non ecceda il valore limite 4.0 per gli stati limite sopra menzionati.

Il risultato delle verifiche viene quindi riportato in maniera equivalente in termini di Pga, ovvero in accelerazione di picco al suolo, normalizzata alla categoria A (roccia). In particolare si valuta la capacità di Pga (accelerazione al suolo che produce il raggiungimento di un particolare stato limite) e la domanda di Pga (accelerazione al suolo fissata dalla normativa). Il fattore di sicurezza è quindi espresso come rapporto di Pga fra il valore di capacità e il valore di domanda.

Come già indicato in precedenza, l'analisi sismica globale contiene implicitamente le verifiche a pressoflessione longitudinale e a taglio. Le verifiche a pressoflessione e a ribaltamento fuori piano vengono invece eseguite separatamente in quanto la valutazione delle forze equivalenti indicate dalla normativa richiede la conoscenza di alcuni parametri meccanici, come il periodo proprio della struttura nella direzione di verifica, disponibili come risultato a conclusione dell'analisi globale. In questi casi si fa riferimento a modellazioni locali che tengono conto del grado di ammortamento fra muratura e solaio, per effetto dei cordoli e dei tiranti presenti.

Precisazioni sul codice di calcolo utilizzato per l'analisi

Si forniscono di seguito le ulteriori indicazioni richieste dal punto 10.2 delle Norme tecniche

L'analisi è stata condotta utilizzando il codice di calcolo Por 2000, versione 11.02, di cui lo scrivente è licenziatario registrato.

Il programma Por 2000 è un codice di calcolo specifico per l'analisi e la verifica di strutture multipiano in muratura, che consente una modellazione tridimensionale della struttura, basata sui criteri esposti sinteticamente nei paragrafi precedenti.

Il programma è prodotto dalla Newsoft sas, operante sul territorio nazionale e specificamente indirizzata alla produzione di software per l'ingegneria civile. La casa produttrice cura direttamente il servizio di assistenza tecnica e rende disponibili sul suo sito Internet manuali operativi e documentazioni tecniche complete relativi a casi di prova, liberamente scaricabili, che consentono un controllo ed un riscontro sull'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo.

Lo scrivente ha avuto modo di valutare, in base ad uno studio della documentazione fornita ed all'esame dei risultati ottenuti su strutture test significative, la robustezza ed affidabilità del codice utilizzato, di cui fa proprie le ipotesi di base e le modalità operative, che ritiene adeguate al contesto di utilizzo.

Lo scrivente fa inoltre propri i risultati forniti dal codice ed inseriti nella presente relazione di calcolo, che ha avuto modo di controllare sia attraverso le restituzioni sintetiche tabellari e grafiche ed i filtri di autodiagnostica offerti dal codice, sia mediante riscontri di massima eseguiti a campione sui risultati delle analisi.

Ulteriori informazioni sulla Società produttrice possono ricavarsi dal sito ufficiale <http://www.newsoft-eng.it>.

Informazioni dettagliate sul codice Por 2000, comprendenti le ipotesi base utilizzate e le modalità operative, sono descritte nella pagina web <http://www.newsoft-eng.it/Por2000.htm>.

Il manuale operativo ed una serie di strutture test, utilizzabili per un controllo sulla accuratezza dei risultati, sono liberamente scaricabili dagli indirizzi web http://www.newsoft-eng.it/Down_Manuali.htm e <http://www.newsoft-eng.it/TestsPor2000.htm>.

Considerazioni conclusive

I risultati della verifica a taglio per azioni non sismiche evidenziano, nella situazione più sfavorevole, che la tensione tangenziale agente raggiunge il 0.00% del corrispondente valore limite. Tale verifica risulta pertanto soddisfatta.

I risultati delle verifiche a pressoflessione trasversale per azioni non sismiche evidenziano, nella situazione più sfavorevole, che la tensione normale agente raggiunge il 194.69% del valore limite. Tale verifica risulta pertanto non soddisfatta.

I risultati delle verifiche a pressoflessione longitudinale per azioni non sismiche evidenziano, nella situazione più sfavorevole, che la tensione normale agente raggiunge il 156.00% del valore limite. Tale verifica risulta pertanto non soddisfatta.

I risultati delle verifiche a pressoflessione trasversale per azioni sismiche evidenziano, nella situazione più sfavorevole, che la tensione normale agente raggiunge il 504.19% della tensione ammissibile del terreno. Pertanto tale verifica risulta non soddisfatta.

I risultati delle verifiche in fondazione per sole azioni statiche evidenziano, nella situazione più sfavorevole, che la tensione massima al suolo raggiunge il 91.24% della tensione ammissibile del terreno. Tale verifica risulta pertanto soddisfatta.

I risultati delle verifiche in fondazione con azioni sismiche evidenziano, nella situazione più sfavorevole, che la tensione massima al suolo raggiunge il 91.93% della tensione ammissibile del terreno. Pertanto tale verifica risulta soddisfatta.

I risultati delle verifiche a ribaltamento sulle pareti per sole azioni statiche evidenziano, nella situazione più sfavorevole, che il momento ribaltante raggiunge il valore massimo del 58.17% del momento stabilizzante disponibile. Pertanto tale verifica risulta soddisfatta.

I risultati delle verifiche a ribaltamento sulle pareti con azioni sismiche evidenziano, nella situazione più sfavorevole, che il momento ribaltante raggiunge il valore massimo del 591.58% del momento stabilizzante disponibile. Tale verifica risulta pertanto non soddisfatta.

Le verifiche a trazione dei tiranti e del punzonamento indotto sulle murature nei conci di ancoraggio risultano implicitamente soddisfatte nell'ambito della verifica a ribaltamento, limitando il tiro utile al valore massimo consentito dal soddisfacimento di tali verifiche.

I risultati della verifica sismica condotta con analisi statica non lineare (analisi pushover a controllo di duttilità) evidenziano, per la scansione sismica più restrittiva, che:

I fattori di struttura $q=f_e/f_y$ valutati sul sistema bilineare equivalente per gli stati limite Sld,Slv, come rapporto fra il taglio alla base ottenuto dallo spettro elastico e il taglio resistente, non eccedono in nessun caso il valore limite 4.0. Tale verifica risulta pertanto soddisfatta.

Il fattore di sicurezza al limite di danno, valutato come rapporto fra l'accelerazione sismica al suolo per cui si ha il raggiungimento dello stato limite Sld (capacità di Pga) e l'accelerazione sismica al suolo regolamentare prescritta per la struttura (domanda di Pga), corrisponde al valore minimo di 1.18. Tale verifica risulta pertanto soddisfatta.

Il fattore di sicurezza al limite di salvaguardia vita, valutato come rapporto fra l'accelerazione sismica al suolo per cui si ha il raggiungimento dello stato limite Slv (capacità di Pga) e l'accelerazione sismica al suolo regolamentare prescritta per la struttura (domanda di Pga), corrisponde al valore minimo di 0.65. Tale verifica risulta pertanto non soddisfatta.

Relazione sulla classificazione del rischio sismico

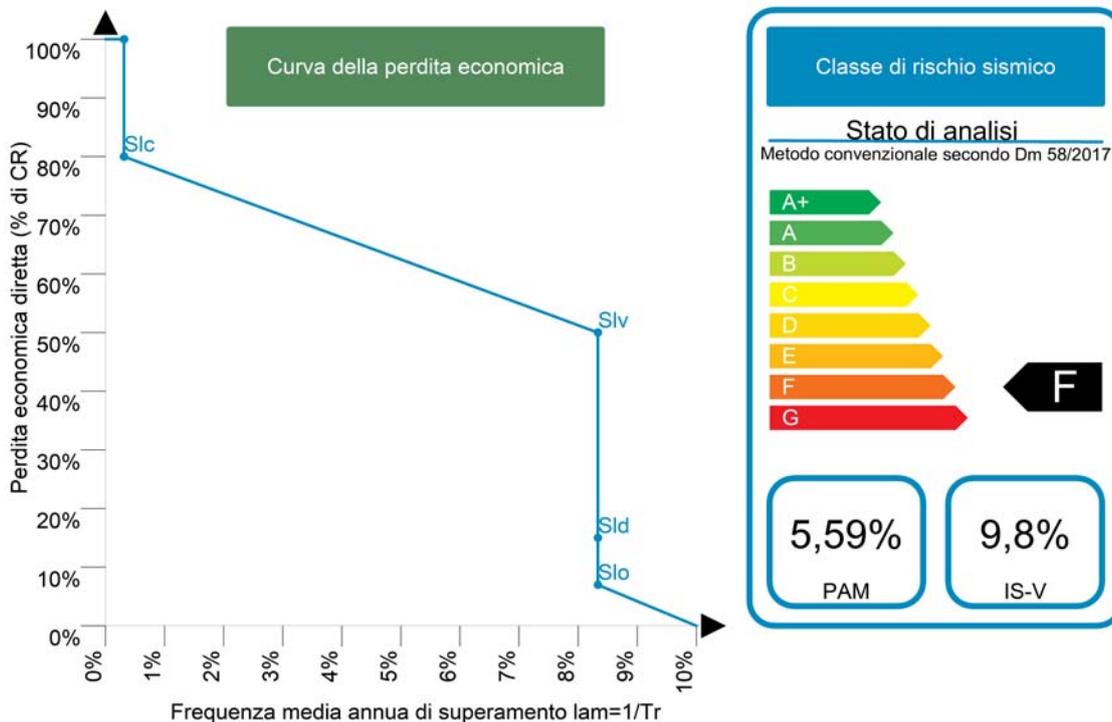
La classificazione del rischio sismico di una costruzione si ottiene con la determinazione della Classe di Rischio, secondo le indicazioni operative fornite dalle Linee Guida dell'Allegato A del D.M. n.58 del 28/02/2017, come modificate dal D.M. n.65 del 07/03/2017, nel quale vengono definite otto classi di rischio, dalla A+ alla G, secondo un ordinamento a rischio crescente. La determinazione della classe di rischio di una costruzione può essere condotta secondo due metodi, tra loro alternativi, l'uno convenzionale e l'altro semplificato, quest'ultimo con un ambito applicativo limitato. Il metodo convenzionale, applicabile a qualsiasi tipologia di costruzione, è basato sull'applicazione dei normali metodi di analisi previsti dalle attuali Norme Tecniche e consente la valutazione della Classe di Rischio della costruzione sia nello stato di fatto, sia nello stato conseguente all'eventuale intervento.

Per la determinazione della Classe di Rischio si fa nel seguito riferimento a due parametri:

PAM: Perdita Annuale Media attesa [%], rappresenta il costo di riparazione dei danni prodotti dagli eventi sismici che si manifesteranno nel corso della vita della costruzione, ripartito annualmente ed espresso come percentuale del costo di ricostruzione CR dell'edificio privo del suo contenuto; per calcolare il parametro è stata costruita la curva delle perdite economiche dirette, che esprime il costo di ricostruzione CR in funzione della frequenza media annua di superamento λ , essendo λ l'inverso del periodo medio di ritorno degli eventi sismici collegati agli stati limite strutturali, espresso in [%]. Tale curva, in assenza di dati più precisi, può essere discretizzata mediante una spezzata e l'area sottesa rappresenta proprio il parametro PAM.

IS-V: Indice di Sicurezza o indice di rischio della struttura, riferito allo stato limite Slv, definito dal rapporto tra la capacità di accelerazione di picco al suolo $PgaC$ e la domanda di accelerazione al suolo $PgaD$ definita per il sito.

Di seguito è riportata la sintesi grafica della classificazione eseguita.



Procedura di calcolo

Nel caso in esame la classificazione del Rischio Sismico è stata ottenuta con l'applicazione del metodo convenzionale, che ha richiesto la valutazione preliminare dei parametri PAM e IS-V, la determinazione delle classi ad essi corrispondenti, la Classe

PAM e la Classe IS-V, e l'ottenimento finale della Classe di Rischio come la peggiore fra le due.

Dall'analisi della struttura sono stati calcolati i valori di capacità PgaC delle accelerazioni al suolo per gli stati limite Slc, Slv, Sld, Slo e i corrispondenti periodi di ritorno, TrC.

Da quest'ultimi sono stati ottenute le frequenze medie annue di superamento: $\lambda = 1/TrC$ per ogni stato limite. Ai fini della costruzione della curva (λ , CR) sono stati quindi definiti gli stati limite:

SLID: Stato Limite di Inizio Danno, assunto convenzionalmente corrispondente ad una perdita economica nulla e ad un periodo di ritorno di 10 anni;

SLR: Stato Limite di Ricostruzione, assunto convenzionalmente corrispondente ad una perdita economica del 100% (ovvero al collasso generalizzato) e ad un periodo di ritorno pari al sisma per Slc;

SLTI: Stato Limite a Tempo Infinito, che rappresenta il punto iniziale ($\lambda=0$, CR=100%).

Per ciascuno di questi stati limite, dalla tabella 3 delle Linee Guida è stato ottenuto il relativo costo di ricostruzione CR [%].

Riportando in grafico i punti (λ , CR) ottenuti, è stata ottenuta una spezzata a sette vertici, che permette di valutare il parametro PAM [%] come l'area sottesa dalla curva stessa. Dal rapporto PgaC/PgaD per lo stato limite Slv è stato ottenuto invece l'indice di sicurezza IS-V.

Noti i parametri PAM e IS-V, dalle tabelle 1 e 2 delle Linee Guida sono state determinate le corrispondenti classi PAM e IS-V e da queste la Classe di Rischio della costruzione, come la peggiore tra le due.

Risultato della classificazione

A seguire riportiamo la tabella con i principali risultati della classificazione.

5.6 Quadro di calcolo della classe di rischio secondo Dm 58/2017 (Sismabonus)

Stato	PgaSlc	PgaSlv	PgaSld	PgaSlo	TrSlc	TrSlv	TrSld	TrSlo	Pam	Isv	Cpam	Cisv	Cris
Stato di analisi	21.2/33.0	2.5/25.0	10.7/9.1	9.4/6.9	317/975	12/475	12/50	12/30	5,59	9,8	F	F	F

Legenda - Quadro di calcolo della classe di rischio secondo Dm 58/2017 (Sismabonus)

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
Stato	Stato strutturale di riferimento per il calcolo della classe	
PgaSlc	Capacità/Domanda in Pga [%g]	
PgaSlv	Capacità/Domanda in Pga [%g]	
PgaSld	Capacità/Domanda in Pga [%g]	
PgaSlo	Capacità/Domanda in Pga [%g]	
TrSlc	Capacità/Domanda in periodo di ritorno [anni]	
TrSlv	Capacità/Domanda in periodo di ritorno [anni]	
TrSld	Capacità/Domanda in periodo di ritorno [anni]	
TrSlo	Capacità/Domanda in periodo di ritorno [anni]	
Pam	Perdita annua media (PAM) in percentuale del costo di ricostruzione [% CR]	
Isv	Indice di sicurezza (IS-V) per Slv in percentuale	
Cpam	Classe Pam	
Cisv	Classe Isv	
Cris	Classe di rischio sismico secondo Dm 58/2017 (Sismabonus)	

Legende dei simboli utilizzati nelle tabelle

Legenda - Condizioni di carico

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
id	indice identificativo della condizione di carico	
u	condizione di carico utilizzata da elementi	
nome	denominazione univoca della condizione di carico	
tipo	tipo della condizione di carico	
psi0	valore raro del fattore di combinazione	
psi1	valore frequente del fattore di combinazione	
psi2	valore quasi-permanente del fattore di combinazione	

Legenda - Combinazioni di carico per le verifiche

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
id	Indice della combinazione di carico	
Nome combinazione	Nome della combinazione di carico	
S.limite	Stati limite di verifica associati	
Pe min	Fattore minimo per le azioni permanenti	
Pe max	Fattore massimo per le azioni permanenti	
Pr min	Fattore minimo per le azioni da precompressione	
Pr max	Fattore massimo per le azioni da precompressione	
Va min	Fattore minimo per le azioni variabili statiche	
Va max	Fattore massimo per le azioni variabili statiche	
Sis + -	Fattore per le azioni sismiche	
Psi	Fattori psi per variabili: a.principale/a.secondarie	

Legenda - Tipi murature: caratteristiche generali

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
Nome	Nome della muratura	
Blocchi resistenti	Tipo di elementi resistenti	
Stato	Stato della muratura: nuova o esistente	
Armatura	Tipo di armatura: selezionare per muratura armata (assente per m.ordinaria)	
Malta	Classe della malta	
Cel	Categoria elementi resistenti: I o II	
Cma	Categoria prestazionale della malta: G (prestazione garantita) o P (composizione prescritta)	
Ces	Classe di esecuzione della muratura: 1 o 2	
Cct	Connessione trasversale fra i paramenti della muratura: A (alta), M (media), B (bassa)	
Peso	Peso muratura per unità di volume in	kg/m ³
fbv	Resistenza a compressione blocchi in dir. verticale in	kg/cm ²
fbo	Resistenza a compressione blocchi in dir. orizzontale in	kg/cm ²

Legenda - Tipi murature: caratteristiche meccaniche

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
Nome	Nome della muratura	
iq%	Indice di qualità relativa per l'impostazione di valori predefiniti (0=minima, 50=media, 100=alta)	
f	Resistenza normale: v.caratteristico per m.nuove, v.medio per m.esistenti in	kg/cm ²
fv	Resistenza tangenziale: v.caratteristico per m.nuove, v.medio per m.esistenti in	kg/cm ²
E	Modulo elastico normale E in	kg/cm ²
G	Modulo elastico tangenziale G in	kg/cm ²
gst	F.di sicurezza gamma per verifiche locali statiche	
gsi	F.di sicurezza gamma per verifiche locali sismiche	
gph	F.di sicurezza gamma per verifiche pushover	
gco	F.di confidenza relativo al livello di conoscenza della muratura	
tga	Tangente angolo di attrito per resistenza a taglio	
dd	Duttilità al limite di danno in % dell'altezza del maschio	
dut	Duttilità al limite ultimo per collasso a taglio in % dell'altezza del maschio	
duf	Duttilità al limite ultimo per collasso a flessione in % dell'altezza del maschio	

Legenda - Tipi di armatura per muratura

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
id	Indice del tipo di armatura	
Nome	Nome del tipo	
Acciaio	Tipo di acciaio	
Afv estremi	Numero, diametro e passo [cm] dei ferri verticali concentrati di estremità (nodi, lati aperture, passo max)	
Afv diffusa	Numero, diametro e passo [cm] dei ferri verticali diffusi	
Afo diffusa	Numero, diametro e passo [cm] dei ferri orizzontali diffusi	

amv	Area ferro verticale minima in % dell'area muratura orizzontale
amo	Area ferro orizzontale minima in % dell'area muratura verticale

Legenda - Tipi di fondazione

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
id	Indice del tipo di fondazione	
Nome	Nome della fondazione	
Muratura anima	Tipo di muratura dell'anima	
Muratura ali	Tipo di muratura delle ali	
hf	Altezza della fondazione in	cm
bs	Base dell'ala di sinistra in	cm
hs	Altezza dell'ala di sinistra in	cm
bd	Base dell'ala di destra in	cm
hd	Altezza dell'ala di destra in	cm
hm	Altezza del magrone in	cm
rv	Rialzo verticale del piano fondale in	cm
qlim1	Carico limite sul terreno per verifiche non sismiche in	kg/cm ²
qlim2	Carico limite sul terreno per verifiche sismiche in	kg/cm ²
fs1	Fattore di sicurezza sul carico limite per verifiche non sismiche	
fs2	Fattore di sicurezza sul carico limite per verifiche sismiche	
kw	Costante di sottofondo del terreno in	kg/cm ³
c	Coesione efficace/non drenata in	kg/cm ²
phi	Angolo di attrito in gradi	
Peso	Peso terreno per unità di volume in	kg/m ³

Legenda - Tipi di impalcato

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
id	Indice del tipo di impalcato	
Nome	Nome del tipo di impalcato	
Tipo	Tipo dei travetti	
frt	Fattore di ripartizione trasversale: 0=scarico monodirezionale puro, 1=scarico bidirezionale puro	
it	Interasse travetti in	cm
bt	Base travetti in	cm
ht	Altezza travetti in	cm
ss	Spessore soletta in	cm
pp	Peso proprio in	kg/m ²

Legenda - Tipi di cordoli

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
id	Indice del tipo di cordolo	
Nome	Nome del cordolo	
Tipo	Tipo di cordolo	
B	Larghezza in	cm
H	Altezza in	cm
Str	Sforzo trasversale resistente limite in	kg/m
Ammorsamento	Tipo di ammorsamento con la muratura	
Vincolo	Efficacia del vincolo per il muro	

Legenda - Tipi di aperture

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
id	Indice del tipo di apertura	
Nome	Nome del tipo di apertura	
b	Larghezza dell'apertura in	cm
h	Altezza dell'apertura in	cm
m	Mazzetta dell'apertura in	cm
q	Quadro dell'apertura in	cm
s	Sguincio dell'apertura in	cm
Materiale	Materiale dell'architrave	
sa	Spessore dell'architrave in	cm
la	Luce dell'architrave in	cm
fa	Freccia dell'architrave in	cm

Legenda - Tipi di travi

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
id	Indice del tipo di trave	
Nome	Nome della trave	
Materiale	Tipo di materiale	
Sezione	Tipo di sezione	
bt	Larghezza totale in	cm
ht	Altezza totale in	cm

sv	Spessore anima verticale in	cm
so	Spessore ala orizzontale in	cm

Legenda - Tipi di rinforzi sul paramento

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
id	Indice del tipo di rinforzo	
Nome	Nome del rinforzo	
Materiali	Materiali caratteristici del rinforzo	
f	Diametro della rete in mm	
rx	Passo della rete o dei rinforzi Frp/Cam in direzione orizzontale in	cm
rz	Passo della rete o dei rinforzi Frp/Cam in direzione verticale in	cm
ng	Densità ganci di legatura trasversale al mq	
f	Diametro ganci trasversali in mm	
ar	Area resistente della singola nervatura in mmq	
sr	Resistenza caratteristica acciaio o resistenza di calcolo Frp in	kg/cm ²
sp	Pretensione nastri Cam in	kg/cm ²

Legenda - Livelli

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
id	Indice livello	
nome	denominazione del livello	
h	Altezza lorda di interpiano in	m
Fvx	Forza orizzontale da vento in direzione X in	kg
Fvy	Forza orizzontale da vento in direzione Y in	kg
Cvx	Coordinata X di applicazione della forza in	m
Cvy	Coordinata Y di applicazione della forza in	m
vp	Visualizzazione pannelli disegno solido	
vs	Visualizzazione solai in disegno solido	

Legenda - Nodi

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
id	Indice del nodo	
x	Coordinata X in pianta in	m
y	Coordinata Y in pianta in	m

Legenda - Pannelli

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
id	Indice del pannello	
Nodi	Indici dei nodi di estremo	
[Elemento] Tipo materiale	Tipologia di elemento: fondazione, muro o trave utilizzata nel pannello	
s	Spessore del pannello in	cm
ff	Filo fisso del pannello	
df	Disassamento asse rispetto alla retta congiungente i nodi in	cm
cp	Carico permanente distribuito in	kg/m
po	Pretensione orizzontale in	kg/m ²
pv	Pretensione verticale in	kg/m ²
na	Numero aperture nel pannello	
Cordolo	Tipo di cordolo	
ffc	Allineamento del cordolo	
NV	Contrassegnare per escludere il pannello dalle verifiche locali	
CG	Contrassegnare per escludere dall'analisi sismica i setti non conformi ai requisiti geometrici per murature nuove sismoresistenti	

Legenda - Aperture nei pannelli

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
id	Indice dell'apertura	
Xm	Ascissa del centro apertura rispetto al primo nodo del pannello in	cm
Hd	Altezza del davanzale rispetto a base pannello in	cm
Tipo	Tipo di apertura	
Filo	Filo fisso apertura	

Legenda - Rinforzi sui pannelli

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
id	Indice del pannello	
Rinforzo paramento	Tipo di rinforzo sul paramento	
drp	Disposizione rinforzo sui paramenti	
sps	Spessore del paramento di sinistra in	cm
spd	Spessore del paramento di destra in	cm

Iniezioni	Tipo di iniezioni: effetto in termini di classe di malta	
[B]	Contrassegnare per bloccare i valori meccanici (disabilita correlazioni automatiche)	
if	Fattore d'incremento resistenza normale	
ifv	Fattore d'incremento resistenza tangenziale	
iE	Fattore d'incremento modulo E	
iG	Fattore d'incremento modulo G	
iDu	Fattore d'incremento duttilità ultima	
f	Resistenza normale finale: v.caratteristico per m.nuove, v.medio per m.esistenti in	kg/cm ²
fv	Resistenza tangenziale finale: v.caratteristico per m.nuove, v.medio per m.esistenti in	kg/cm ²
E	Modulo elastico normale E finale in	kg/cm ²
G	Modulo elastico tangenziale G finale in	kg/cm ²

Legenda - Solai ai livelli

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
id	Indice del solaio	
Nodi	Indici dei nodi di contorno	
Tipo	Tipo di impalcato utilizzato	
alfa	Angolo di orditura dei travetti rispetto ad X in	°
ess	Eccentricità di scarico sui pannelli a sinistra rispetto all'orditura in % dello spessore	
esd	Eccentricità di scarico sui pannelli a destra rispetto all'orditura in % dello spessore	
sp	Sovraccarico permanente in	kg/m ²
sa	Sovraccarico accidentale in	kg/m ²
idv	Indice identificativo della tipologia di carico variabile	
nos	Contrassegnare per rendere il solaio non spingente	

Legenda - Rialzi solai ai livelli

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
Nodo	Indice del nodo	
Rialzo	Selezione dei tre nodi su cui assegnare il rialzo Rialzo (+) o ribassamento (-) del nodo in	cm

Legenda - Composizione delle pareti ai livelli

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
id	Indice della parete	
Nodi	Nodi compresi nella parete	
Pannelli	Pannelli compresi nella parete	
Ntr	Numero di tratti della parete	

Legenda - Tratti murari delle pareti ai livelli

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
id	Indice del tratto di parete	
s	Ascissa progressiva punto medio in	m
X	Coordinata X del baricentro del tratto in	m
Y	Coordinata Y del baricentro del tratto in	m
Lt	Lunghezza del tratto in	m
Sp	Spessore del tratto in	m
Ht	Altezza totale del tratto in	m
Ya	Quota inferiore dell'apertura in	m
Ha	Altezza dell'apertura nel tratto in	m
Rm	Rialzamento medio al solaio in	m

Legenda - Caratteristiche dei setti murari

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
Set	Indice del setto	
Pa/Pr/Mu	Indice del pannello, della parete e della muratura	
xg	Coordinata X del baricentro del setto	cm
yg	Coordinata Y del baricentro del setto	cm
S	Spessore del setto	cm
L	Lunghezza del setto	cm
Hn	Altezza netta del setto	cm
rh	Rapporto lunghezza setto/altezza massima aperture adiacenti	
Fd1	Resistenza di calcolo normale per verifiche locali statiche	kg/cm ²
Fdv1	Resistenza di calcolo tangenziale per verifiche locali statiche (escluso contributo di attrito)	kg/cm ²
Fd2	Resistenza di calcolo normale per verifiche locali sismiche	kg/cm ²
Fdv2	Resistenza di calcolo tangenziale per verifiche locali sismiche (escluso contributo di attrito)	kg/cm ²
Fd3	Resistenza di calcolo normale per verifiche pushover sismiche	kg/cm ²
Fdv3	Resistenza di calcolo tangenziale per verifiche pushover sismiche (escluso contributo di attrito)	kg/cm ²
Kel	Rigidità longitudinale setto	kg/cm

Ket Rigidità trasversale setto kg/cm

Legenda - Caratteristiche dei setti in muratura armata

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
Set	Indice del setto	
Pan	Indice del pannello	
Mur	Indice della muratura	
S	Spessore del setto	cm
L	Lunghezza del setto	cm
Ht	Altezza totale del setto	cm
Amv	Area muratura in sezione verticale	m ²
Amo	Area muratura in sezione orizzontale	m ²
Afv estremi	Numero disposizioni x numero e diametro dei ferri verticali concentrati di estremità)	
Afv dif.	Numero, diametro e passo massimo [cm] dei ferri verticali diffusi	
Afo dif.	Numero, diametro e passo massimo [cm] dei ferri orizzontali diffusi	
Afv a.	Numero e diametro ferri diffusi aggiuntivi verticali necessari per l'area minima	
Afo a.	Numero e diametro ferri diffusi aggiuntivi orizzontali necessari per l'area minima	
afv	Percentuale dell'area ferro verticale rispetto all'area muratura orizzontale	%
afo	Percentuale dell'area ferro orizzontale rispetto all'area muratura verticale	%

Legenda - Verifiche a gerarchia di resistenza dei setti in muratura armata

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
Set	Indice del setto	
Pa/Mu	Indice del pannello e della muratura	
l	Lunghezza del setto	cm
s	Spessore del setto	cm
h	Altezza del setto	cm
Mr	Momento resistente per inflessione nel piano del pannello (Slv)	kg m
Te	Taglio in equilibrio con i momenti resistenti (Slv)	kg
grd	Fattore di amplificazione per gerarchia delle resistenze	
Tgr	Taglio agente per gerarchia delle resistenze	kg
Tr	Taglio resistente	kg
fs	Fattore di sicurezza	

Legenda - Verifica delle fondazioni ai livelli

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
set	Indice del setto di fondazione	
pan	Indice del pannello	
par	Indice della parete	
Area	Area di impronta sul terreno in	m ²
cc	Combinazione di carico	
N	Sforzo normale in	kg
e	Eccentricità in	cm
s0	Tensione normale a sinistra (rispetto alla parete) in	kg/cm ²
s1	Tensione normale a destra (rispetto alla parete) in	kg/cm ²
fss	Fattore di sicurezza sismica (verifica non soddisfatta se fss<1)	

Legenda - Verifiche statiche a pressoflessione fuori piano ai livelli

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
set	Indice del setto	
pan	Indice del pannello	
Area	Area del setto in	m ²
lam	Snellezza del setto	
sez	Sezione di verifica	
rif	Riferimenti per la combinazione di verifica	
N	Sforzo normale in	kg
e	Eccentricità in	cm
f	Coefficiente di riduzione della resistenza	
s	Tensione normale in	kg/cm ²

Legenda - Verifiche statiche a pressoflessione e taglio nel piano ai livelli

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
set	Indice del setto	
pan	Indice del pannello	
Area	Area del setto in	m ²
l	Snellezza del setto	
sez	Sezione di verifica	
N	Sforzo normale in	kg
e	Eccentricità in	cm
f1	Coefficiente trasv. di riduzione della resistenza	
f2	Coefficiente long. di riduzione della resistenza	

s	Tensione normale in	kg/cm ²
T	Sforzo di taglio in	kg
b	Coefficiente di riduzione resistenza per parzializzazione	
t	Tensione tangenziale in	kg/cm ²

Legenda - Verifiche sismiche pressoflessione f.piano ai livelli

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
set	Indice del setto	
pan	Indice del pannello	
Area	Area del setto in	m ²
sez	Sezione di verifica	
N	Sforzo normale in	kg
Ma	Momento agente fuori dal piano in	kg m
Mru	Momento resistente ultimo fuori piano in	kg m
fss	Fattore di sicurezza sismica (verifica non soddisfatta se fss<1)	

Legenda - Verifiche a ribaltamento

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
id	Indice della sezione di verifica	
Nome	Nome della sezione di verifica	
Par	Indice della parete	
X	Ascissa locale della sezione a partire dall'estremo di sinistra in	m
cc1	Indicazione sulla prima combinazione di verifica: statica	
liv	Livello di massimo impegno per verifica in condizioni statiche	
Msta	Momento stabilizzante per azioni statiche in	kg m
Mrib	Momento ribaltante per azioni statiche in	kg m
cc2	Indicazione sulla seconda combinazione di verifica: sismica	
liv	Livello di massimo impegno per verifica in condizioni sismiche	
Msta	Momento stabilizzante per azioni sismiche in	kg m
Mrib	Momento ribaltante per azioni sismiche in	kg m
fss	Fattore di sicurezza sismica (verifica non soddisfatta se fss<1)	

Legenda - Verifiche sui tiranti

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
Tir	Id tirante	
Nome	Nome del tirante	
T	Tiro efficace (compatibile con i limiti di trazione ferro e punzonamento muratura)	kg
Af	Area di ferro del tirante	cm ²
Sf	Tensione di trazione nel tirante	kg/cm ²
Sfam	Tensione ammissibile di trazione nel tirante	kg/cm ²
To1	Componente del tiro efficace ortogonale al primo pannello	kg
Arp1	Area resistente a punzonamento sul primo pannello	m ²
Taup1	Tensione di punzonamento sul primo pannello	kg/cm ²
Taur1	Tensione resistente a punzonamento sul primo pannello	kg/cm ²
To2	Componente del tiro efficace ortogonale al secondo pannello	kg
Arp2	Area resistente a punzonamento sul secondo pannello	m ²
Taup2	Tensione di punzonamento sul secondo pannello	kg/cm ²
Taur2	Tensione resistente a punzonamento sul secondo pannello	kg/cm ²

Legenda - Parametri di pericolosità sismica

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
S.limite	Stato limite di riferimento	
Pr	Periodo di ritorno dell'azione sismica in	anni
ago	Accelerazione orizzontale massima al suolo in	g
Fo	Fattore di amplificazione per spettro orizzontale	
Tc*	Periodo spettrale di riferimento in	s

Legenda - Spettri di risposta sismici

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
S.limite	Stato limite di riferimento	
ag	Accelerazione al suolo in	g
Tb	Periodo spettrale Tb in	s
Tc	Periodo spettrale Tc in	s
Td	Periodo spettrale Td in	s
F	Fattore di amplificazione spettrale max	
Ss	Fattore di amplificazione stratigrafica	
St	Fattore di amplificazione topografica	
eta	Fattore di smorzamento viscoso	
q	Fattore di struttura	

Legenda - Masse sismiche ai livelli

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
Liv	Indice del livello	
z	Quota del livello rispetto allo spiccatto di fondazione	m
Mp	Massa di piano in	kg
Xp	Coordinata X del baricentro delle masse di piano	m
Yp	Coordinata Y del baricentro delle masse di piano	m
Mc	Massa di piano cumulata in	kg
Xg	Coordinata X del baricentro delle masse cumulate	m
Yg	Coordinata Y del baricentro delle masse cumulate	m
Xr	Coordinata X del baricentro delle rigidezze	m
Yr	Coordinata Y del baricentro delle rigidezze	m
T	Tagliante sismico valutato dall'analisi dinamica per Slv	kg

Legenda - Modi di vibrare

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
id	modo di vibrare	
T	periodo proprio in	s
pxC	partecipazione x per distribuzione acc. costante	%
pyC	partecipazione y per distribuzione acc. costante	%
pxL	partecipazione x per distribuzione acc. lineare	%
pyL	partecipazione y per distribuzione acc. lineare	%
mxC	partecipazione di massa x per distribuzione acc. costante	%
myC	partecipazione di massa y per distribuzione acc. costante	%
mxL	partecipazione di massa x per distribuzione acc. lineare	%
myL	partecipazione di massa y per distribuzione acc. lineare	%

Legenda - Partecipazioni di massa delle scansioni pushover

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
dir	Angolo di direzione sismica in gradi e distribuzione Costante o Lineare	
m1	Primo modo con partecipazione di massa maggiore	
pm1	Partecipazione di massa del modo m1 in	%
m2	Secondo modo con partecipazione di massa maggiore	
pm2	Partecipazione di massa del modo m2 in	%

Legenda - Risultati verifica pushover

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
dir	Angolo di direzione sismica in gradi e distribuzione delle accelerazioni (L:lineare, C:costante)	
Keq	Rigidezza elastica equivalente in	kg/cm
Teq	Periodo proprio equivalente in	s
fe	Forza di risposta elastica del sistema bilineare equivalente in	kg
fy	Forza di snervamento del sistema bilineare equivalente in	kg
qeq	Fattore di struttura del sistema bilineare equivalente $q_e = f_e / f_y$ ($q_e < 3$ in Ntc08, $q_e < 4$ in Ntc18)	
psa	Accelerazione sostenibile di picco sulle masse strutturali in	g
uc	Capacità di spostamento in	cm
ud	Domanda di spostamento in	cm
pgac	Capacità di Pga (accelerazione di picco su suolo di categoria A) in	g
pgad	Domanda di Pga (accelerazione di picco su suolo di categoria A) in	g
fsa	Fattore di sicurezza in accelerazioni ottenuto dal rapporto pgac/pgad (soddisfatto se maggiore di 1)	

Legenda - Valori limite nei setti per sisma orientato

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
Set	Indice del setto	
Pa/Mu	Indice del pannello e della muratura	
rif	Direzione di riferimento per i valori della riga: nel piano (Ing) o fuori piano (trs)	
To	Sforzo di taglio (SLO)	kg
Uo	Spostamento orizzontale (SLO)	cm
Do	Duttilità raggiunta (rispetto al valore limite) (SLO)	
Td	Sforzo di taglio (SLD)	kg
Ud	Spostamento orizzontale (SLD)	cm
Dd	Duttilità raggiunta (rispetto al valore limite) (SLD)	
Tv	Sforzo di taglio (SLV)	kg
Uv	Spostamento orizzontale (SLV)	cm
Dv	Duttilità raggiunta (rispetto al valore limite) (SLV)	
Tc	Sforzo di taglio (SLC)	kg
Uc	Spostamento orizzontale (SLC)	cm
Dc	Duttilità raggiunta (rispetto al valore limite) (SLC)	

Legenda - Verifiche dei cedimenti in fondazione

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
nod	Indice del nodo	
zf	Quota del piano fondale	m
hs	Spessore strato compressibile	m
hi	Spessore strato di influenza	m
Nspt	Numero medio colpi nello strato di influenza	
cor	Applica correzione per granulometrie fini sotto falda	
fs	Fattore di forma	
fh	Fattore di spessore	
ft	Fattore viscoso	
st	Pressione litostatica sul piano fondale	kg/cm ²
q	Pressione trasmessa dalla fondazione	kg/cm ²
wf	Cedimento verticale/Cedimento ammesso in	mm
df	Distorsione massima/Distorsione ammessa [1/10000]	
iwf	Fattore di impegno rispetto al cedimento ammesso	
idf	Fattore di impegno rispetto alla distorsione ammessa	

Legenda - Rapporti di regolarità strutturale per azioni orizzontali

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
Liv	Indice del piano	
M	Massa cumulata al piano	kg
Kx	Rigidezza tagliante in direzione x	kg/cm
Ky	Rigidezza tagliante in direzione y	kg/cm
Tux	Resistenza tagliante ultima in direzione x	kg
Tuy	Resistenza tagliante ultima in direzione y	kg
R/Ls	Fattore torsionale di piano	
teta	Fattore delle non linearità geometriche	
M/Kx	Rapporto Massa/Rigidezza x al piano	
M/Ky	Rapporto Massa/Rigidezza y al piano	
M/Tux	Rapporto Massa/Resistenza ultima x al piano	
M/Tuy	Rapporto Massa/Resistenza ultima y al piano	
Vkx	Variazione massima dei rapporti M/K rispetto al piano superiore	%
Vtx	Variazione massima dei rapporti M/Tu rispetto al piano superiore	%
esito	Compare il simbolo ! nel caso di variazioni maggiori del 30%	

Legenda - Verifiche di vulnerabilità LV1 secondo Direttiva Pcm 9/2/2011

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
liv	Indice livello	
dir	Direzione di riferimento	
Rottura	Tipo di rottura prevalente	
Fasce	Caratterizzazione delle fasce	
mu	Coefficiente di omogeneità nella direzione indicata	
beta	Coefficiente di irregolarità nella direzione indicata	
k	Coefficiente di distribuzione sismica al livello	
As	Area setti nella direzione indicata in	m ²
sv	Tensione verticale media in	kg/cm ²
tau	Resistenza tangenziale di riferimento in	kg/cm ²
e*	Frazione di massa partecipante sul 1° modo di vibrare	
Fr	Capacità: Forza resistente a taglio in	kg
Ser	Capacità: Accelerazione spettrale corrispondente alla forza resistente in	g
Prr	Capacità: Periodo di ritorno sismico corrispondente alla forza resistente in	anni
Agr	Capacità: Accelerazione su suolo di classe A corrispondente alla forza resistente in	g
IsSlv	Indice di sicurezza sismica per Slv: rapporto capacità/domanda in periodo di ritorno	
FaSlv	Fattore di accelerazione per Slv: rapporto capacità/domanda in accelerazione al suolo	

Legenda - Quadro delle condizioni di miglioramento ed adeguamento sismico

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
Verifica	Nome della Verifica	
SL	Stato limite di verifica	
Ze(E)	Fattore di sicurezza sismico allo stato esistente	
Ze(R)	Fattore di sicurezza sismico allo stato rinforzato	
PgaC(E)	Capacità di Pga allo stato esistente in	g
PgaC(R)	Capacità di Pga allo stato rinforzato in	g
PgaD	Domanda di Pga di progetto (per nuove costruzioni) in	g
Miglioramento	Raggiunto miglioramento	
Adeguamento	Raggiunto adeguamento	

Legenda - Quadro delle verifiche: impegni massimi

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
Nome verifica	Nome della verifica di cui si riporta l'impegno massimo	

SL	Stato limite di verifica	
Norma	Norma legislativa che regola la verifica	
Riferimenti	Riferimenti all'elemento che registra il massimo impegno	
Impegno	Grado di impegno rispetto alla soglia limite (verifica non soddisfatta se >100%)	%
Esito	Esito della verifica	

Legenda - Quadro delle verifiche: sicurezza sismica

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
Nome verifica	Nome della verifica di cui si riportano i fattori di sicurezza minimi	
SL	Stato limite di verifica	
F.struttura	F.di struttura massimo del sistema bilineare equivalente (f.elastica/f.snervamento)	
F.sicurezza	Fattore di sicurezza minimo (capacità Pga/domanda Pga)	
PgaC	Capacità in termini di accelerazione di picco al suolo (suolo cat.A)	g
PgaD	Domanda in termini di accelerazione di picco al suolo (suolo cat.A)	g
TrC	Capacità in termini di periodo di ritorno in	anni
TrD	Domanda in termini di periodo di ritorno in	anni
Esito	Esito per verifiche pushover: f.struttura \leq 3 e f.sicurezza \geq 1	

1.1 Dati generali struttura

Riferimento	Testo
Titolo del lavoro	Museo Sarnano
Comune	Sarnano
Committente	Amministrazione Comunale
Progettista	Arch. Ermanno Antolini
Calcolatore	Arch. Ermanno Antolini
Direttore lavori	

1.2 Condizioni di carico

id	u nome	tipo	psi0	psi1	psi2
1	si Permanente	Per	-	-	-
2	si Abitazioni, uffici	Vab	0,70	0,50	0,30
3	no Affollati, commerciali	Vaf	0,70	0,70	0,60
4	no Biblioteche, archivi	Vma	1,00	0,90	0,80
5	no Rimesse, parcheggi	Vpa	0,70	0,70	0,60
6	no Neve bassa quota	Vne1	0,50	0,20	0,00
7	no Neve alta quota	Vne2	0,70	0,50	0,20
8	no Vento	Vve	0,60	0,20	0,00
9	no Precompressione	Pre	1,00	1,00	1,00

1.3 Combinazioni di carico per le verifiche

id	Nome combinazione	S.limite	Pe min	Pe max	Pr min	Pr max	Va min	Va max	Sis + -	Psi
1	Statica locale	SLU	1,00	1,30	0,90	1,20	0,00	1,50	0,00	1.0/psi0
2	Statica fondazioni	SLU	1,00	1,30	0,90	1,20	0,00	1,50	0,00	1.0/psi0
3	Sismica locale	SLV	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	psi2/psi2
4	Sismica fondazioni	SLV	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	psi2/psi2
5	Sismica pushover	SLD/SLV	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	psi2/psi2

1.4.1 Tipi murature: caratteristiche generali

Nome	Blocchi resistenti	Stato	Armatura	Malta	Cel	Cma	Ces	Cct	Peso kg/m ³	fbv kg/cm ²	fbo kg/cm ²
Armata Lat+A1+M12	Laterizi m.armata	esist.	Ma08	M12	II	CP	2	M	1326,0	93,8	20,4
Armata Cls+A1+M12	Blc cls m.armata	esist.	Ma08	M12	II	CP	2	M	1937,0	61,2	15,3
Laterizi pieni +M10	Laterizi pieni	esist.	Assente	M10	II	CP	2	M	1530,0	81,6	81,6
Laterizi s.pieni +M10	Laterizi s.pieni	esist.	Assente	M10	II	CP	2	M	1224,0	93,8	20,4
Laterizi forati +M10	Laterizi forati	esist.	Assente	M10	II	CP	2	M	1122,0	20,4	10,2
Mattoni antichi +M5	Mattoni antichi	esist.	Assente	M5	II	CP	2	M	1835,0	40,8	40,8
Blc cls pieni +M10	Blc cls pieni	esist.	Assente	M10	II	CP	2	M	2039,0	61,2	40,8
Blc cls s.pieni +M10	Blc cls s.pieni	esist.	Assente	M10	II	CP	2	M	1428,0	30,6	20,4
Blc cls forati +M10	Blc cls forati	esist.	Assente	M10	II	CP	2	M	1224,0	20,4	10,2
Blc lapidei +M5	Blc lapidei	esist.	Assente	M5	II	CP	2	M	2243,0	40,8	40,8
Blc tufacei irr. +M5	Blc tufacei irr.	esist.	Assente	M5	II	CP	2	M	1632,0	32,6	32,6
Blc tufacei reg. +M5	Blc tufacei reg.	esist.	Assente	M5	II	CP	2	M	1632,0	32,6	32,6
Pme a spacco +M5	Pme a spacco	esist.	Assente	M5	II	CP	2	M	2141,0	40,8	40,8
Pme disord. +M5	Pme disord.	esist.	Assente	M5	II	CP	2	M	1937,0	28,6	28,6
Pme a sacco +M5	Pme a sacco	esist.	Assente	M5	II	CP	2	M	2039,0	24,5	24,5
In c.a.	In c.a.	esist.	-	-	-	-	-	-	2549,0	-	-

1.4.2 Tipi murature: caratteristiche meccaniche

Nome	iq%	f kg/cm ²	fv kg/cm ²	E kg/cm ²	G kg/cm ²	gst	gsi	gph	gco	tga	dd	dut	duf
Armata Lat+A1+M12	50	59,1	4,1	53229	15969	3,00	2,40	1,00	1,35	0,40	0,30	0,60	1,00
Armata Cls+A1+M12	50	43,8	2,5	35013	8753	3,00	2,40	1,00	1,35	0,40	0,30	0,60	1,00
Laterizi pieni +M10	50	59,8	2,6	41572	10393	3,00	2,40	1,00	1,35	0,40	0,30	0,40	0,60
Laterizi s.pieni +M10	50	60,2	4,2	54147	16244	3,00	2,40	1,00	1,35	0,40	0,30	0,40	0,60
Laterizi forati +M10	50	15,0	1,1	13537	4031	3,00	2,40	1,00	1,35	0,40	0,30	0,40	0,60
Mattoni antichi +M5	70	32,7	2,0	14537	4846	3,00	2,40	1,00	1,35	0,40	0,30	0,40	0,60
Blc cls pieni +M10	50	51,2	2,9	40911	10228	3,00	2,40	1,00	1,35	0,40	0,30	0,40	0,60
Blc cls s.pieni +M10	50	44,5	2,5	35617	8904	3,00	2,40	1,00	1,35	0,40	0,30	0,40	0,60
Blc cls forati +M10	50	21,1	1,3	16846	4452	3,00	2,40	1,00	1,35	0,40	0,30	0,40	0,60
Blc lapidei +M5	50	81,7	2,7	30224	10075	3,00	2,40	1,00	1,35	0,40	0,30	0,40	0,60
Blc tufacei irr. +M5	50	26,6	0,0	12114	4038	3,00	2,40	1,00	1,35	0,40	0,30	0,40	0,60

... continua

Nome	iq%	f kg/cm ²	fv kg/cm ²	E kg/cm ²	G kg/cm ²	gst	gsi	gph	gco	tga	dd	dut	duf
Blc tufacei reg. +M5	50	34,1	1,9	16103	5710	3,00	2,40	1,00	1,35	0,40	0,30	0,40	0,60
Pme a spacco +M5	50	39,8	0,8	18808	6269	3,00	2,40	1,00	1,35	0,40	0,30	0,40	0,60
Pme disord. +M5	50	21,0	0,4	9759	3253	3,00	2,40	1,00	1,35	0,40	0,30	0,40	0,60
Pme a sacco +M5	50	27,5	0,6	13546	4515	3,00	2,40	1,00	1,35	0,40	0,30	0,40	0,60
In c.a.	50	291,3	22,2	257056	107107	3,00	2,40	1,00	1,35	0,40	0,30	0,80	1,20

1.5 Tipi di armatura per muratura

id	Nome	Acciaio	Afv estremi	Afv diffusa	Afo diffusa	amv	amo
1	Assente	-	-	-	-	-	-
2	Ma08	B450C	1ø16/400	1ø5/60	2ø5/60	0,05	0,04
3	Ma96	Fe44k	2ø16/500	1ø5/60	2ø5/60	0,04	0,04

1.6.1 Tipi di fondazione: caratteristiche generali

id	Nome	Muratura anima	Muratura ali	hf cm	bs cm	hs cm	bd cm	hd cm	hm cm	rv cm
1	Fondazione rettangolare	Laterizi pieni +M10	Laterizi pieni +M10	100,0	20,0	50,0	20,0	50,0	20,0	0,0

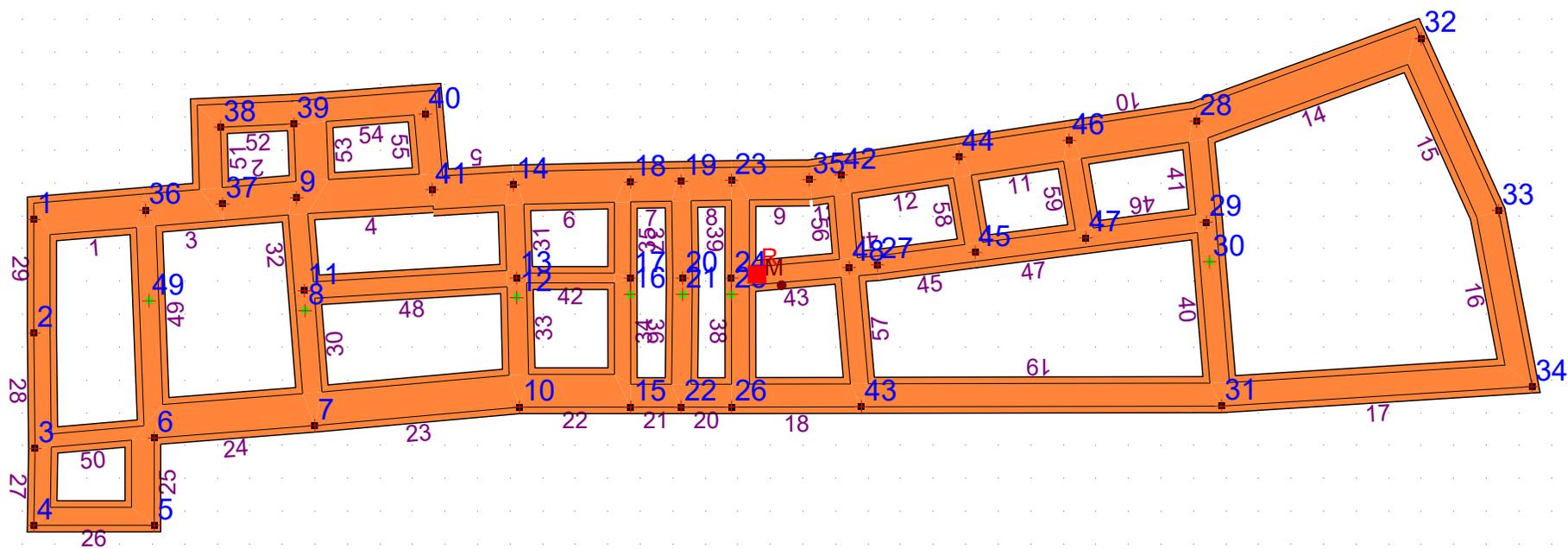
Sommario

Relazione di calcolo	2
Premessa	2
Riferimenti legislativi	2
Legge n.1086 del 05/11/71	2
Legge n.64 del 02/02/74	2
D.M. del 17/01/18	2
C.M. n.7 del 19/01/2019	2
Quadro complessivo delle verifiche eseguite	2
Parametri sismici del sito	3
Modellazione e verifica sismica	4
Precisazioni sul codice di calcolo utilizzato per l'analisi	5
Considerazioni conclusive	6
Relazione sulla classificazione del rischio sismico	7
Procedura di calcolo	7
Risultato della classificazione	8
5.6 Quadro di calcolo della classe di rischio secondo Dm 58/2017 (Sismabonus)	8
Legenda - Quadro di calcolo della classe di rischio secondo Dm 58/2017 (Sismabonus)	8
Legende dei simboli utilizzati nelle tabelle	9
Legenda - Condizioni di carico	9
Legenda - Combinazioni di carico per le verifiche	9
Legenda - Tipi murature: caratteristiche generali	9
Legenda - Tipi murature: caratteristiche meccaniche	9
Legenda - Tipi di armatura per muratura	9
Legenda - Tipi di fondazione	10
Legenda - Tipi di impalcato	10
Legenda - Tipi di cordoli	10
Legenda - Tipi di aperture	10
Legenda - Tipi di travi	10
Legenda - Tipi di rinforzi sul paramento	11
Legenda - Livelli	11
Legenda - Nodi	11
Legenda - Pannelli	11
Legenda - Aperture nei pannelli	11
Legenda - Rinforzi sui pannelli	11
Legenda - Solai ai livelli	12
Legenda - Rialzi solai ai livelli	12
Legenda - Composizione delle pareti ai livelli	12
Legenda - Tratti murari delle pareti ai livelli	12
Legenda - Caratteristiche dei setti murari	12
Legenda - Caratteristiche dei setti in muratura armata	13
Legenda - Verifiche a gerarchia di resistenza dei setti in muratura armata	13
Legenda - Verifiche delle fondazioni ai livelli	13
Legenda - Verifiche statiche a pressoflessione fuori piano ai livelli	13
Legenda - Verifiche statiche a pressoflessione e taglio nel piano ai livelli	13
Legenda - Verifiche sismiche pressoflessione f.piano ai livelli	14
Legenda - Verifiche a ribaltamento	14
Legenda - Verifiche sui tiranti	14
Legenda - Parametri di pericolosità sismica	14
Legenda - Spettri di risposta sismici	14
Legenda - Masse sismiche ai livelli	15
Legenda - Modi di vibrare	15
Legenda - Partecipazioni di massa delle scansioni pushover	15
Legenda - Risultati verifica pushover	15
Legenda - Valori limite nei setti per sisma orientato	15
Legenda - Verifiche dei cedimenti in fondazione	16
Legenda - Rapporti di regolarità strutturale per azioni orizzontali	16
Legenda - Verifiche di vulnerabilità LV1 secondo Direttiva Pcm 9/2/2011	16
Legenda - Quadro delle condizioni di miglioramento ed adeguamento sismico	16
Legenda - Quadro delle verifiche: impegni massimi	16
Legenda - Quadro delle verifiche: sicurezza sismica	17
1.1 Dati generali struttura	18
1.2 Condizioni di carico	18

1.3 Combinazioni di carico per le verifiche	18
1.4.1 Tipi murature: caratteristiche generali	18
1.4.2 Tipi murature: caratteristiche meccaniche	18
... continua	19
1.5 Tipi di armatura per muratura	19
1.6.1 Tipi di fondazione: caratteristiche generali	19

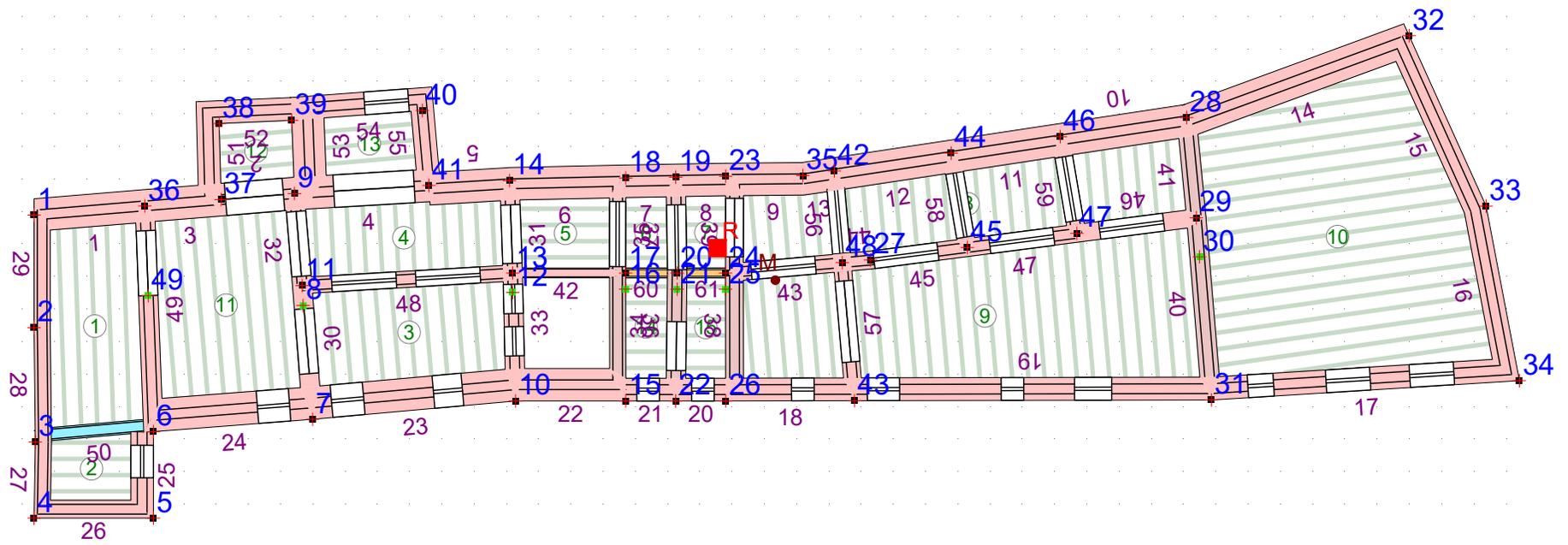
Pianta al piano 0 - Fondazione

Scala 1:200



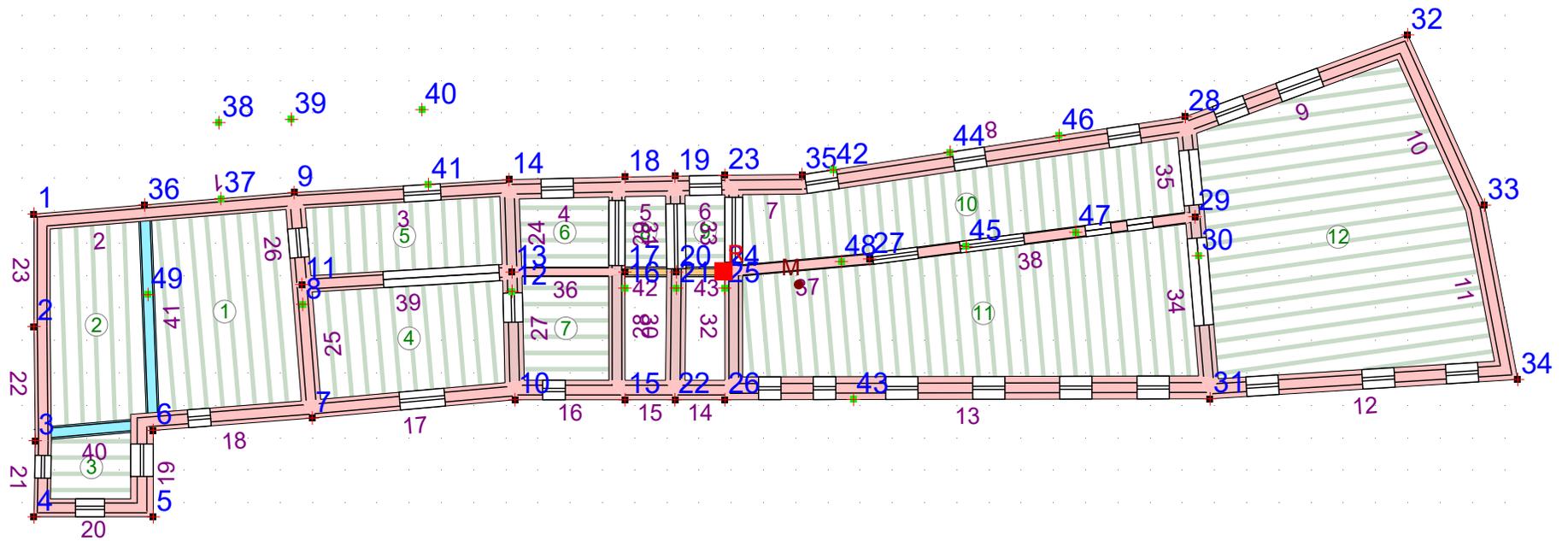
Pianta al piano 1 - Terra

Scala 1:200



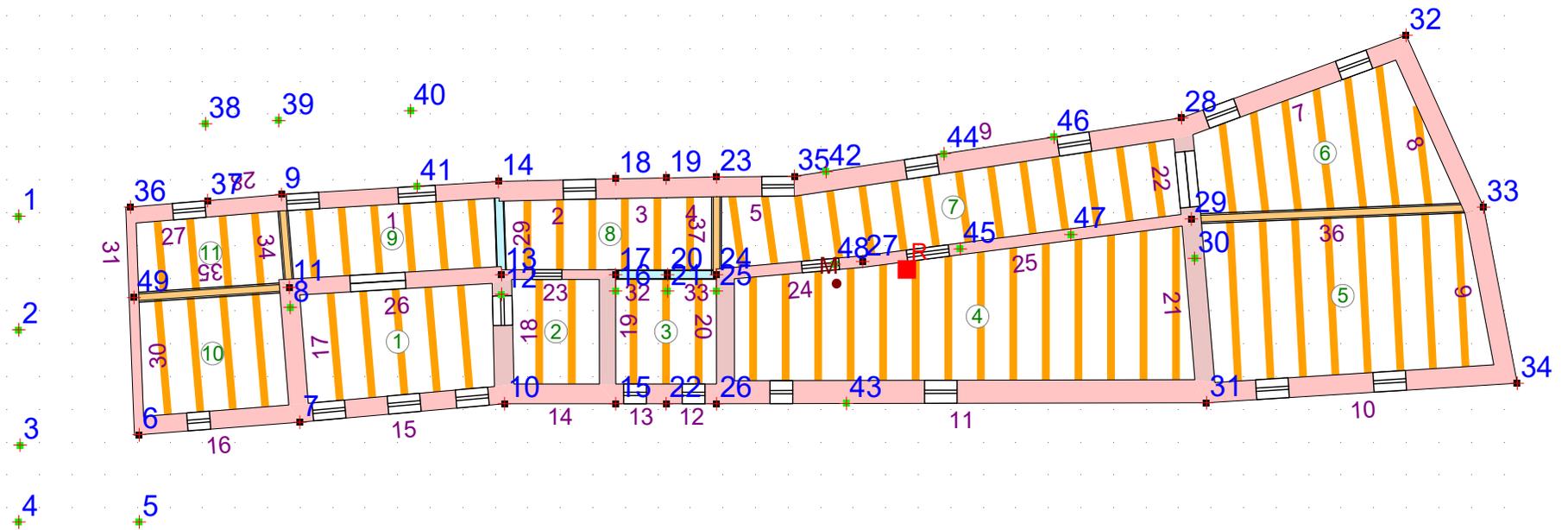
Pianta al piano 2 - Primo

Scala 1:200

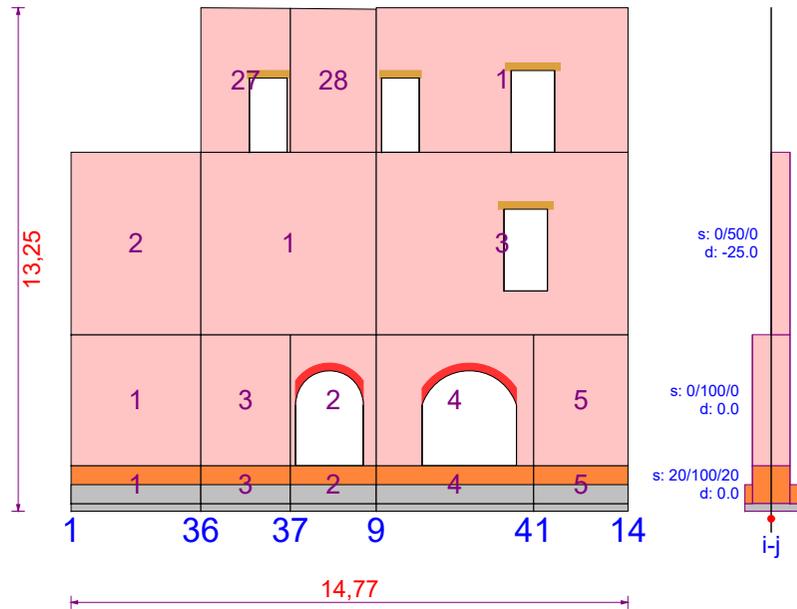


Pianta al piano 3 - Secondo

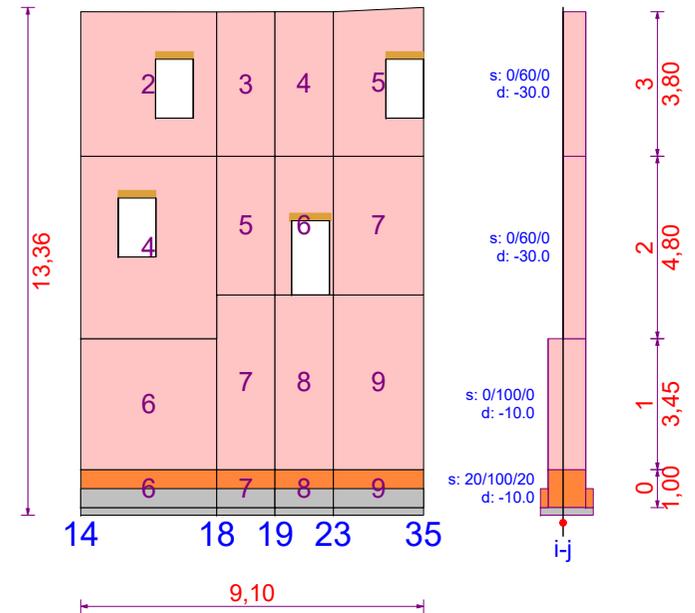
Scala 1:200



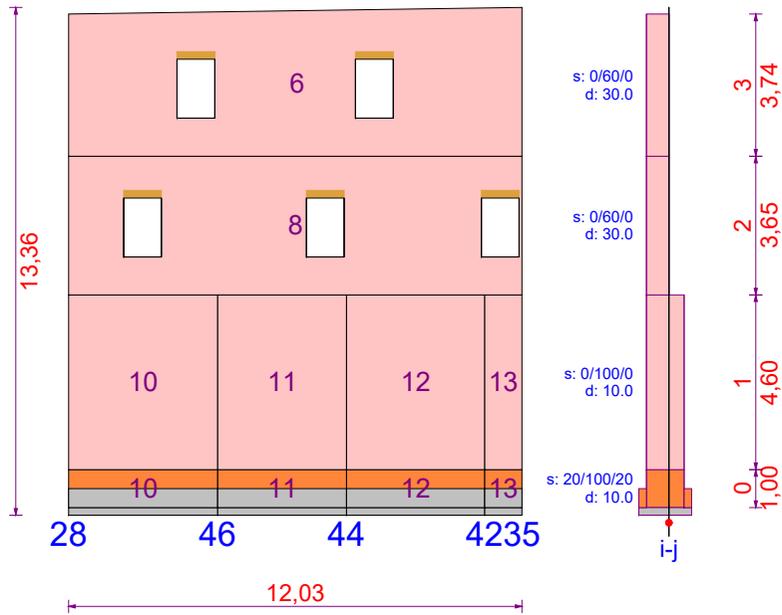
Parete 1
Scala 1:200



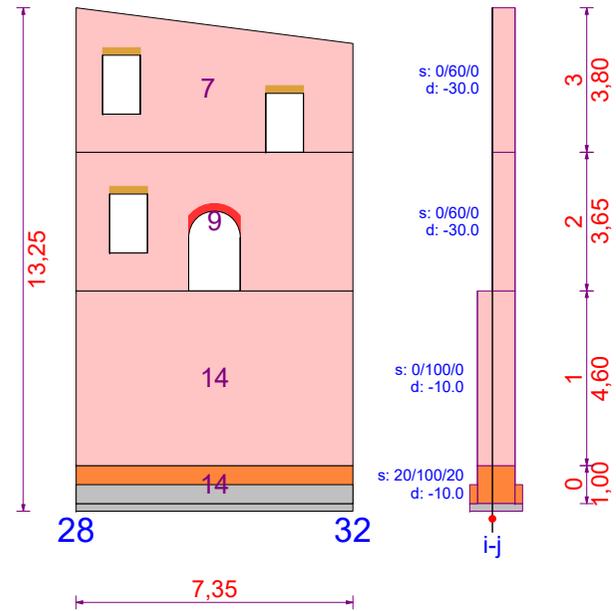
Parete 2
Scala 1:200



Parete 3
Scala 1:200

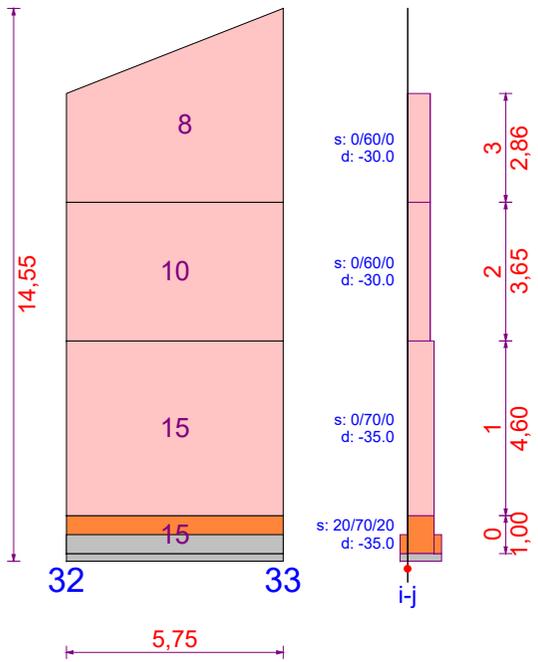


Parete 4
Scala 1:200



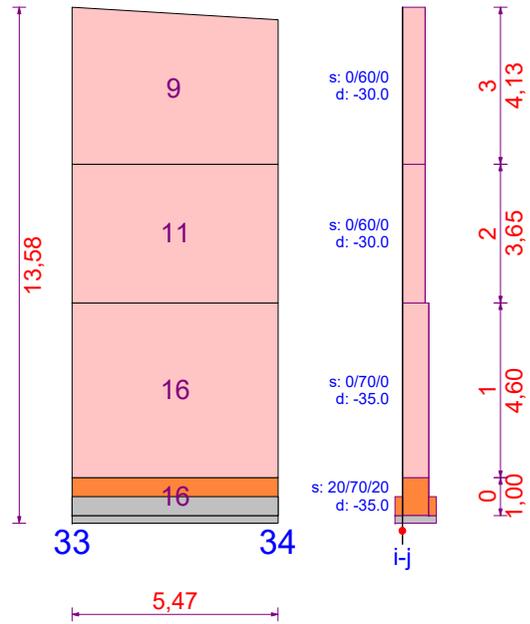
Parete 5
Scala 1:200

A ribaltamento
Sez. corrente



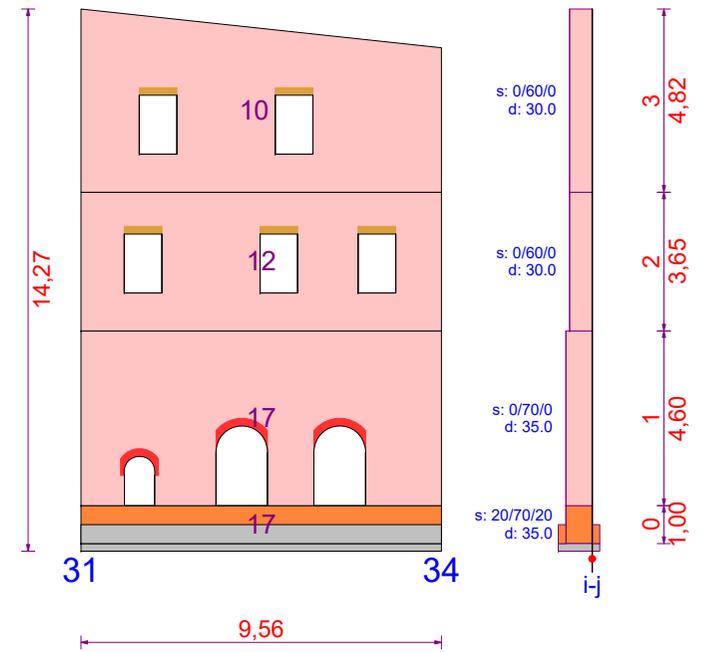
Parete 6
Scala 1:200

A ribaltamento
Sez. corrente

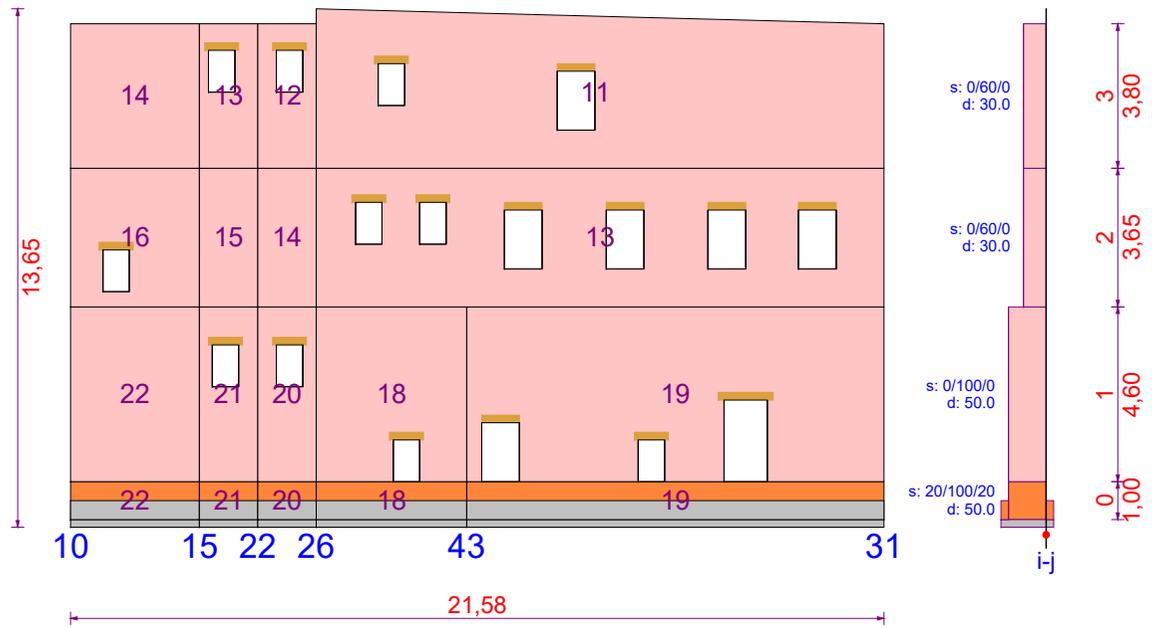


Parete 7
Scala 1:200

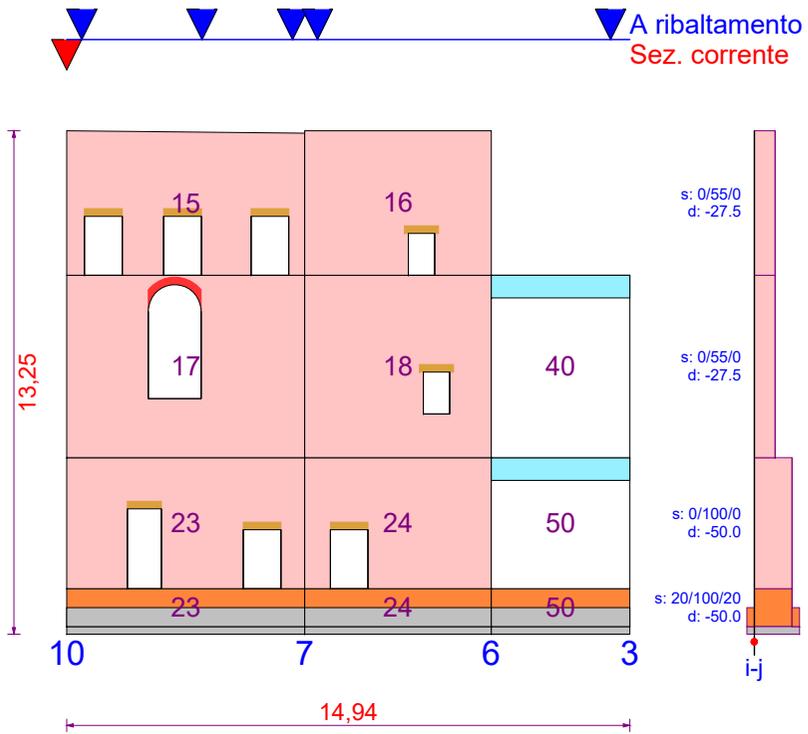
A ribaltamento
Sez. corrente



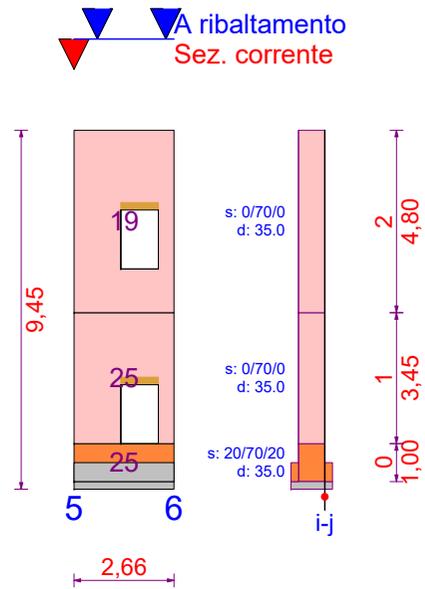
Parete 8
Scala 1:200



Parete 9
Scala 1:200

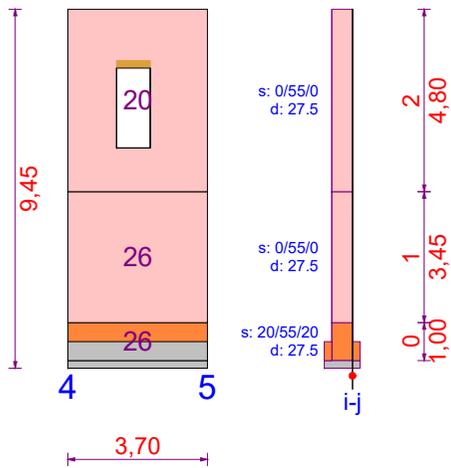


Parete 10
Scala 1:200



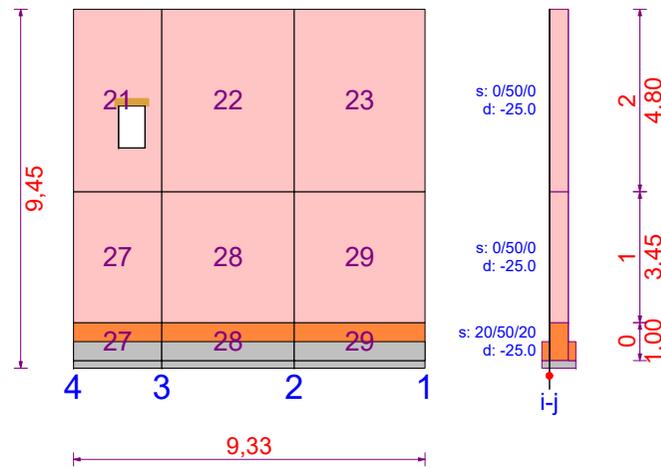
Parete 11
Scala 1:200

A ribaltamento
Sez. corrente



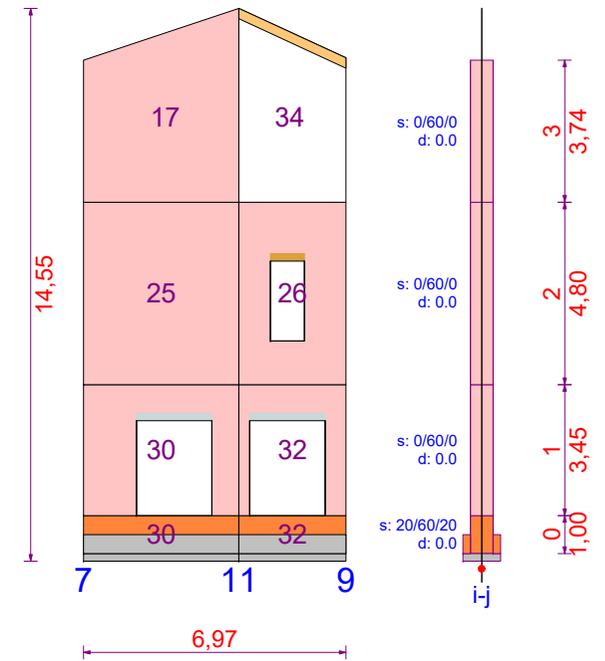
Parete 12
Scala 1:200

A ribaltamento
Sez. corrente

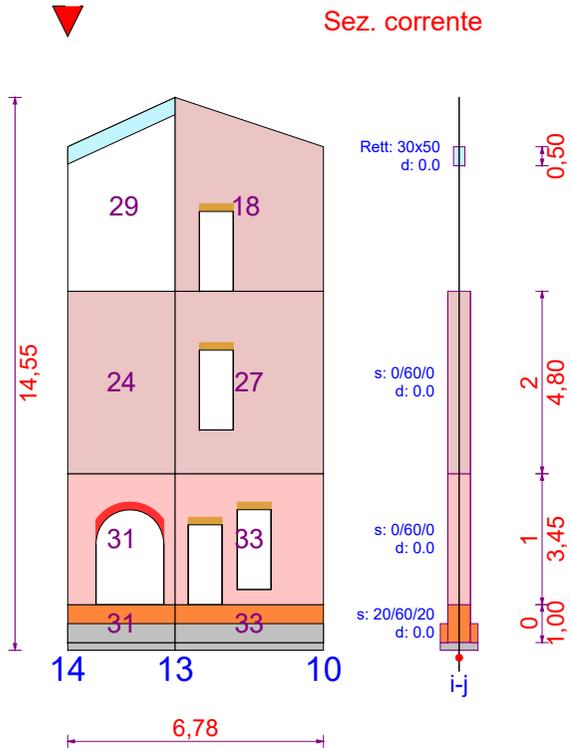


Parete 13
Scala 1:200

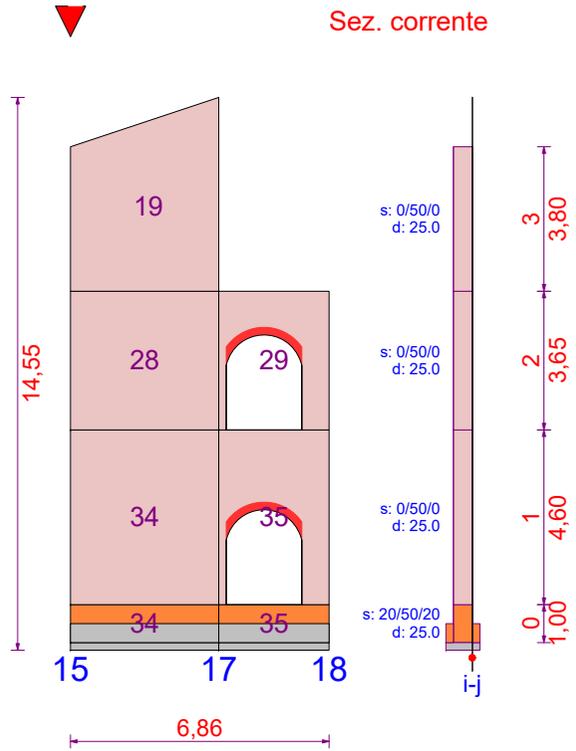
Sez. corrente



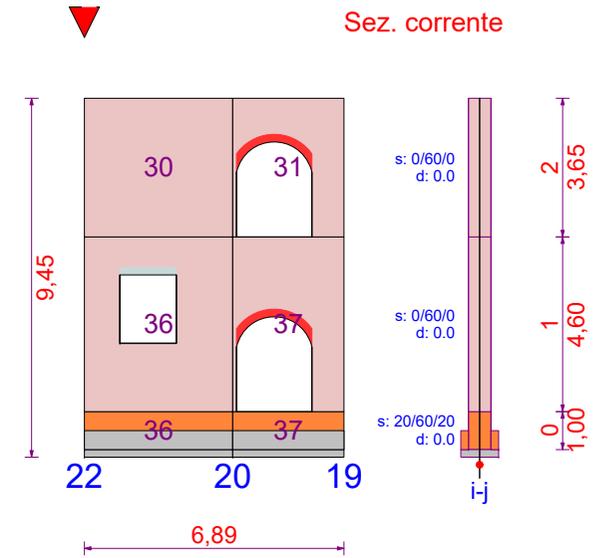
Parete 14
Scala 1:200



Parete 15
Scala 1:200

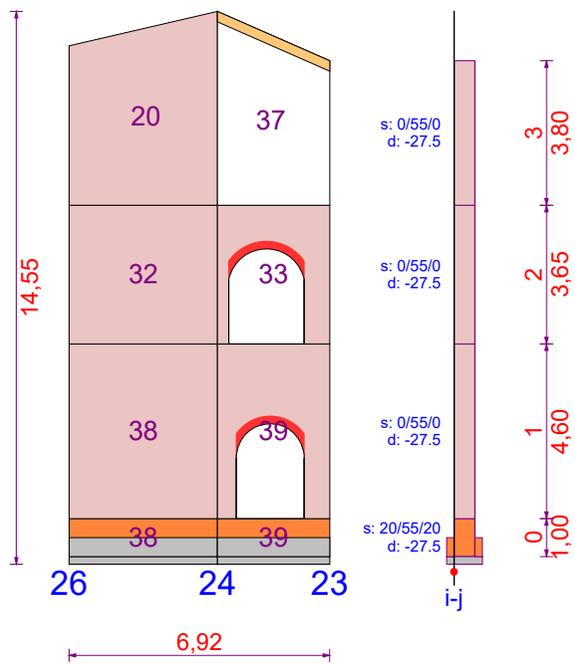


Parete 16
Scala 1:200



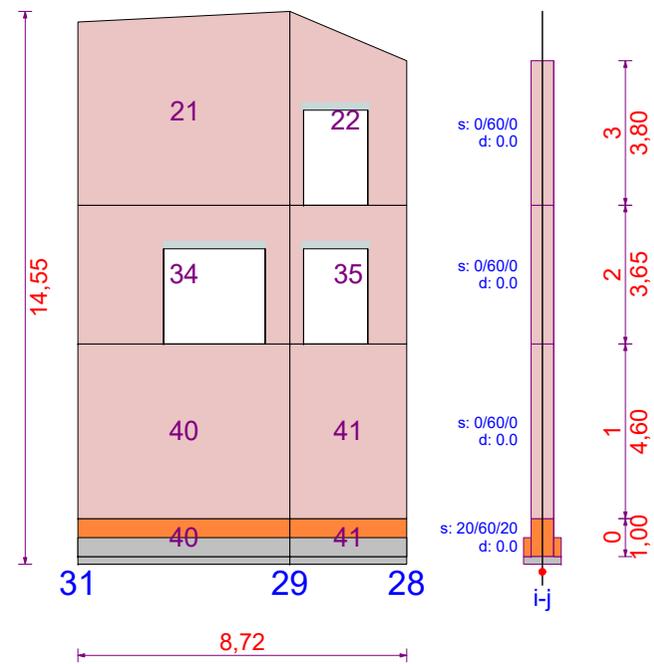
Parete 17
Scala 1:200

Sez. corrente

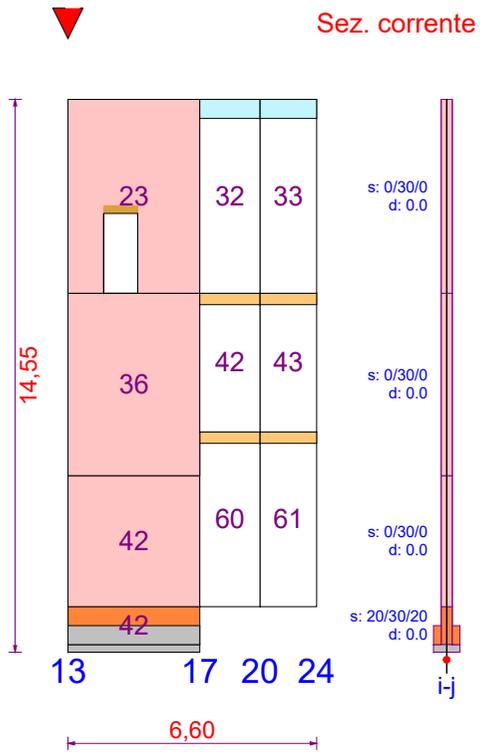


Parete 18
Scala 1:200

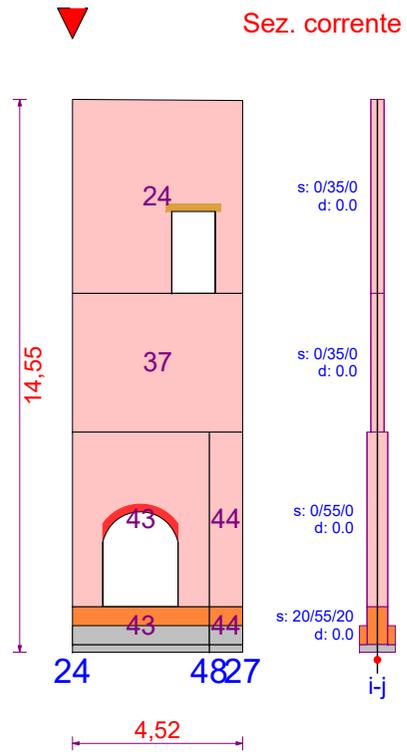
Sez. corrente



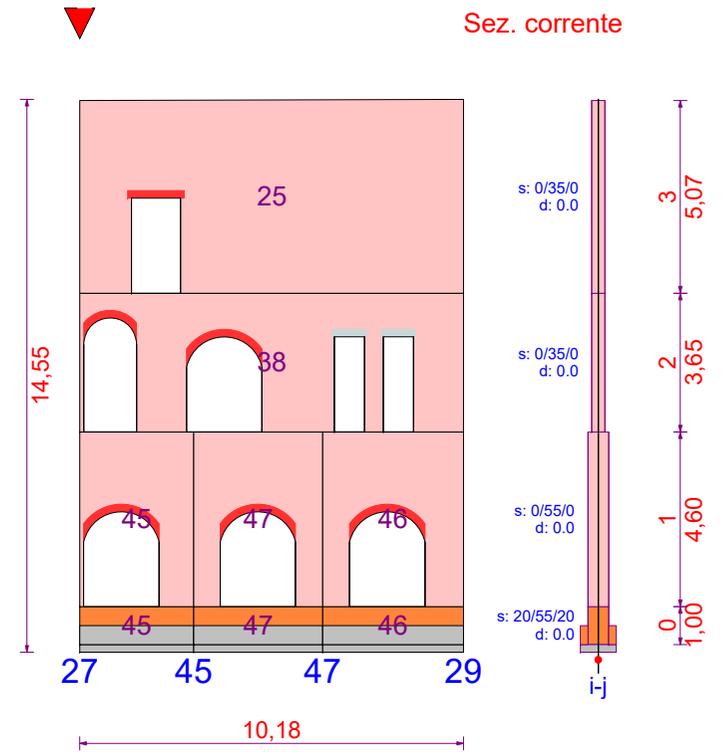
Parete 19
Scala 1:200



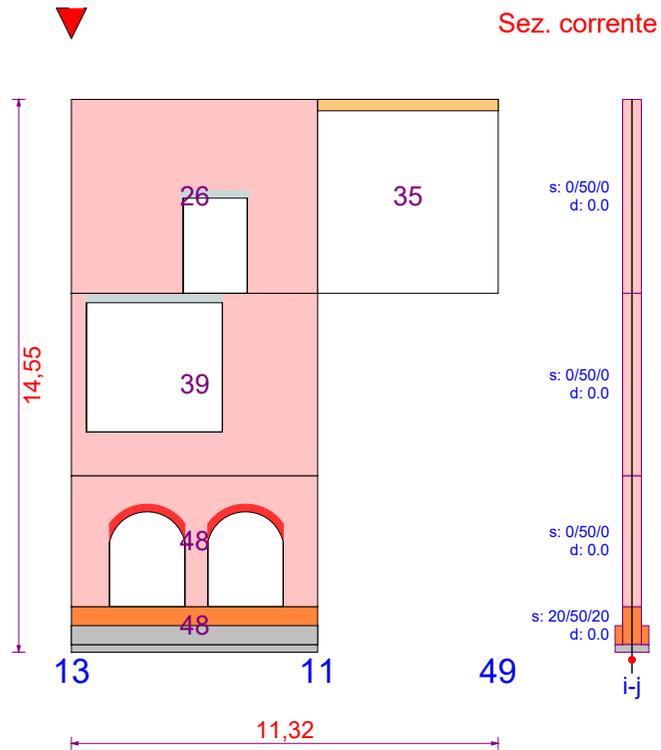
Parete 20
Scala 1:200



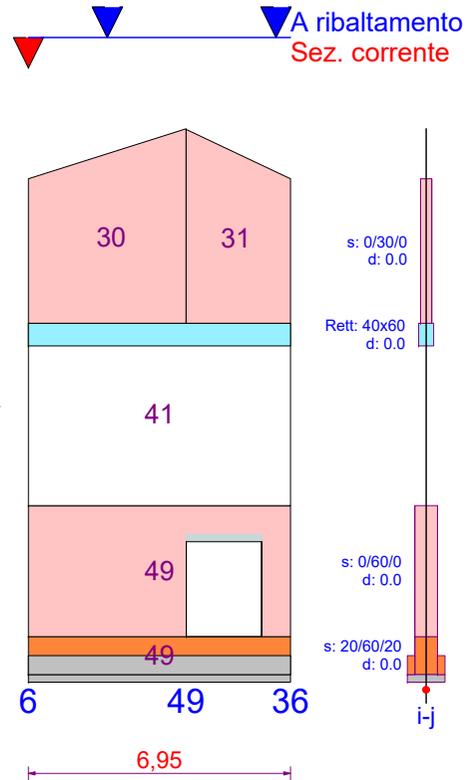
Parete 21
Scala 1:200



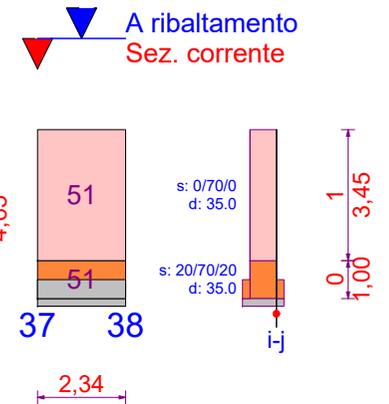
Parete 22
Scala 1:200



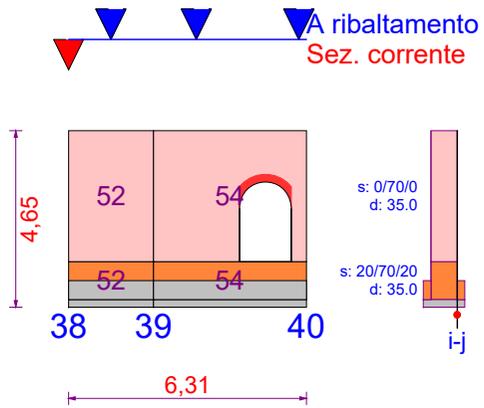
Parete 23
Scala 1:200



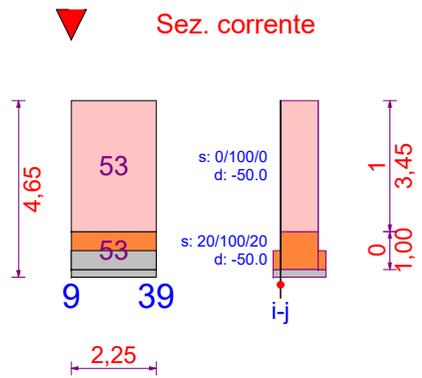
Parete 24
Scala 1:200



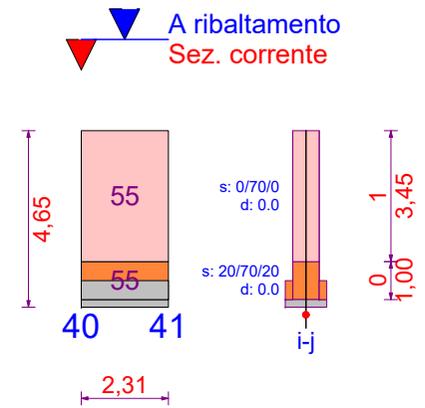
Parete 25
Scala 1:200



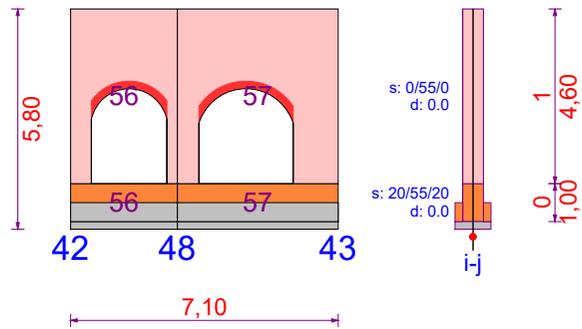
Parete 26
Scala 1:200



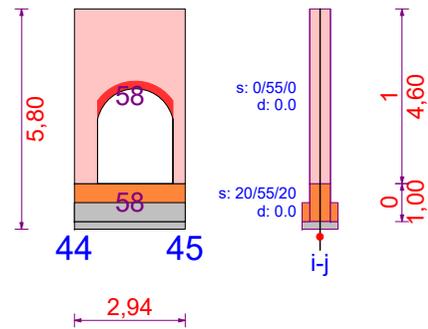
Parete 27
Scala 1:200



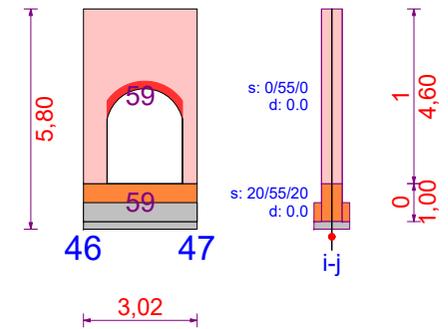
Parete 28
Scala 1:200



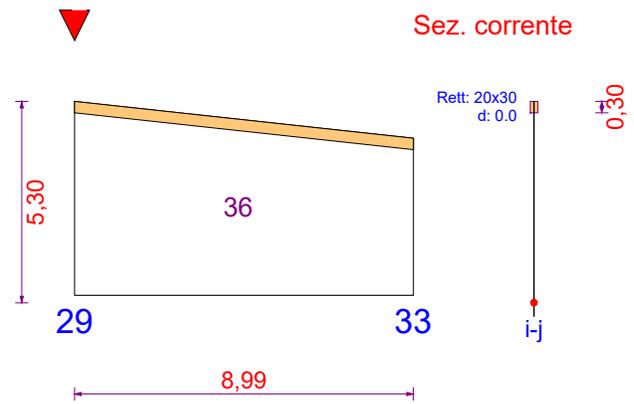
Parete 29
Scala 1:200

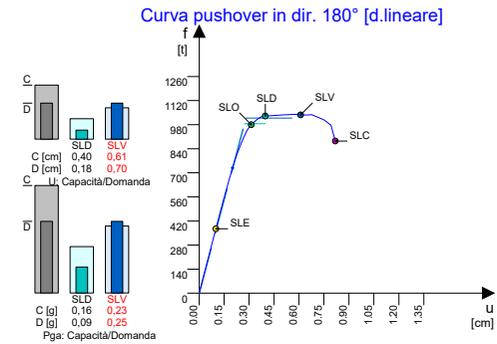
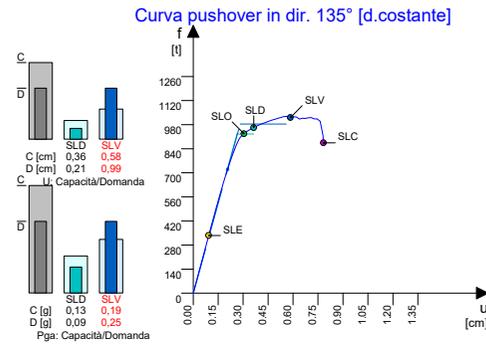
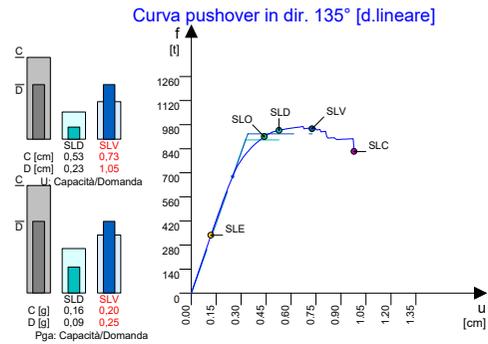
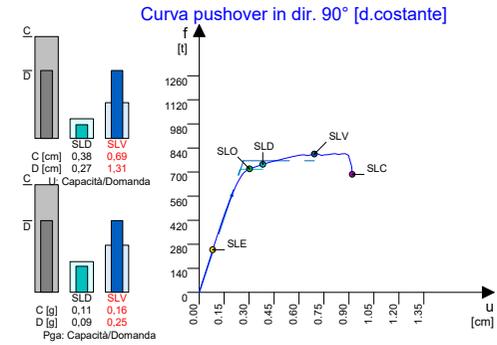
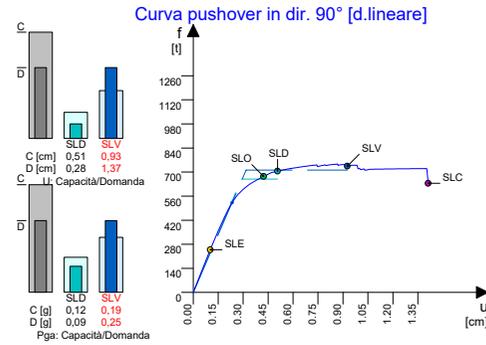
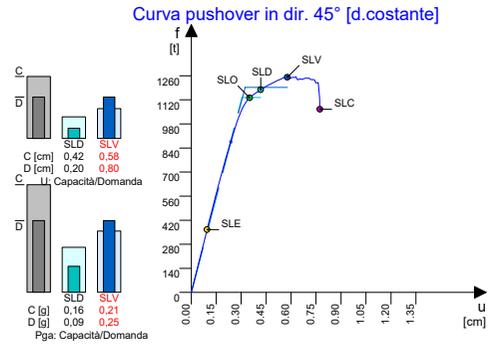
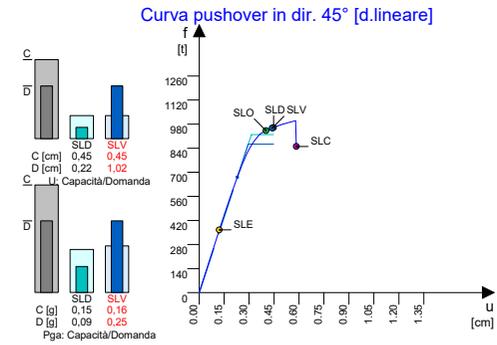
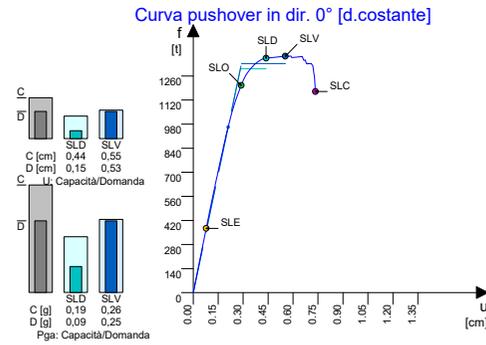
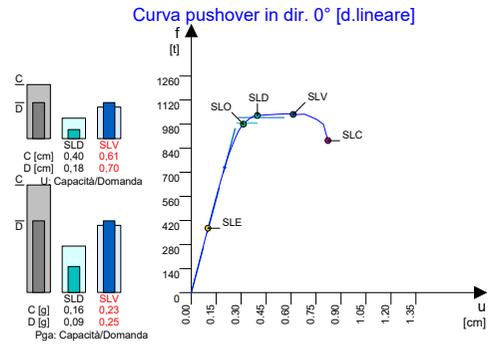


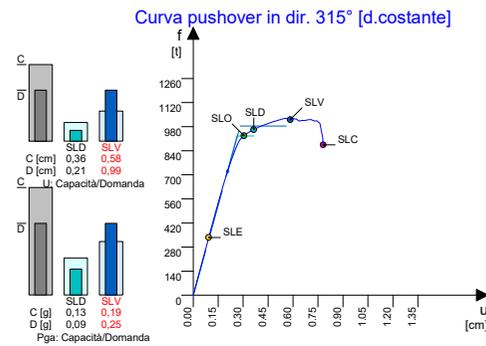
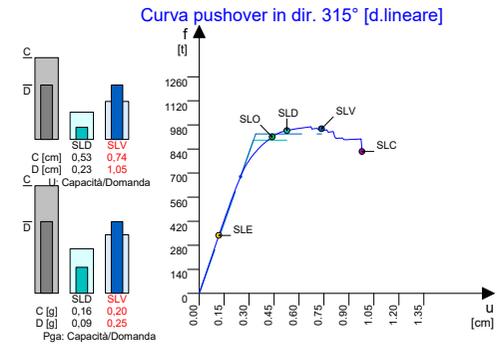
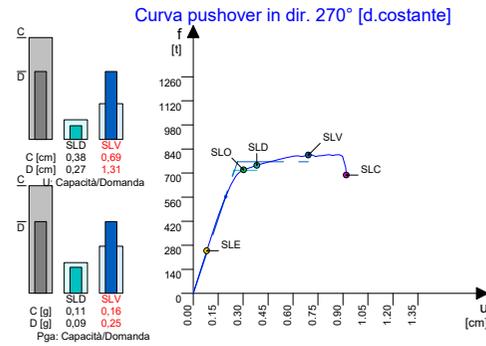
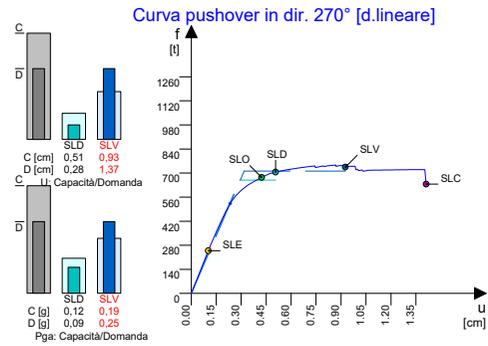
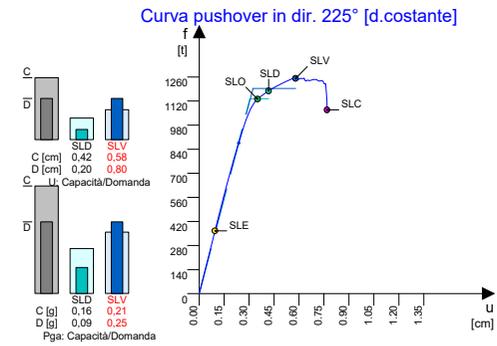
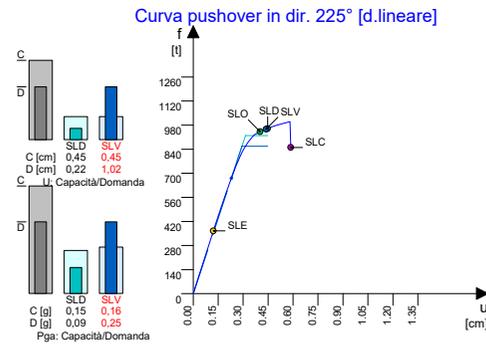
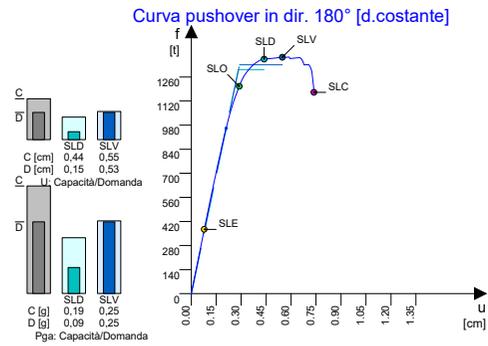
Parete 30
Scala 1:200

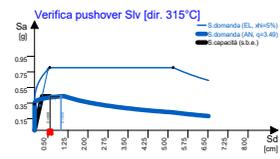
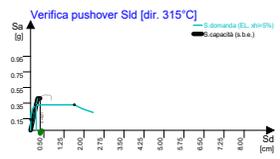


Parete 31
Scala 1:200



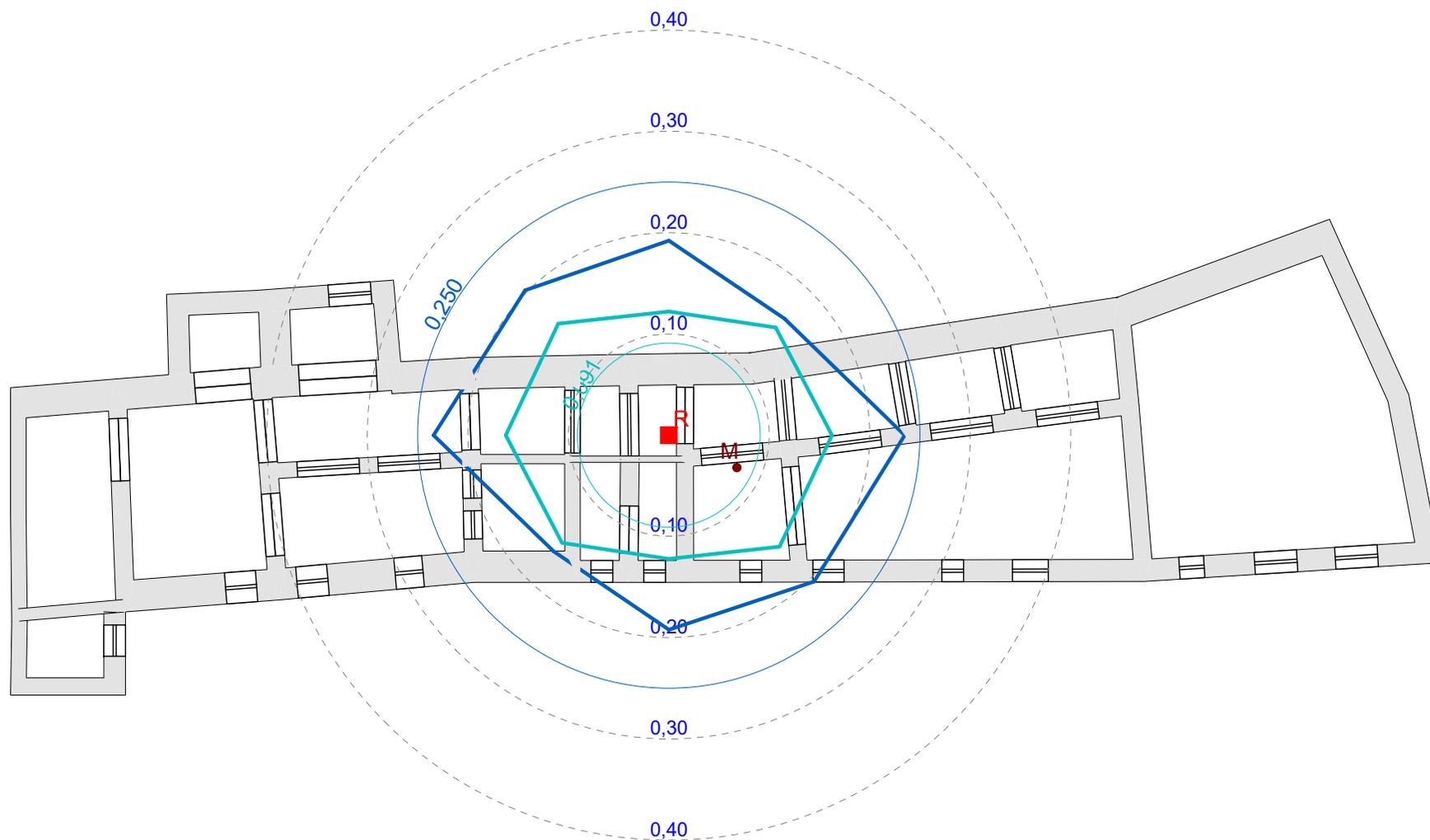






Dominio resistente per d. lineare

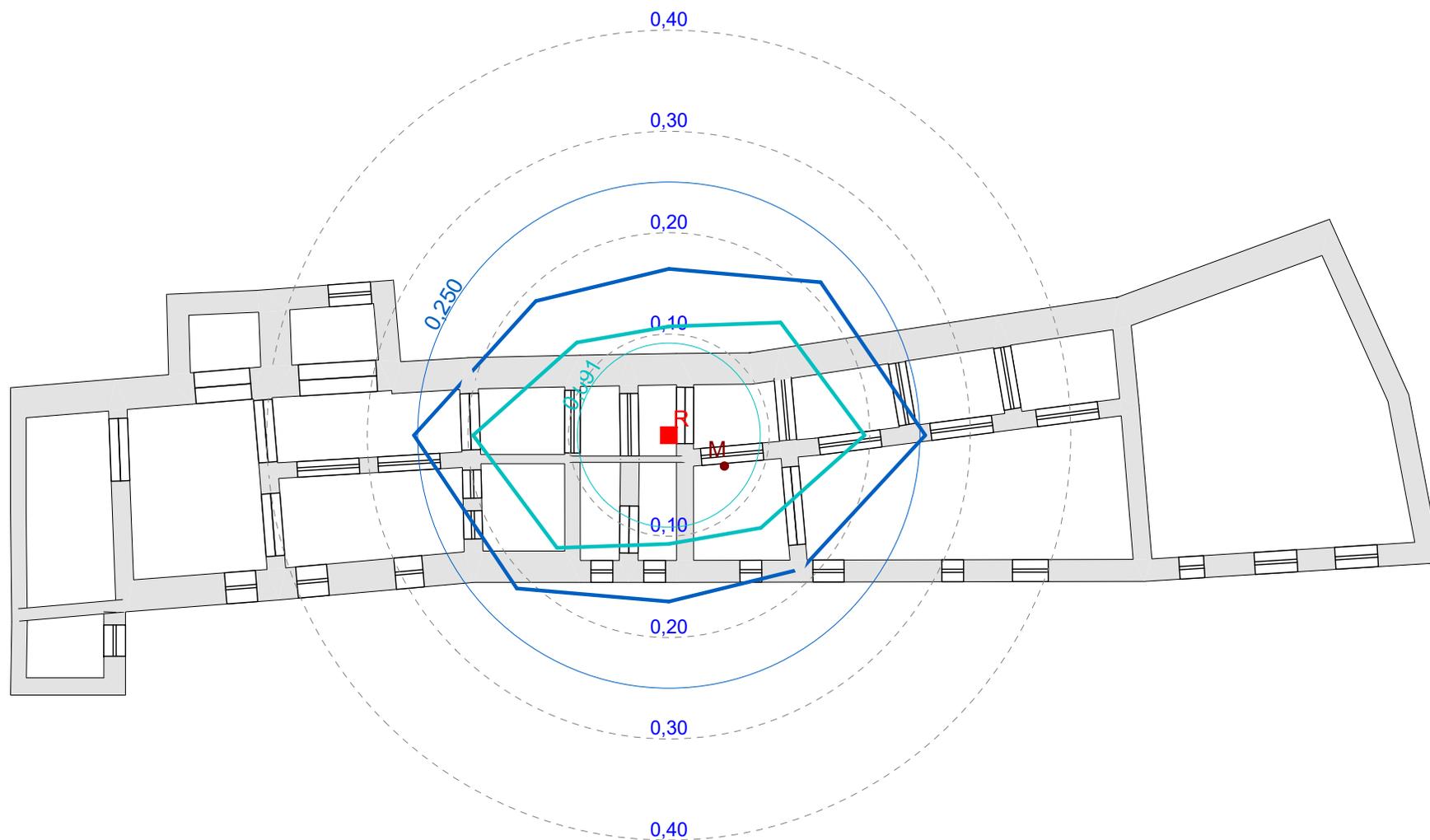
Scala 1:200



SLD	Capacità Pga	Domanda Pga
SLV	Capacità Pga	Domanda Pga

Dominio resistente per d. costante

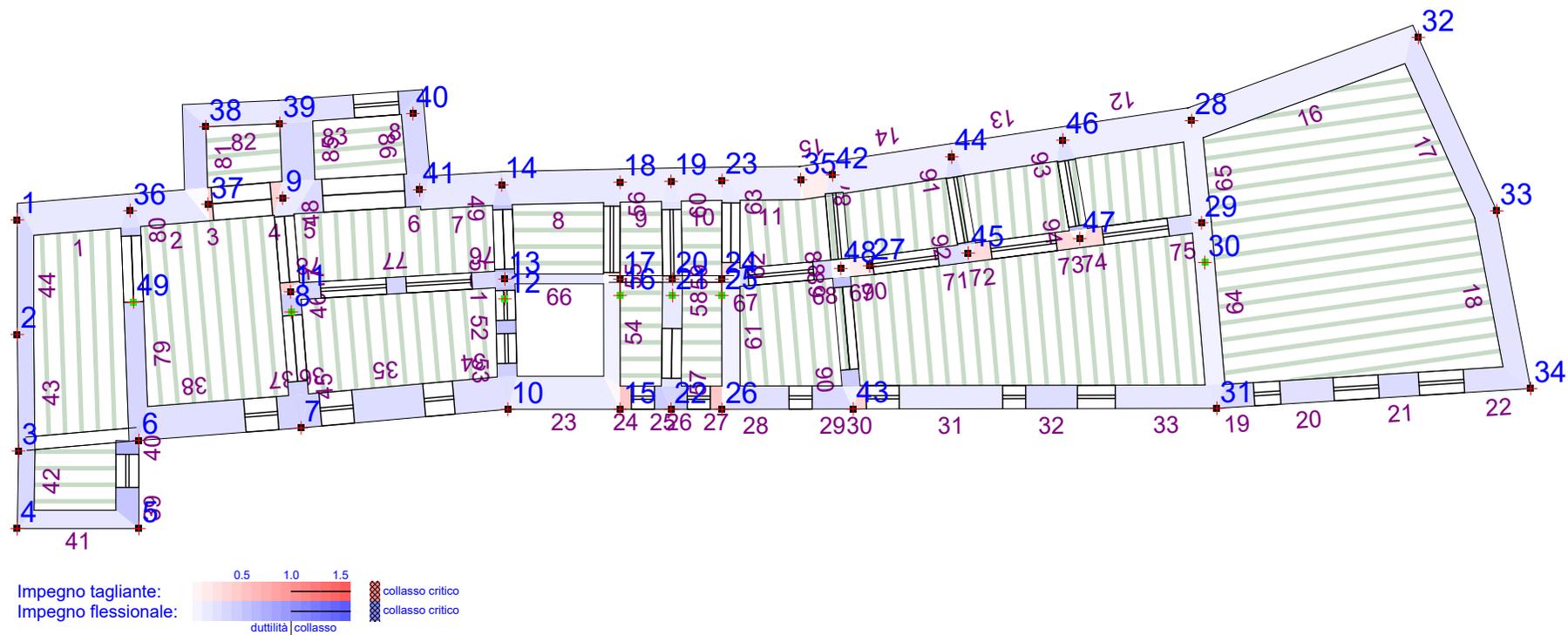
Scala 1:200



SLD	— Capacità Pga	— Domanda Pga
SLV	— Capacità Pga	— Domanda Pga

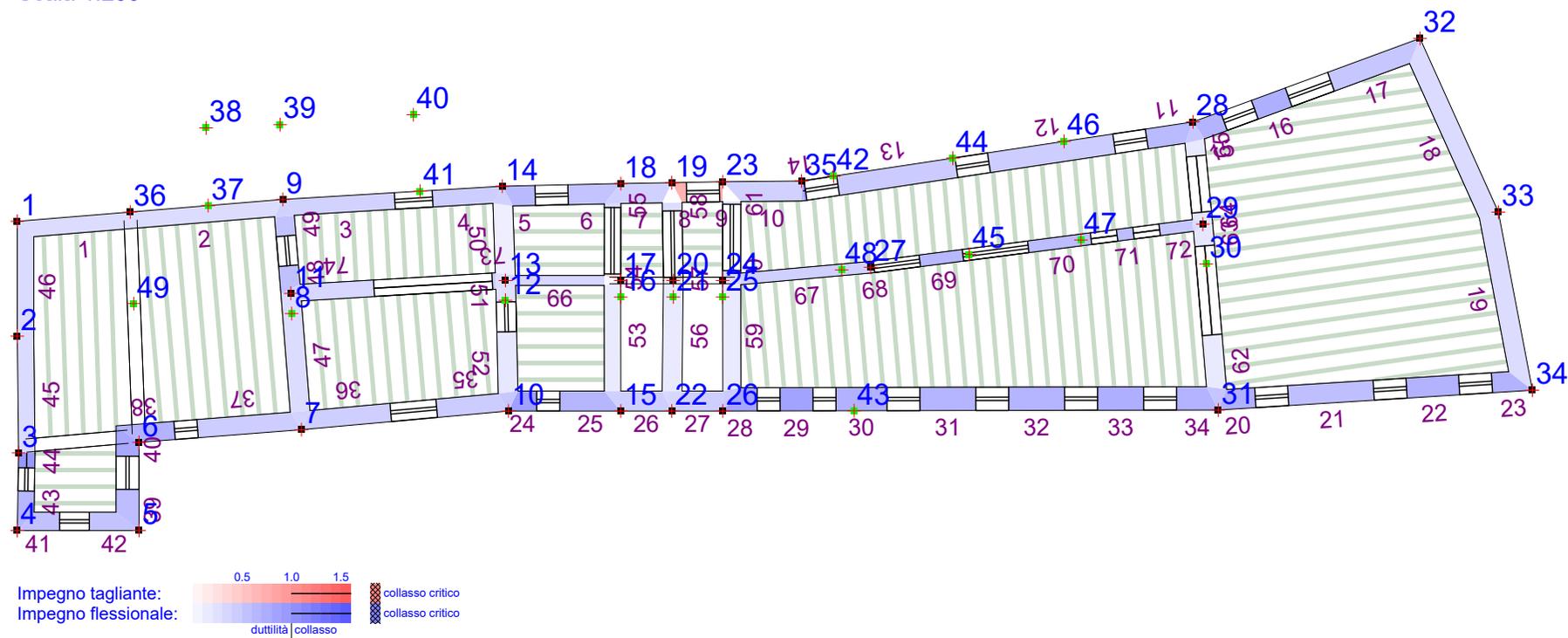
Impegno setti al piano 1: SLD d. lineare involucro dir.sismiche

Scala 1:200



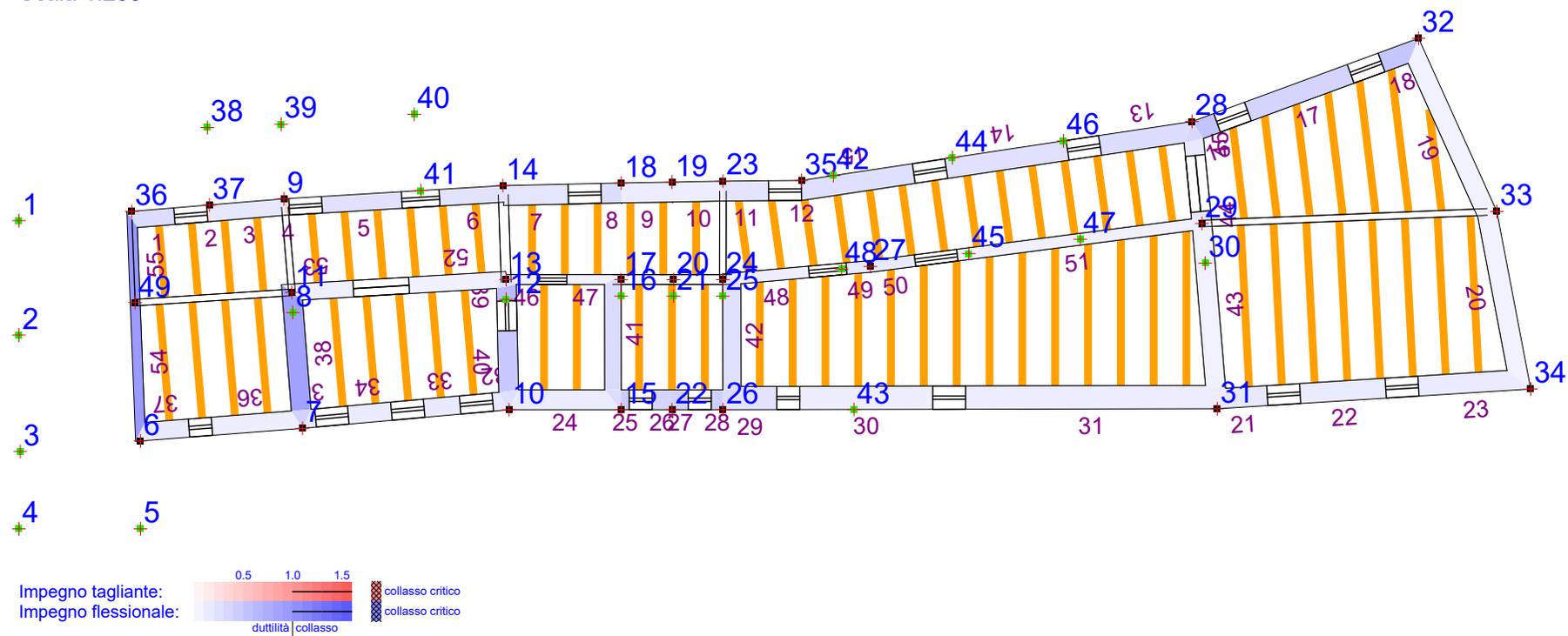
Impegno setti al piano 2: SLD d. lineare involucro dir.sismiche

Scala 1:200



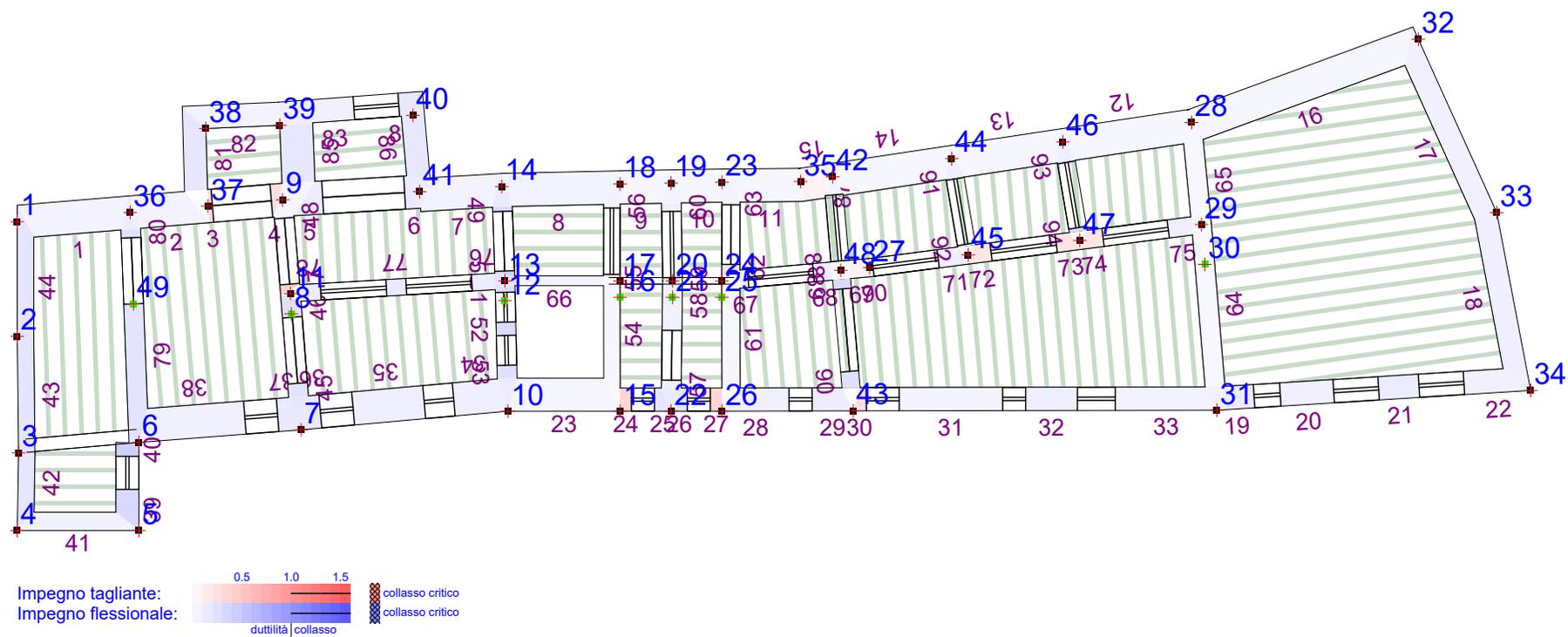
Impegno setti al piano 3: SLD d. lineare involucro dir.sismiche

Scala 1:200



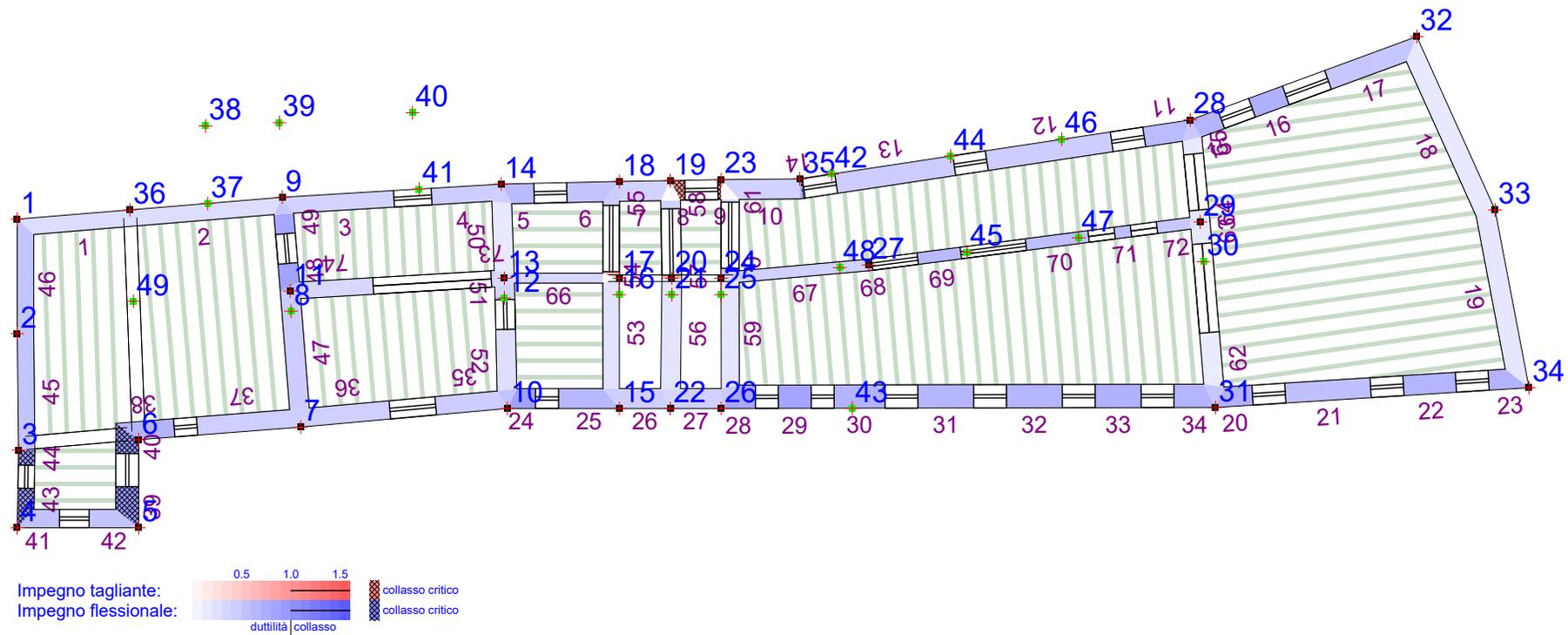
Impegno setti al piano 1: SLV d. lineare involucro dir.sismiche

Scala 1:200



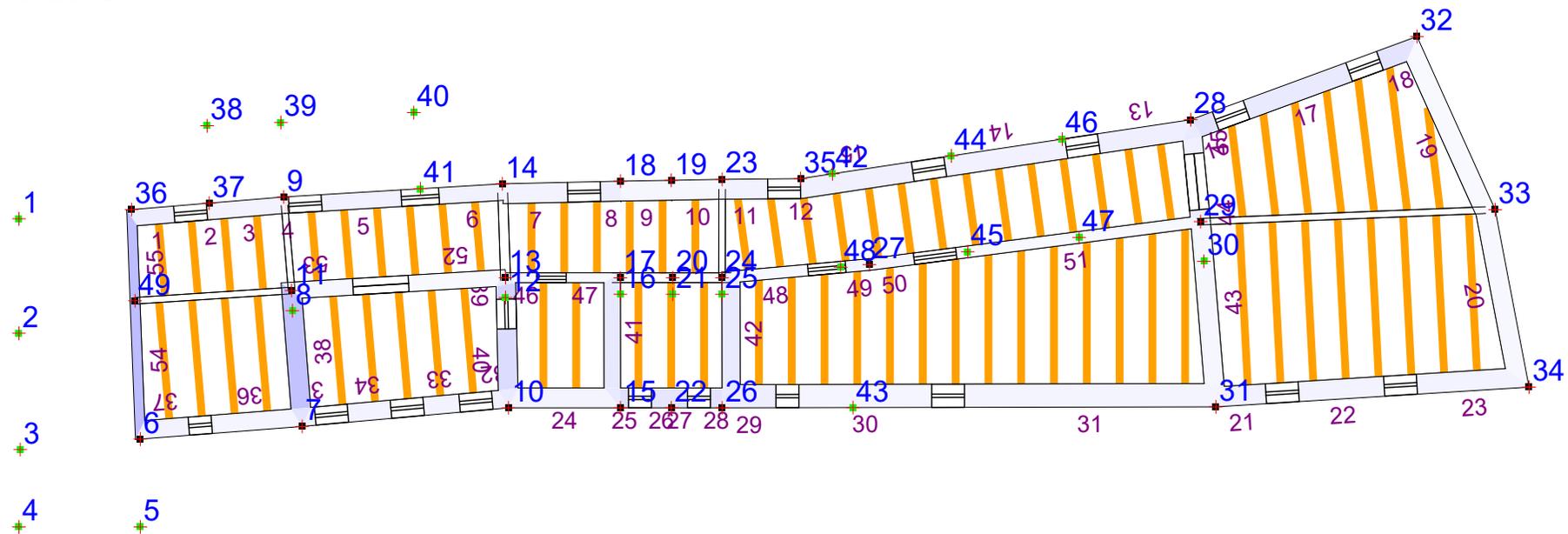
Impegno setti al piano 2: SLV d. lineare involucro dir.sismiche

Scala 1:200



Impegno setti al piano 3: SLV d. lineare involucro dir.sismiche

Scala 1:200

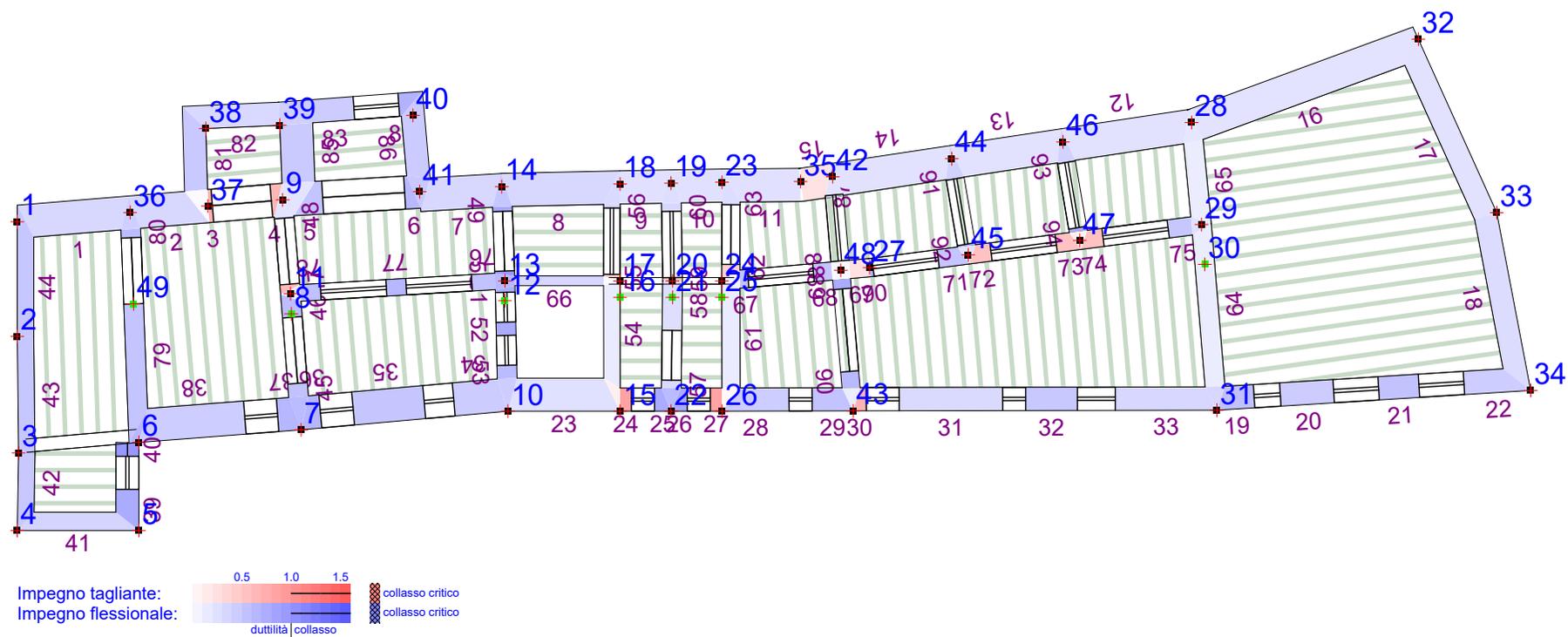


Impegno tagliante: 0.5 1.0 1.5
Impegno flessionale: duttilità | collasso

collasso critico
collasso critico

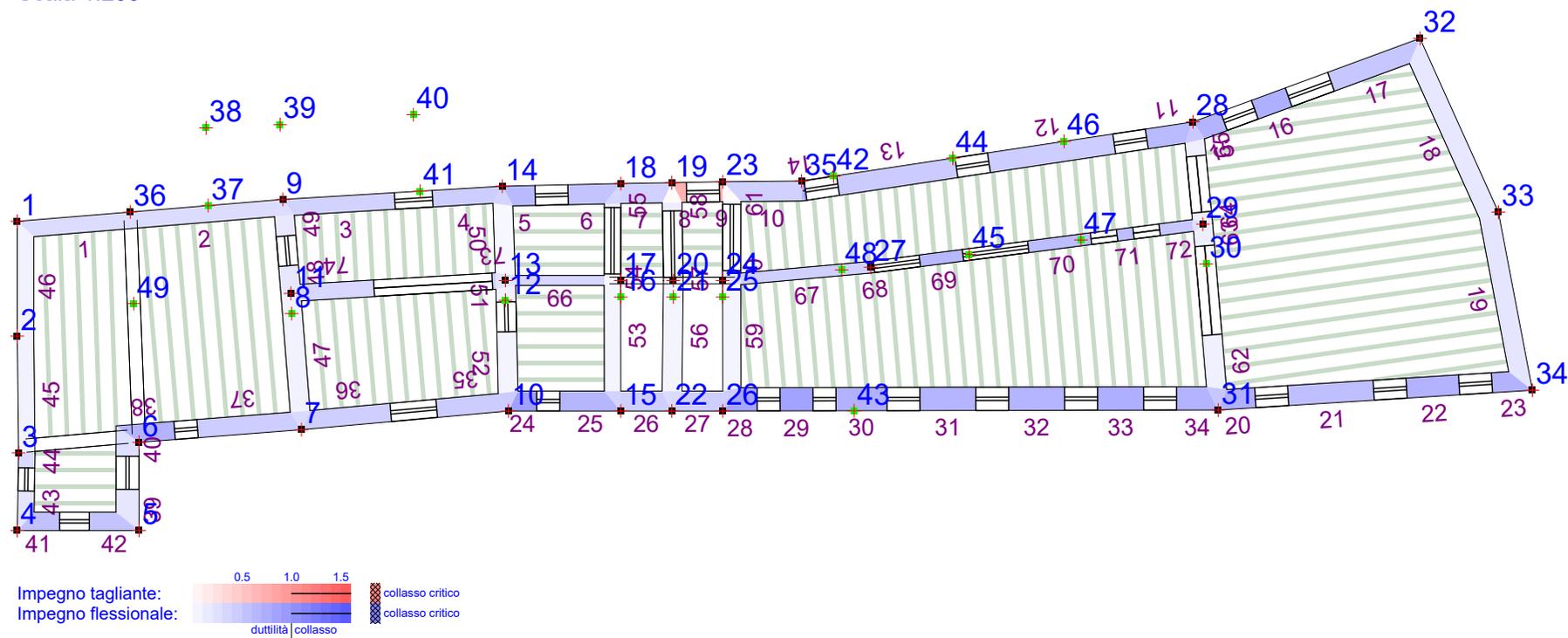
Impegno setti al piano 1: SLD d. costante involucro dir.sismiche

Scala 1:200



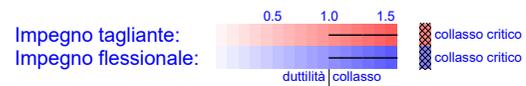
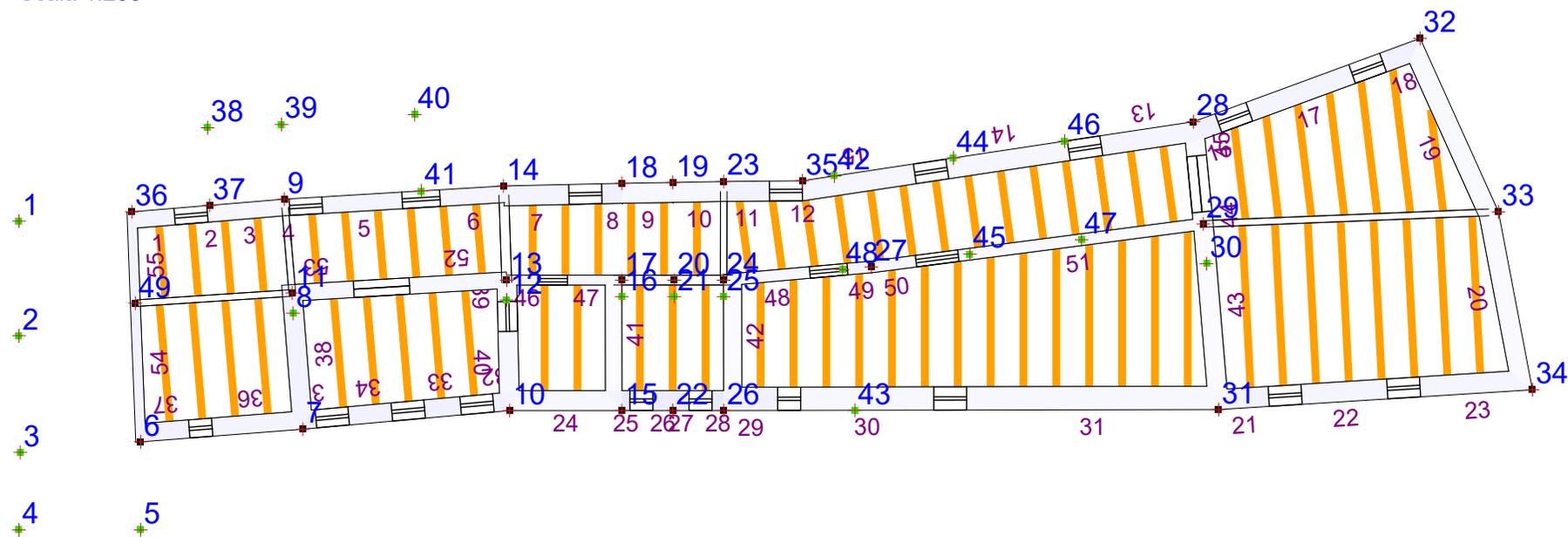
Impegno setti al piano 2: SLD d. costante involucro dir.sismiche

Scala 1:200



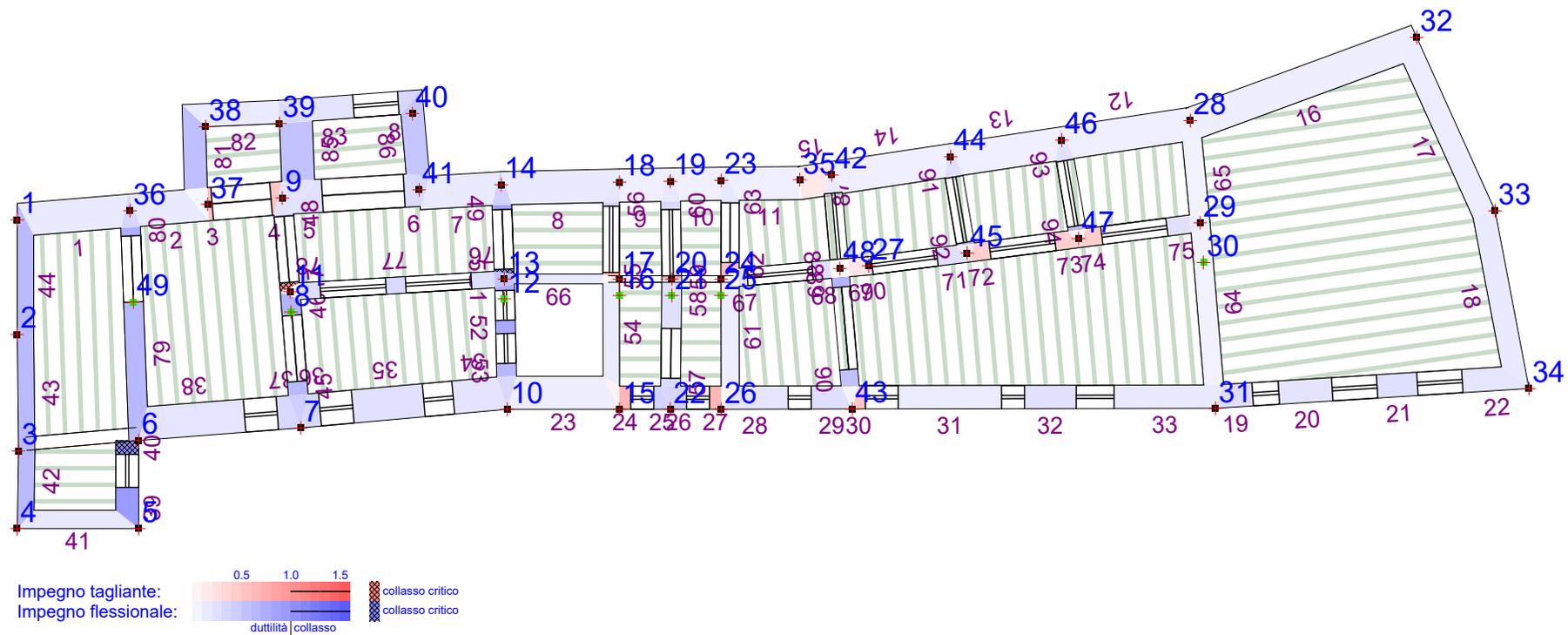
Impegno setti al piano 3: SLD d. costante involucro dir.sismiche

Scala 1:200



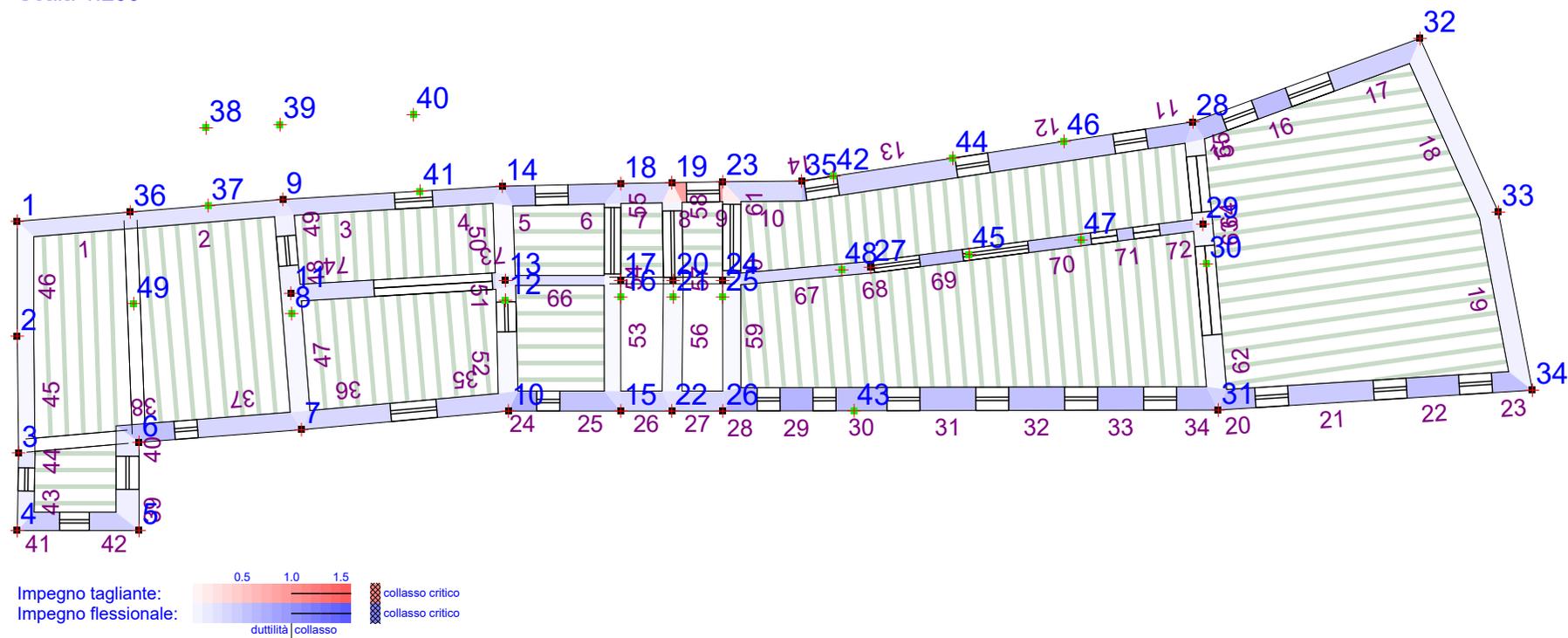
Impegno setti al piano 1: SLV d. costante involucro dir.sismiche

Scala 1:200



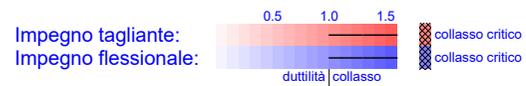
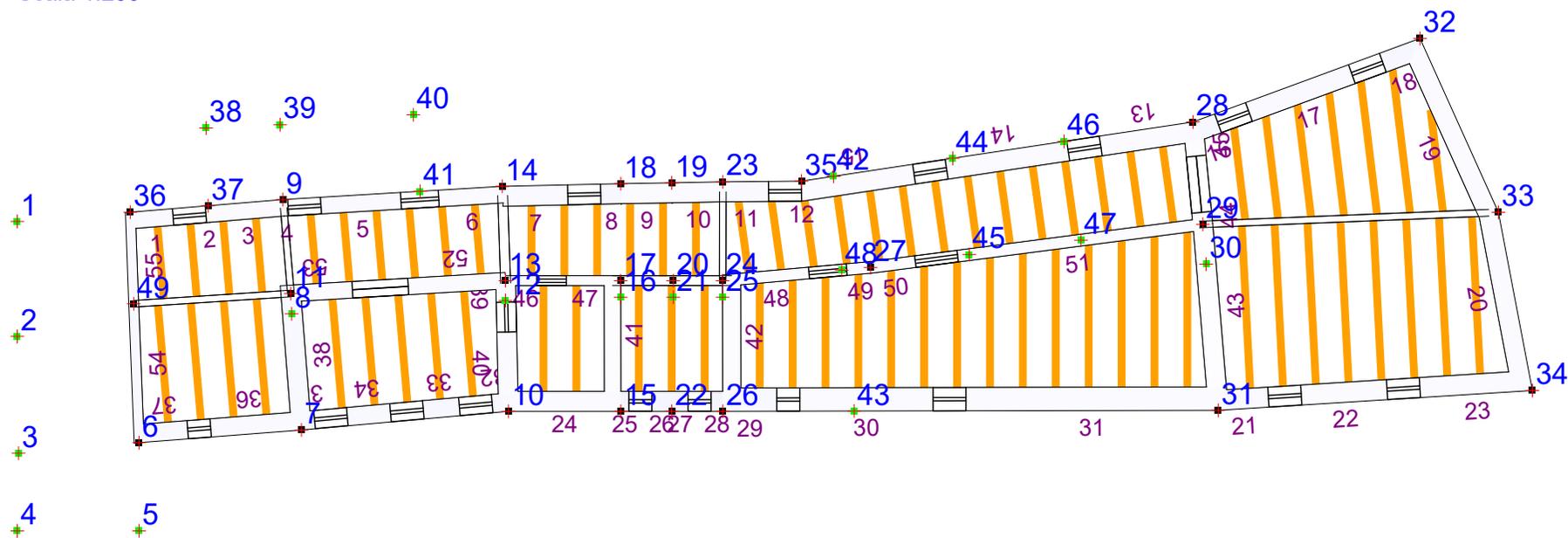
Impegno setti al piano 2: SLV d. costante involucro dir.sismiche

Scala 1:200



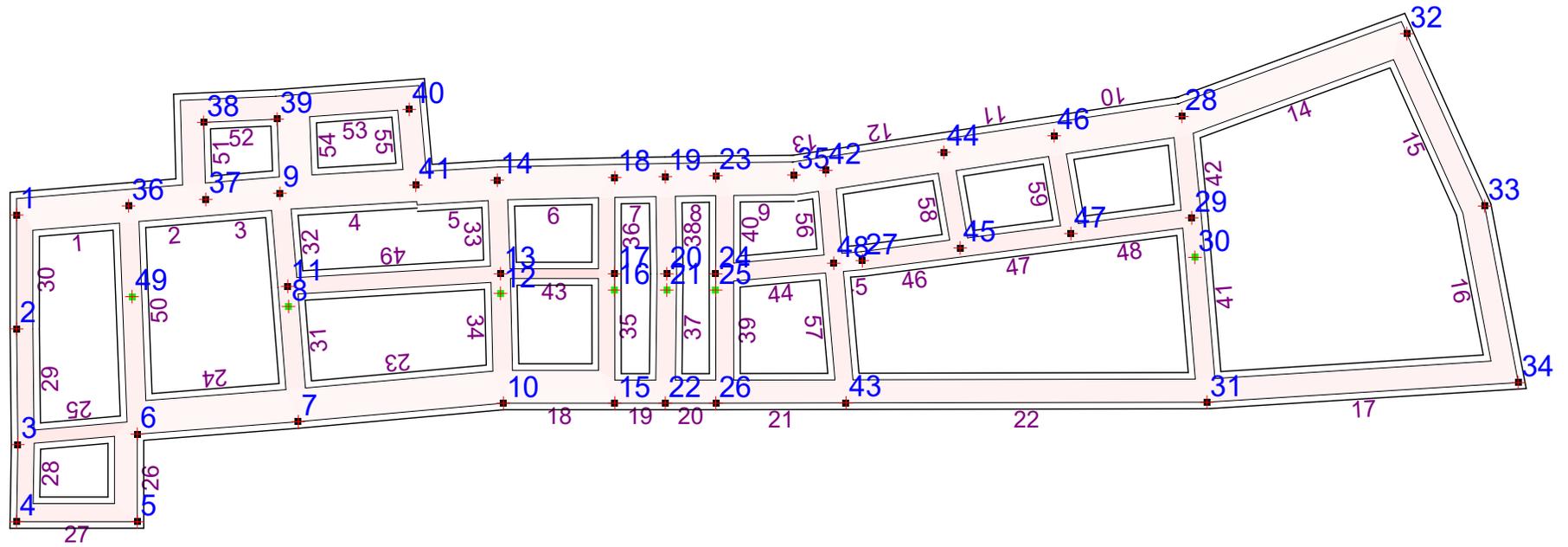
Impegno setti al piano 3: SLV d. costante involucro dir.sismiche

Scala 1:200



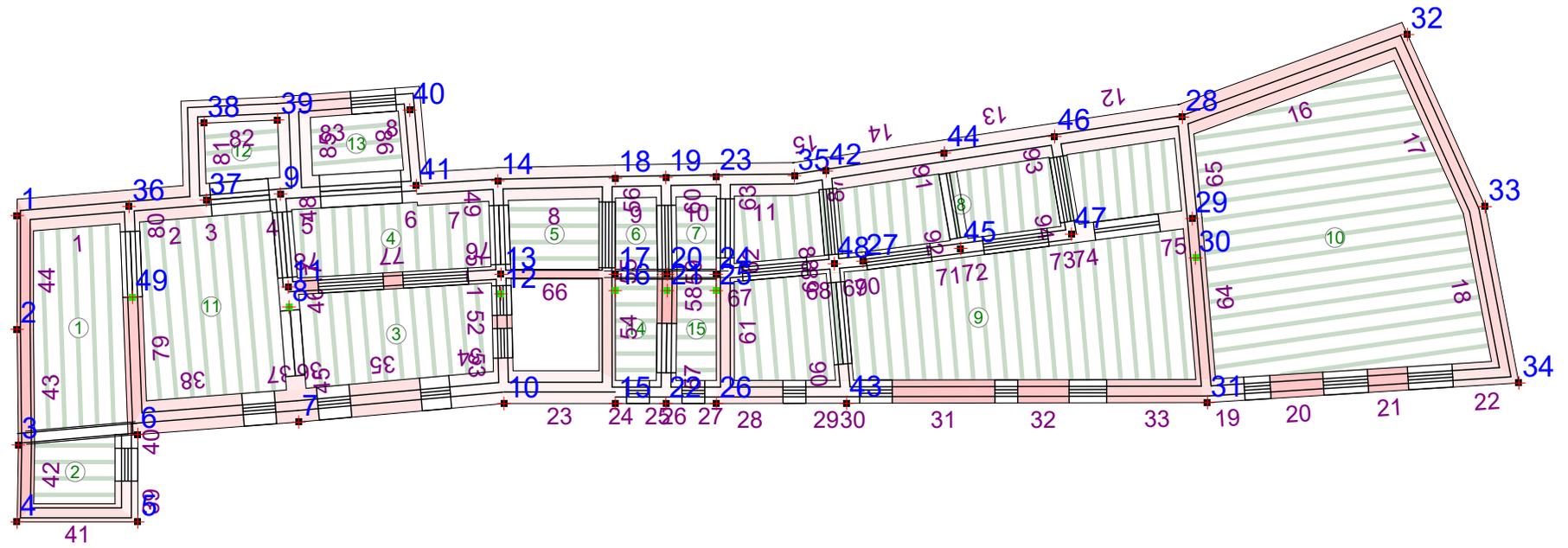
Verifica snellezza al piano 0

Scala 1:200



Verifica snellezza al piano 1

Scala 1:200

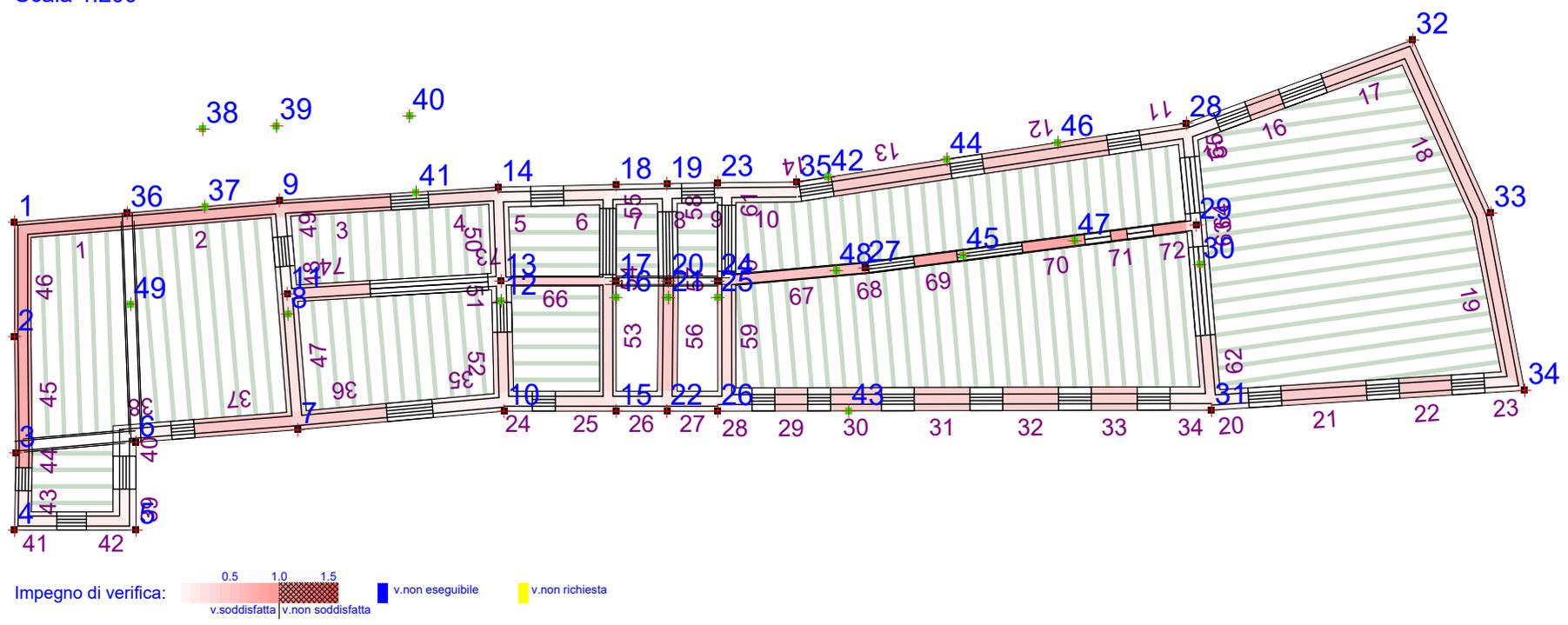


Impegno di verifica:

0.5	1.0	1.5	v. non eseguibile	v. non richiesta
v. soddisfatta	v. non soddisfatta			

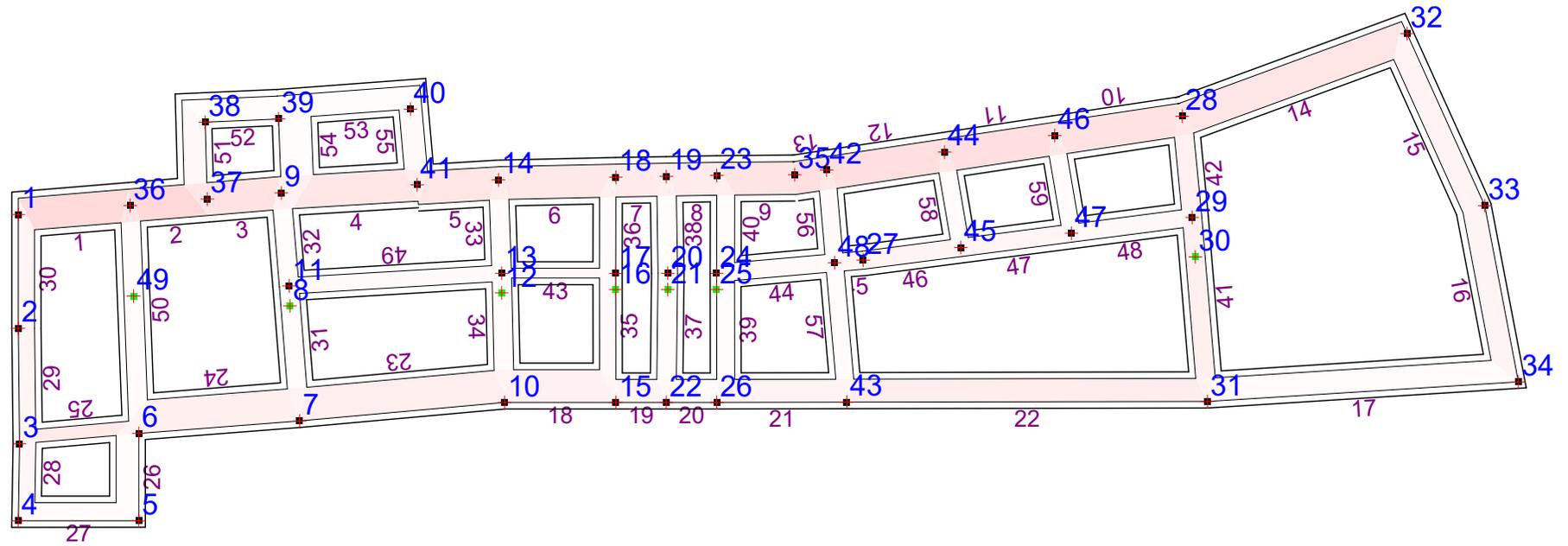
Verifica snellezza al piano 2

Scala 1:200



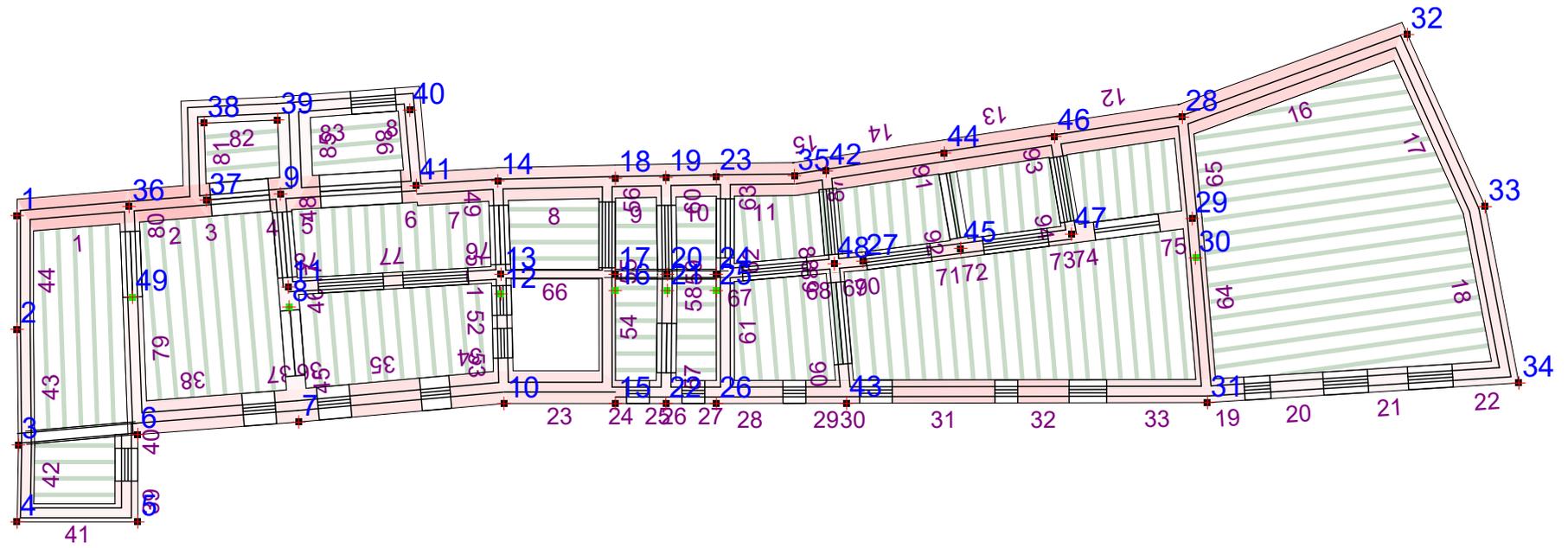
Verifica eccentricità trasversale al piano 0

Scala 1:200



Verifica eccentricità trasversale al piano 1

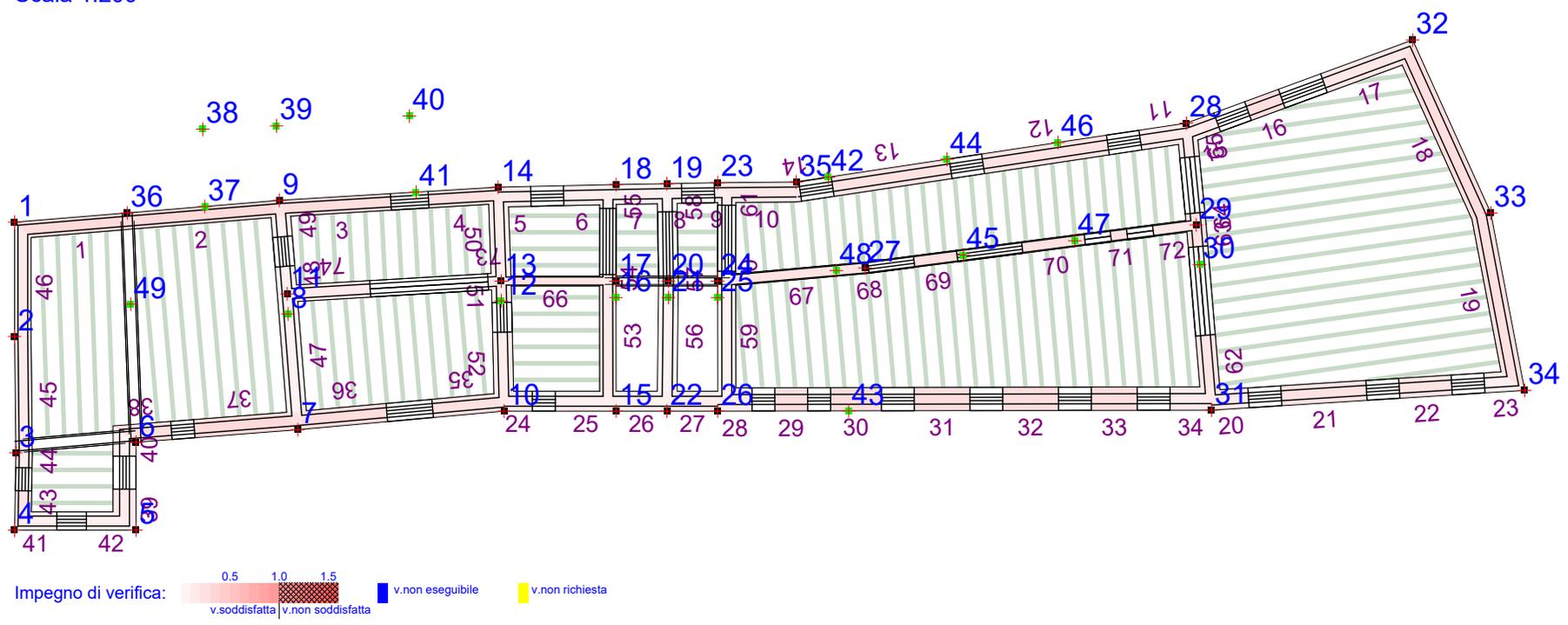
Scala 1:200



Impegno di verifica: 0.5 1.0 1.5
v. soddisfatta v. non soddisfatta v. non eseguibile v. non richiesta

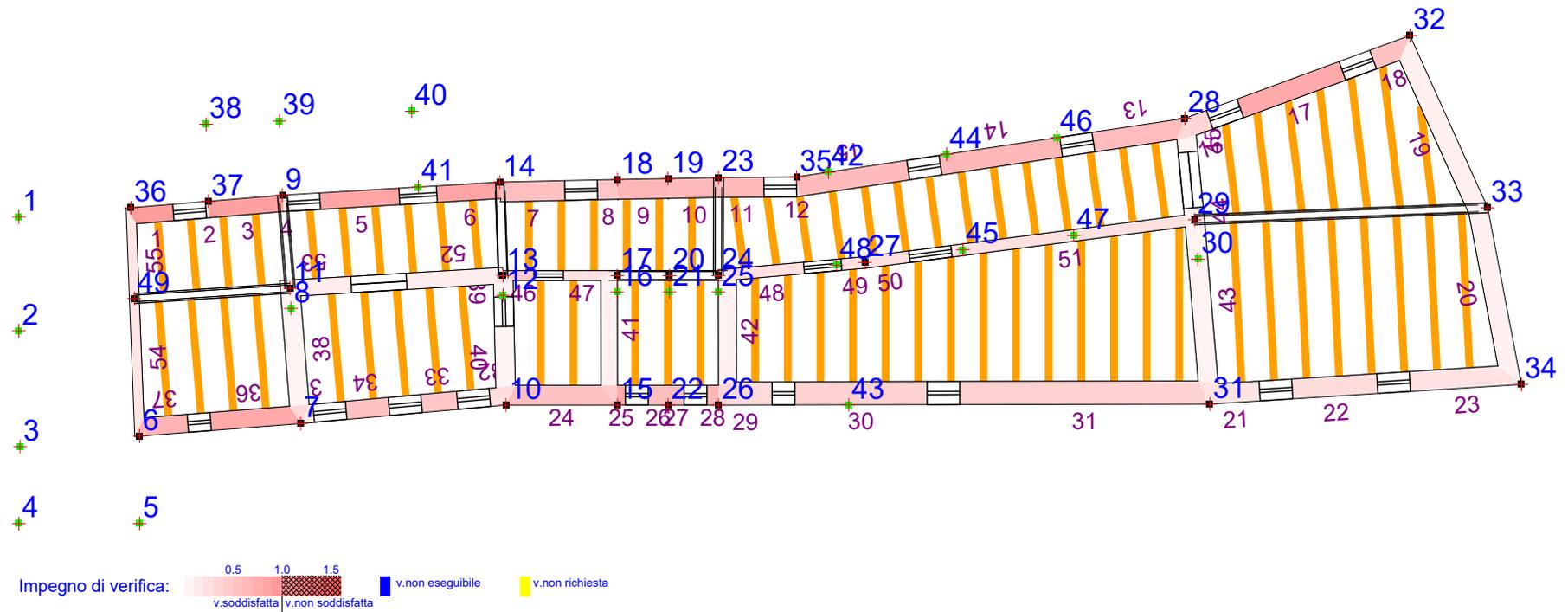
Verifica eccentricità trasversale al piano 2

Scala 1:200



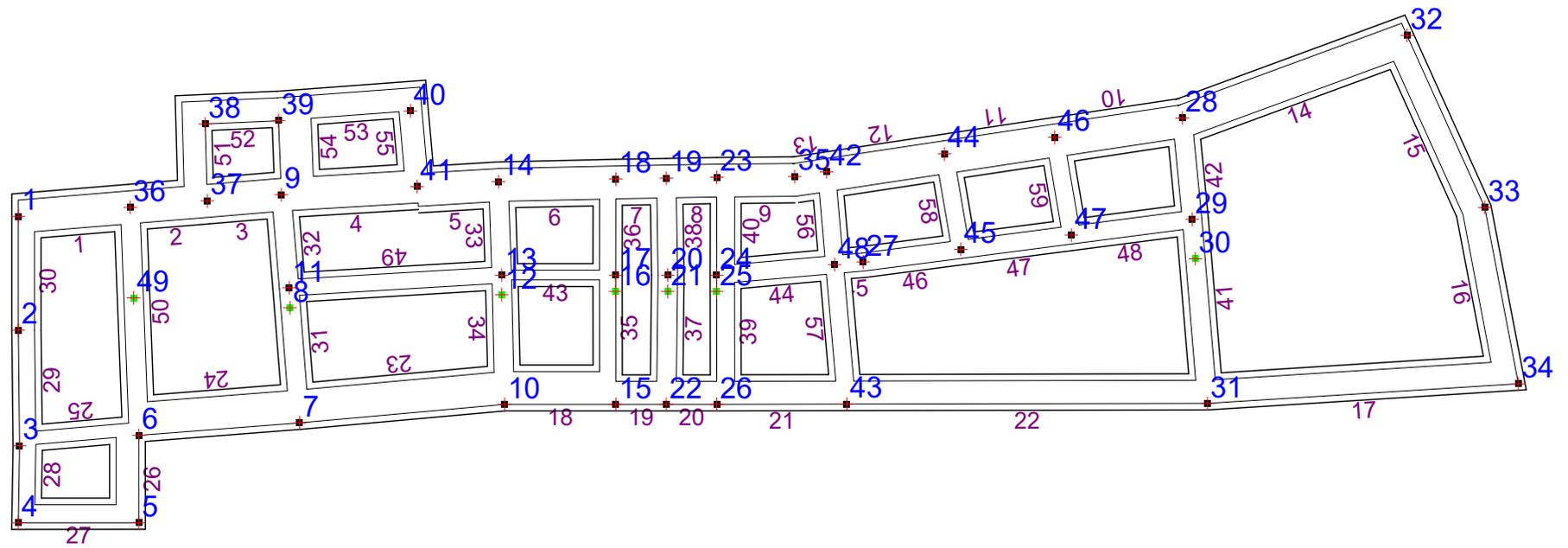
Verifica eccentricità trasversale al piano 3

Scala 1:200



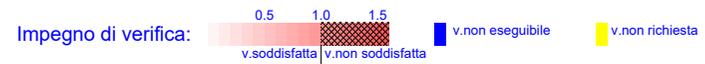
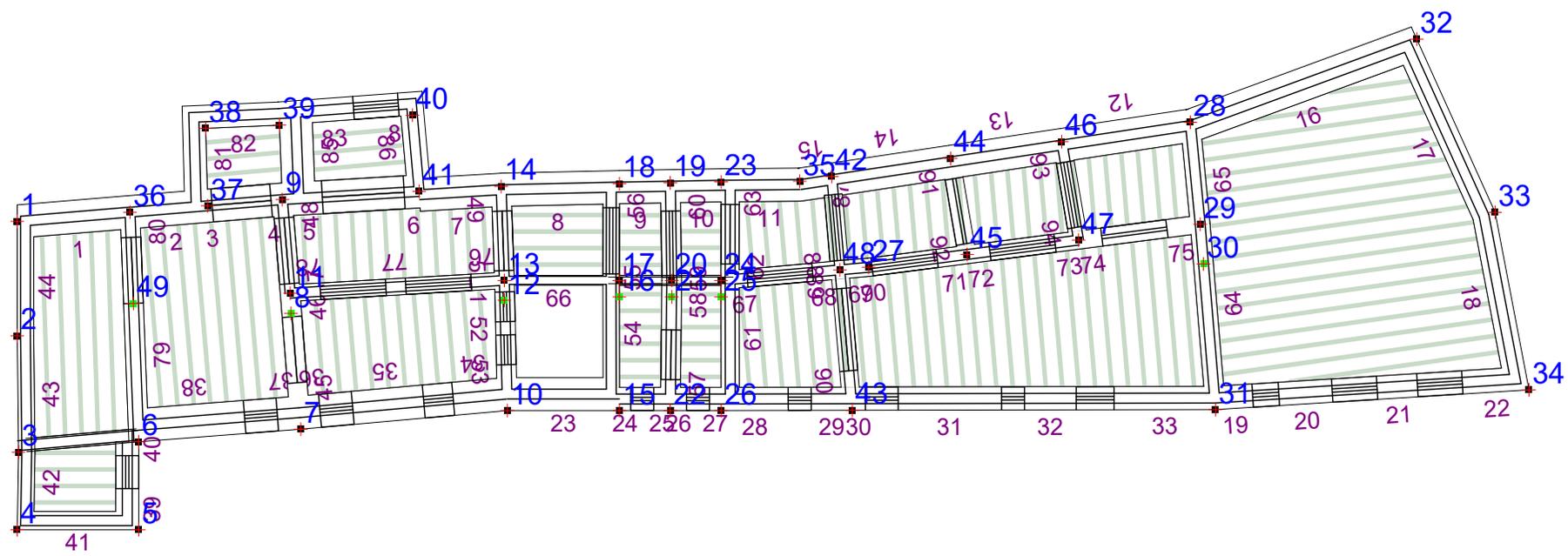
Verifica eccentricità longitudinale al piano 0

Scala 1:200



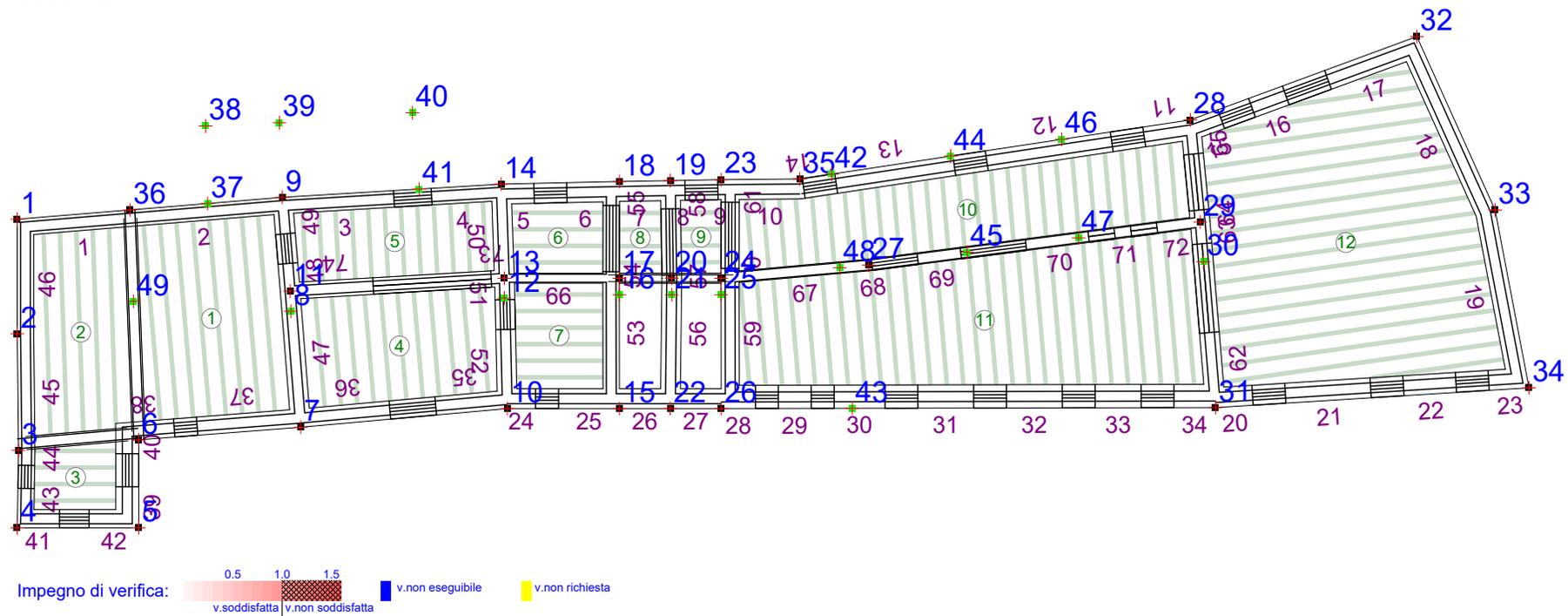
Verifica eccentricità longitudinale al piano 1

Scala 1:200



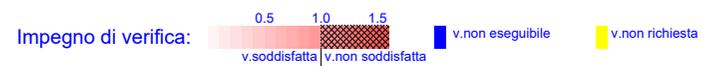
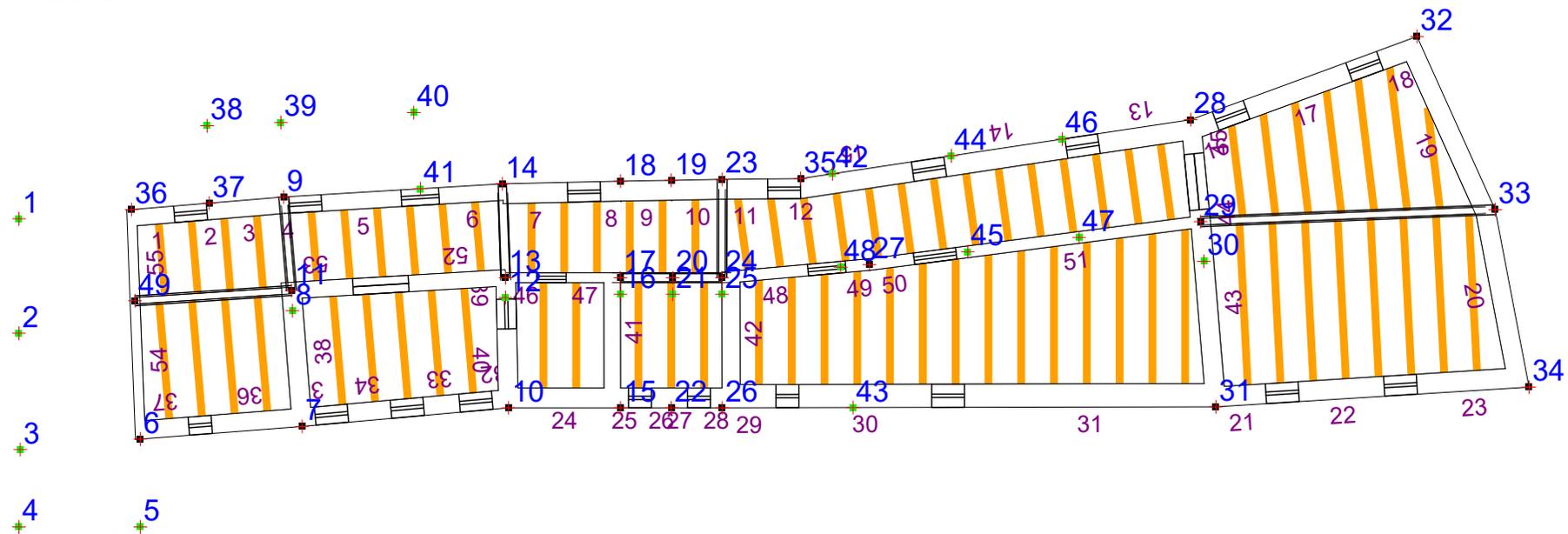
Verifica eccentricità longitudinale al piano 2

Scala 1:200



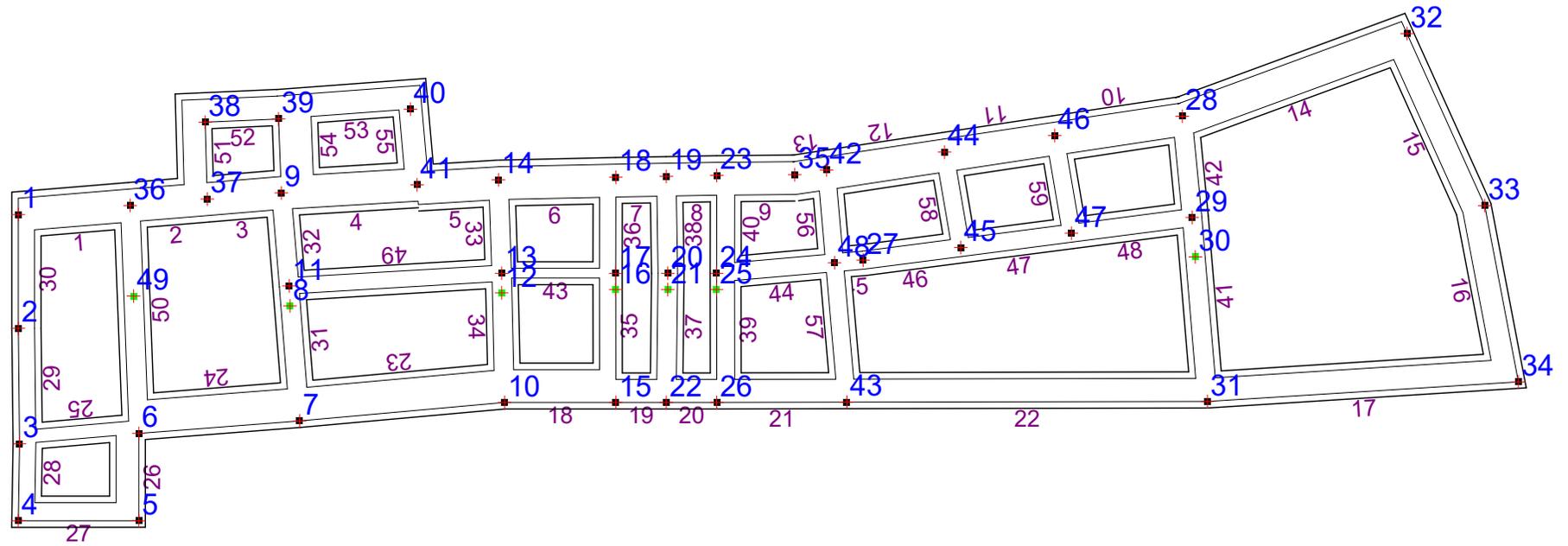
Verifica eccentricità longitudinale al piano 3

Scala 1:200



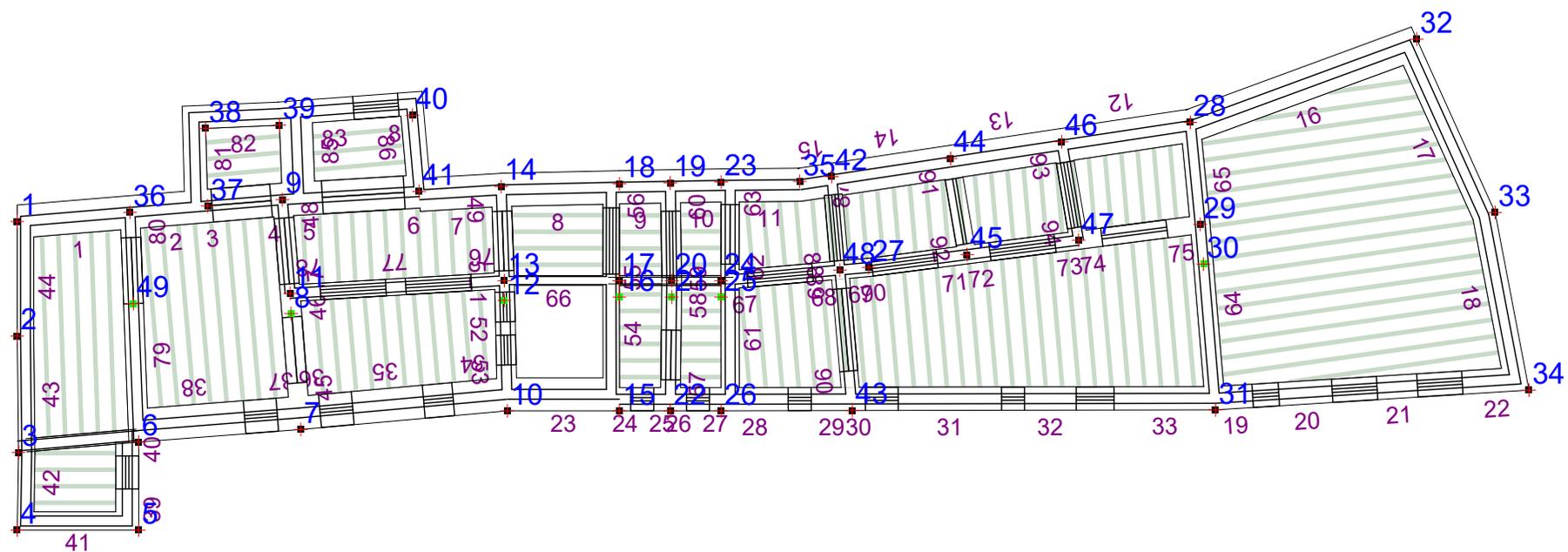
Verifica a taglio statica al piano 0

Scala 1:200



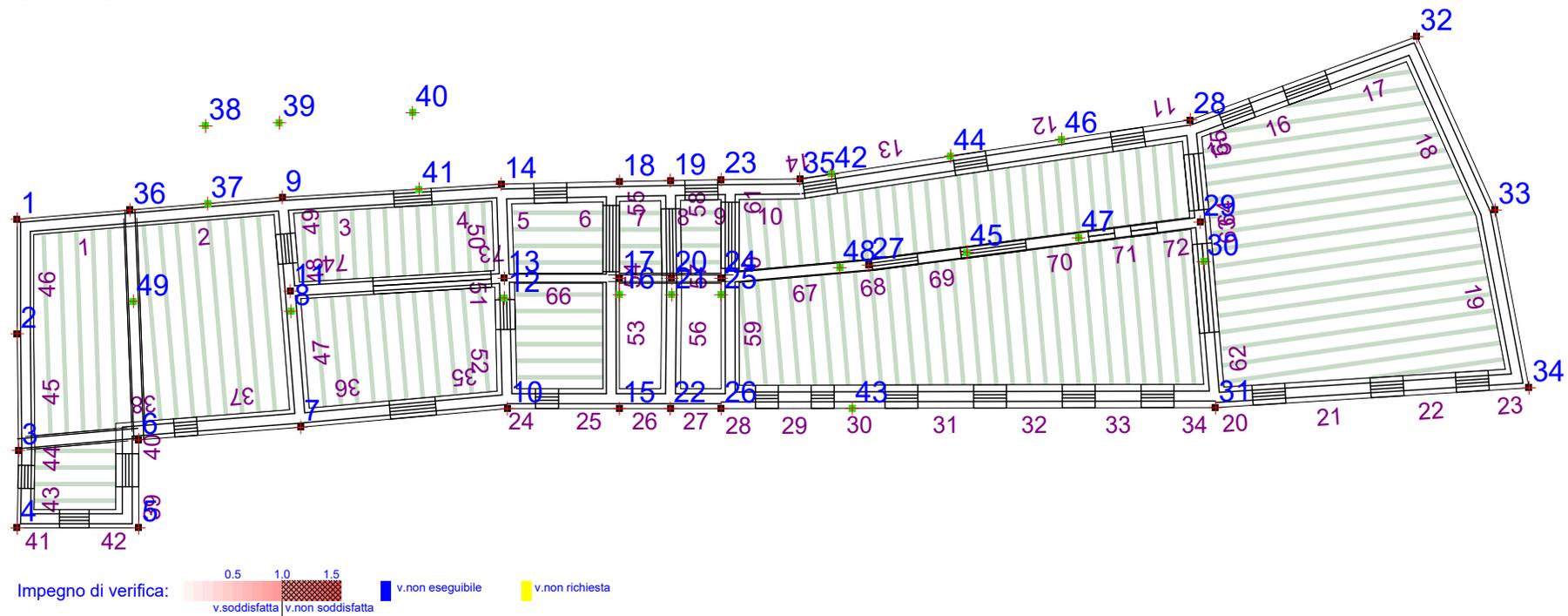
Verifica a taglio statica al piano 1

Scala 1:200



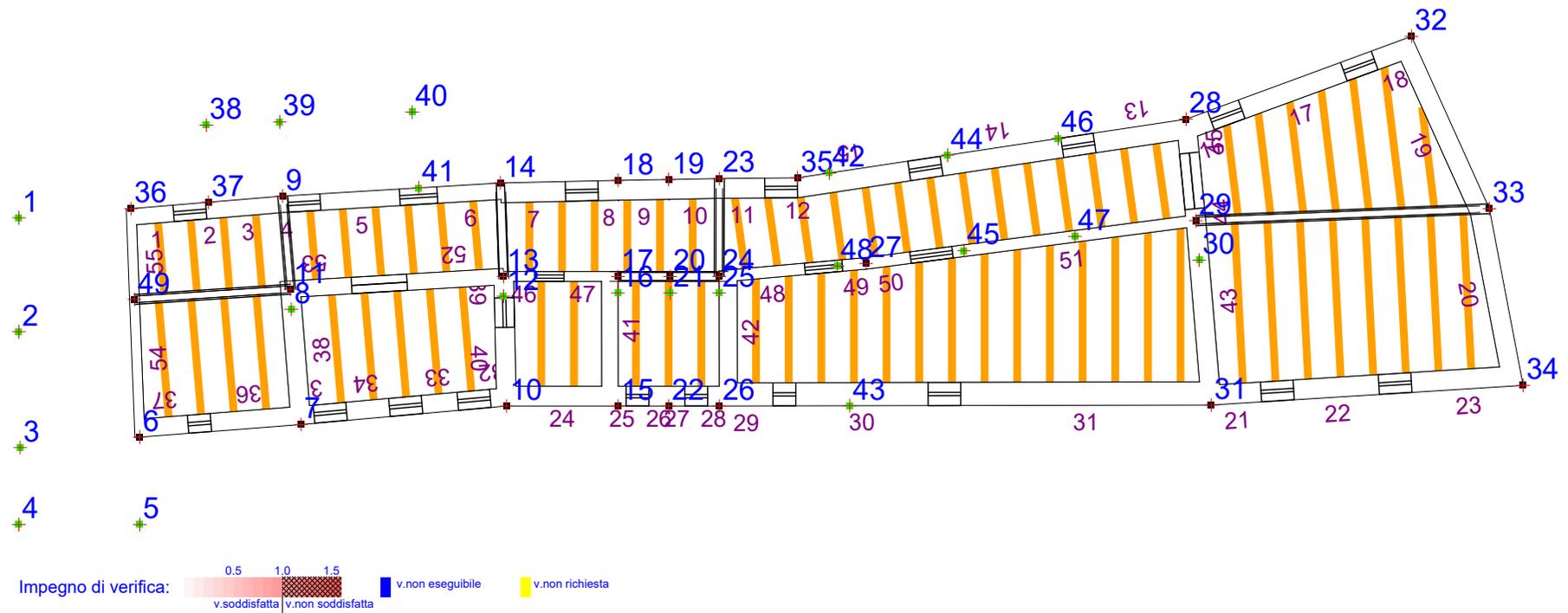
Verifica a taglio statica al piano 2

Scala 1:200



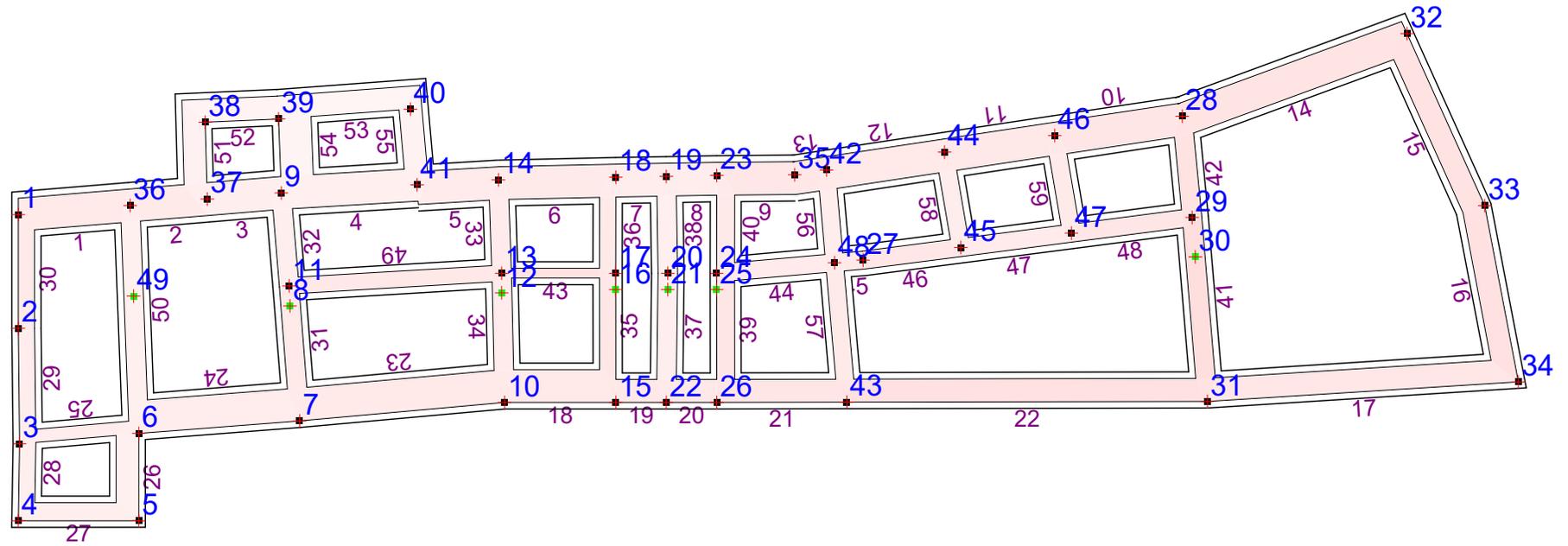
Verifica a taglio statica al piano 3

Scala 1:200



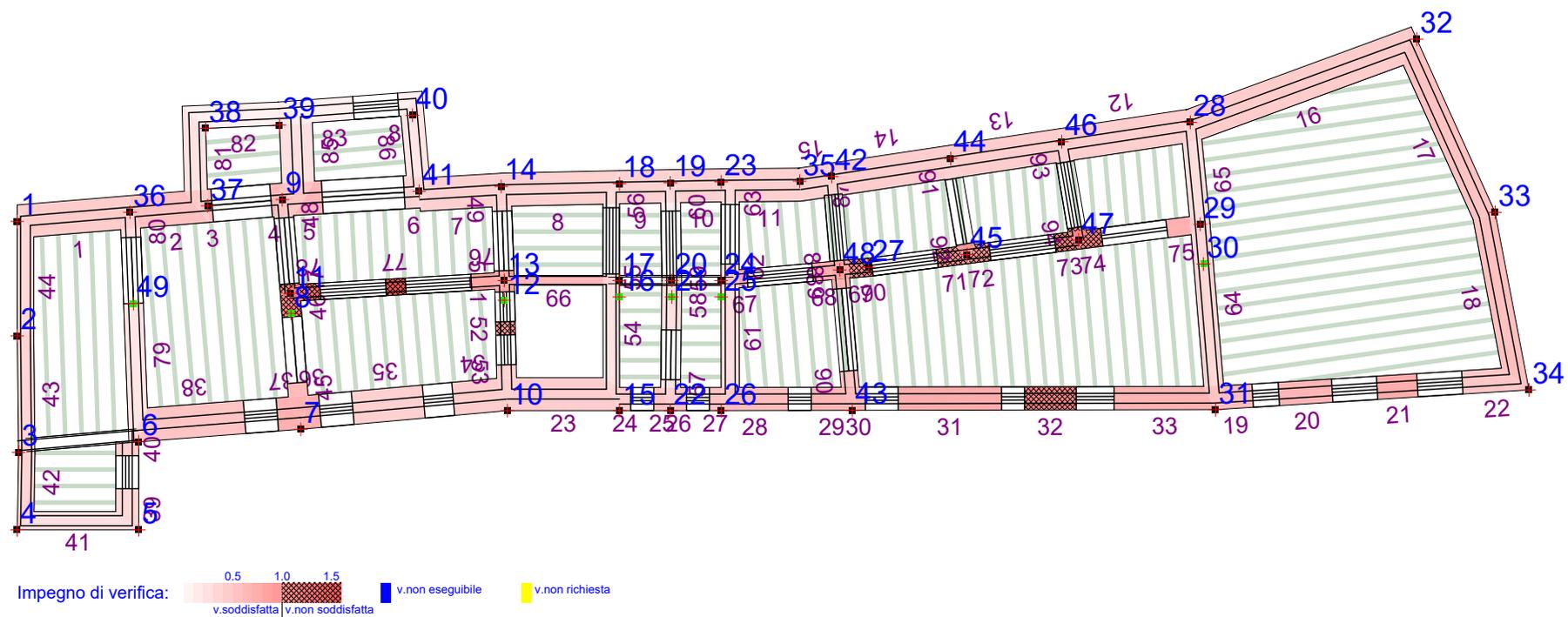
Verifica pressoflessione tras. statica al piano 0

Scala 1:200



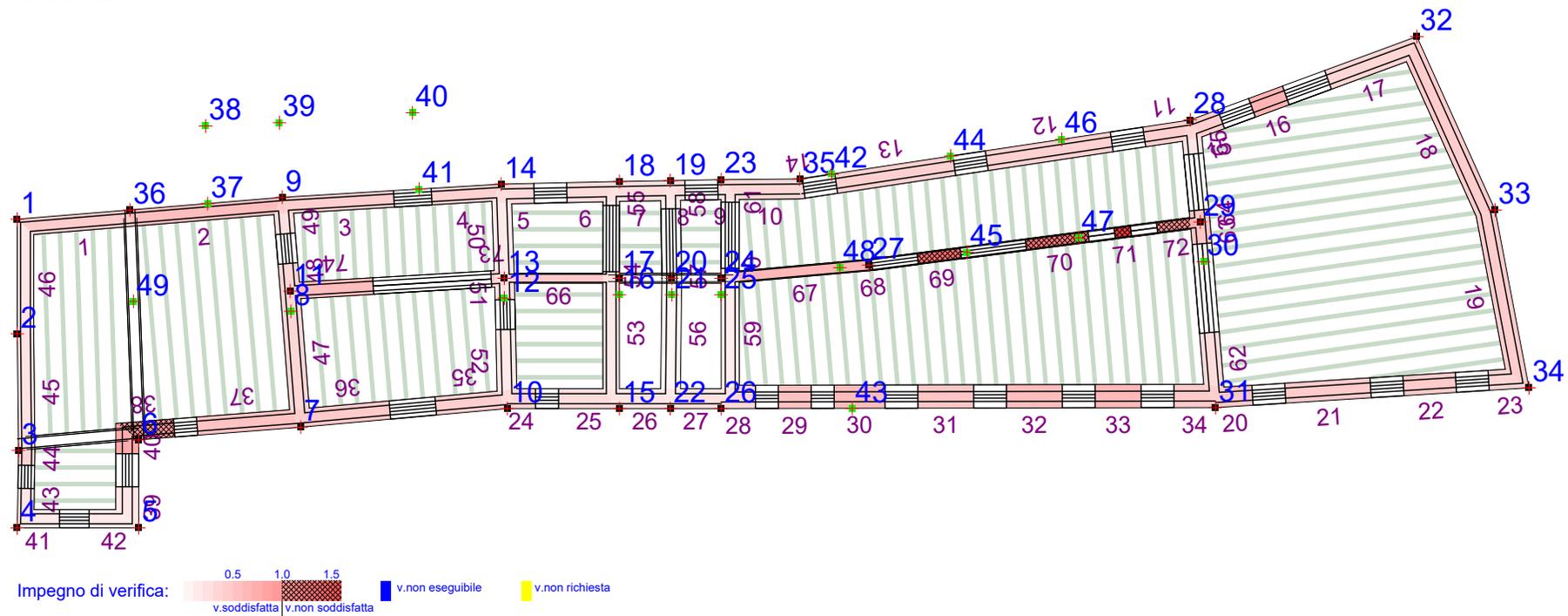
Verifica pressoflessione tras. statica al piano 1

Scala 1:200



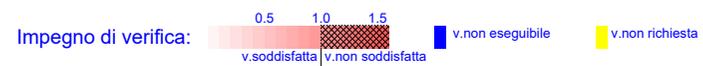
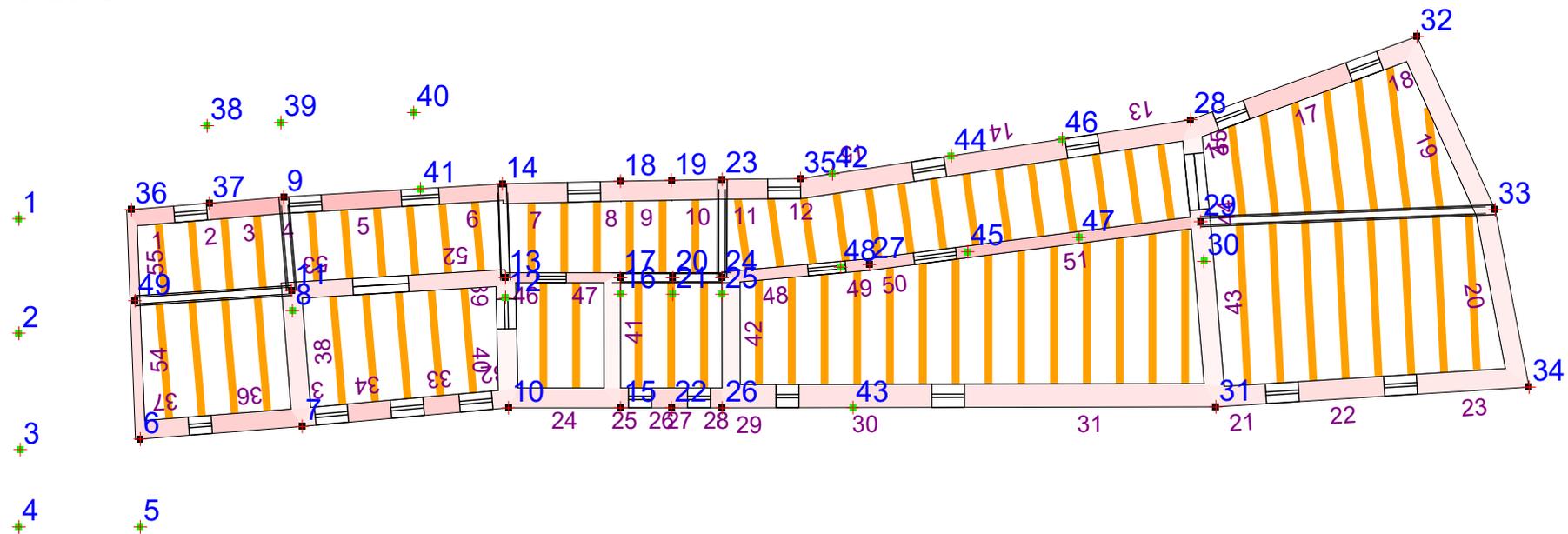
Verifica pressoflessione tras. statica al piano 2

Scala 1:200



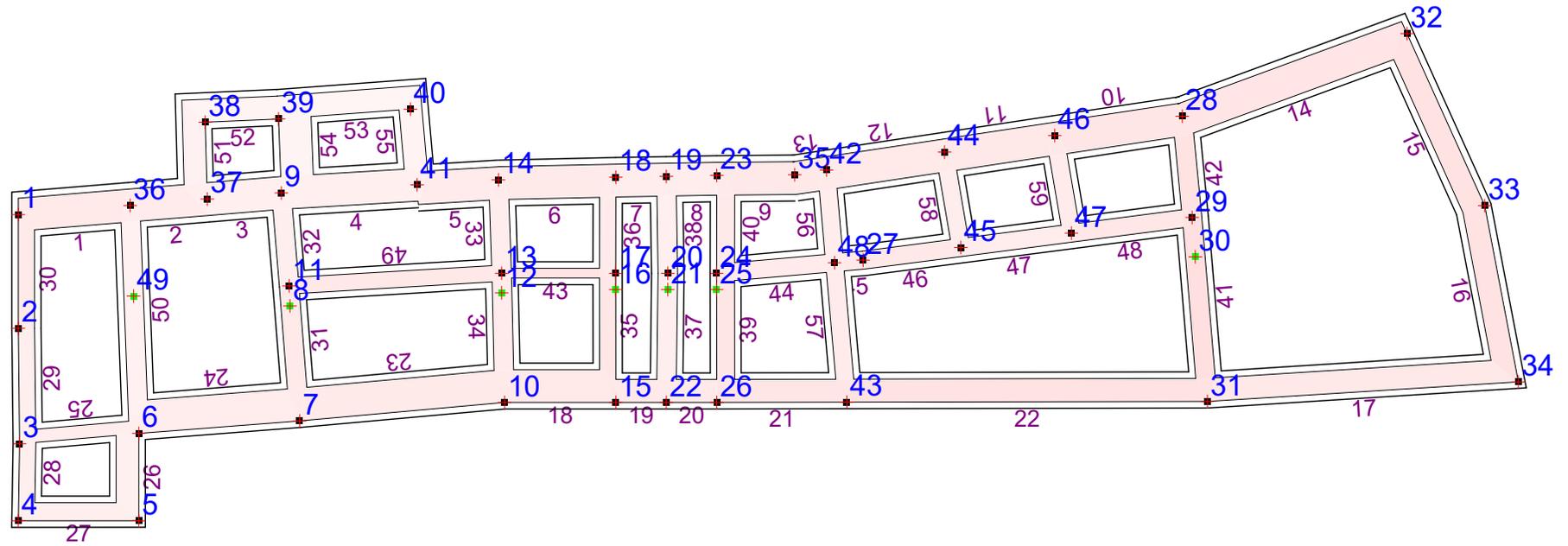
Verifica pressoflessione tras. statica al piano 3

Scala 1:200



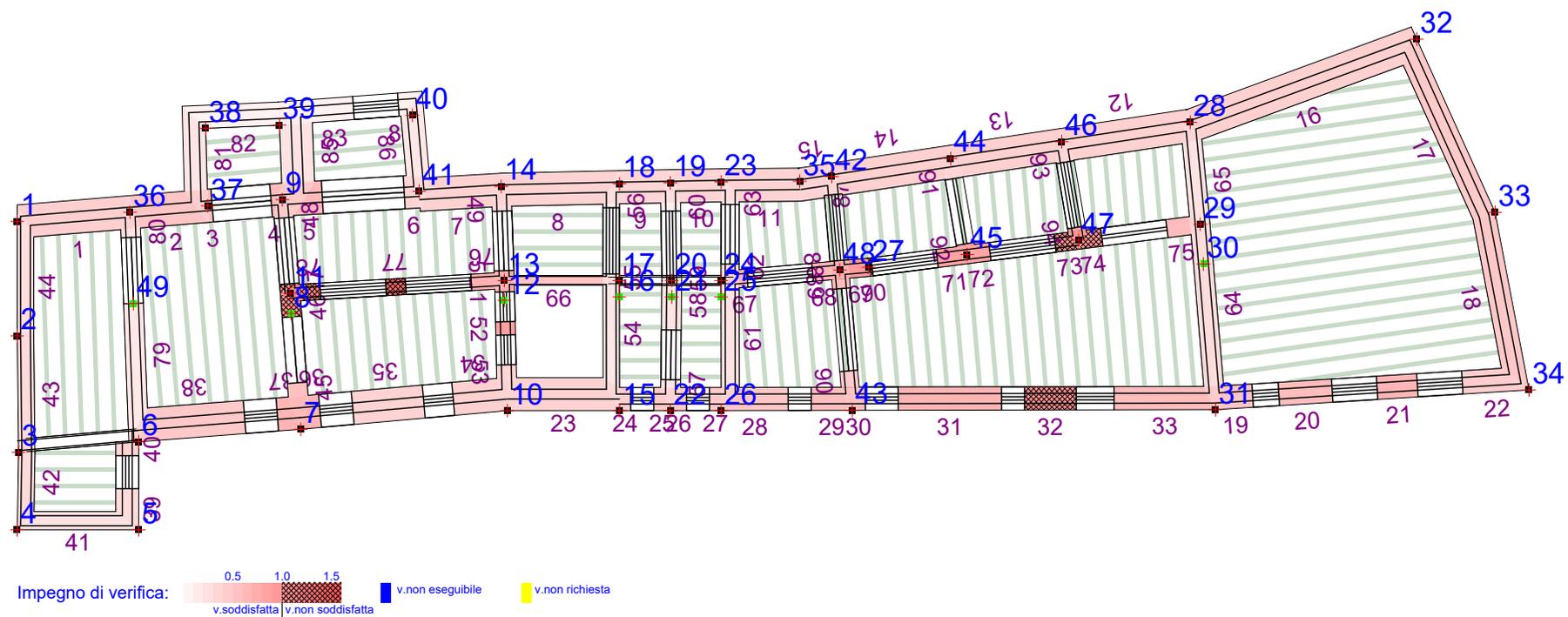
Verifica pressoflessione long. statica al piano 0

Scala 1:200



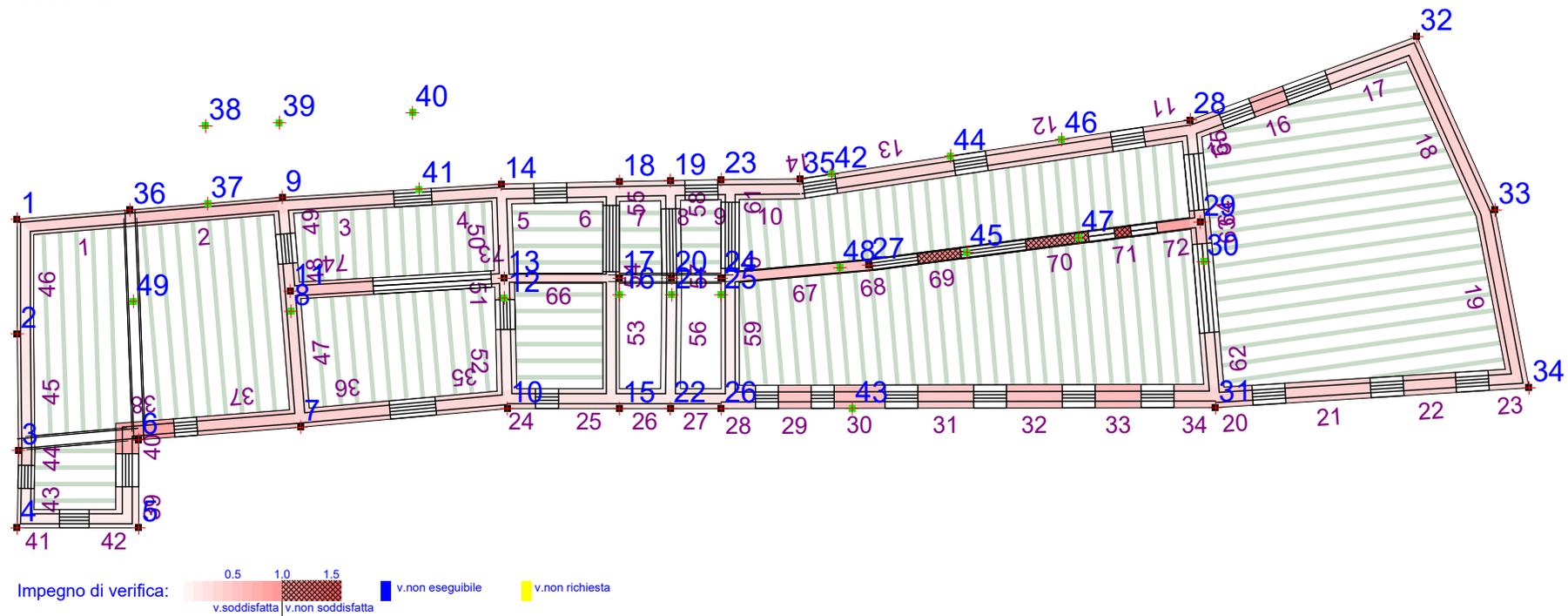
Verifica pressoflessione long. statica al piano 1

Scala 1:200



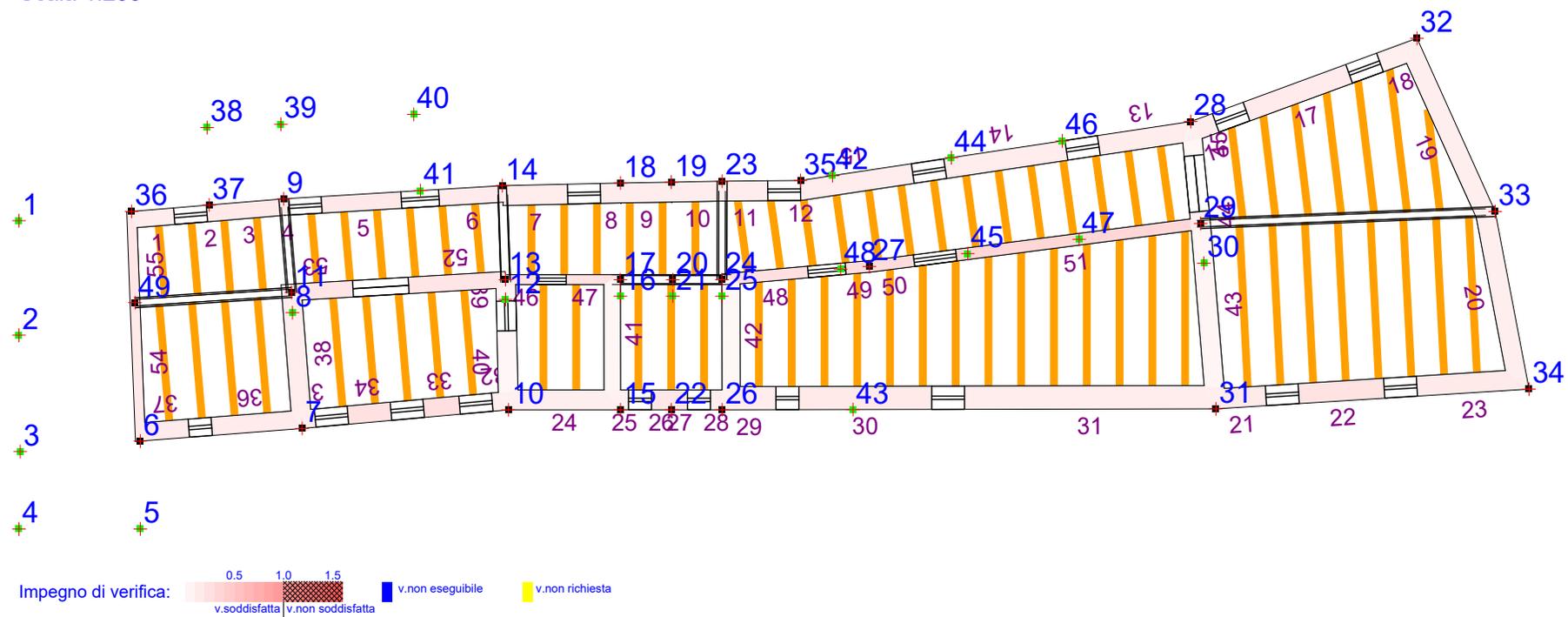
Verifica pressoflessione long. statica al piano 2

Scala 1:200



Verifica pressoflessione long. statica al piano 3

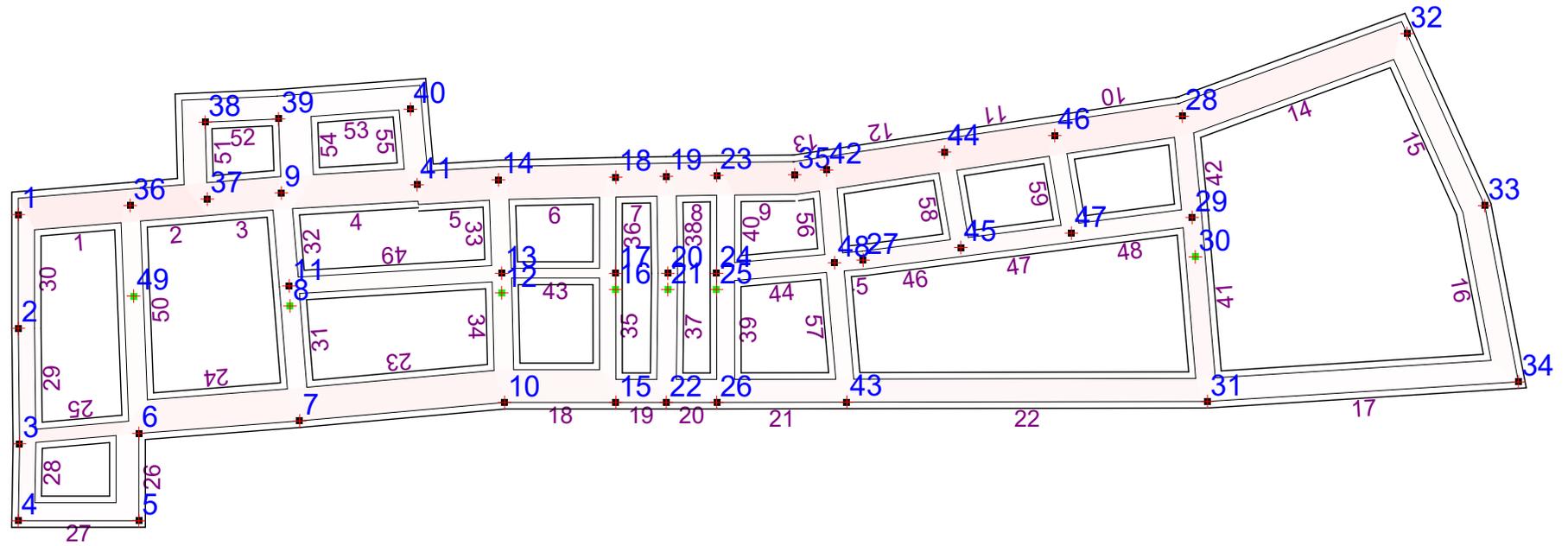
Scala 1:200



Impegno di verifica: 0.5 1.0 1.5
v.soddisfatta v.non soddisfatta v.non eseguibile v.non richiesta

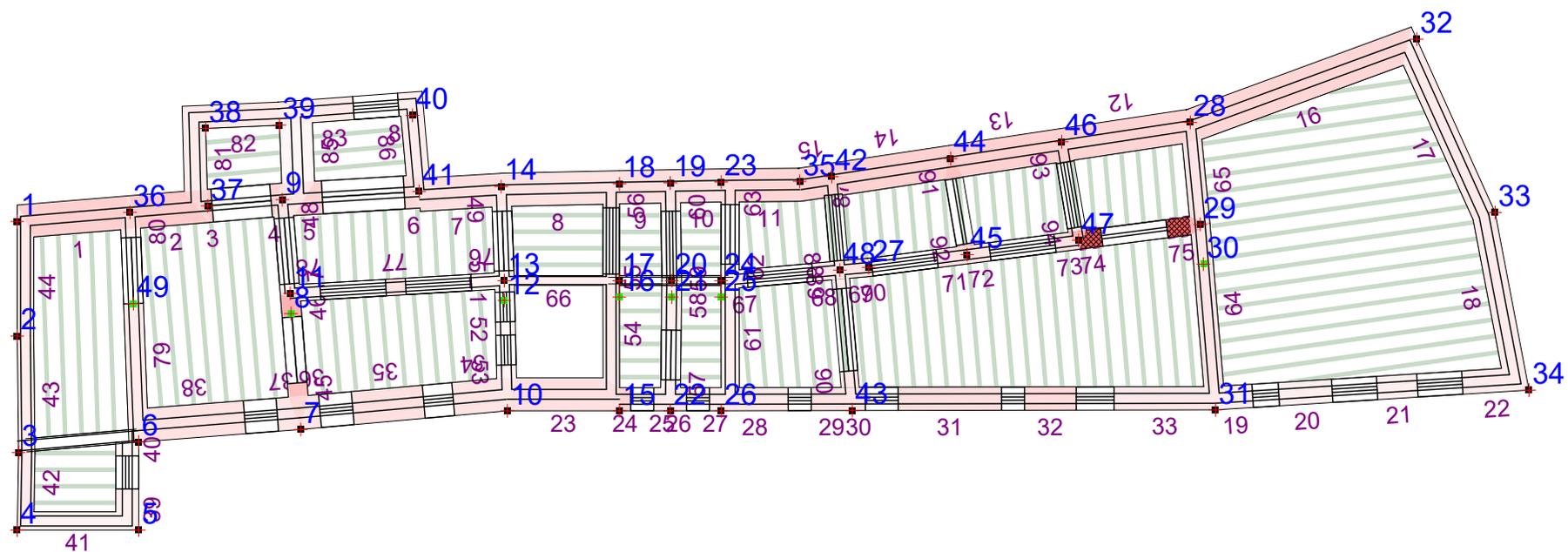
Verifica pressoflessione tras. sismica al piano 0

Scala 1:200



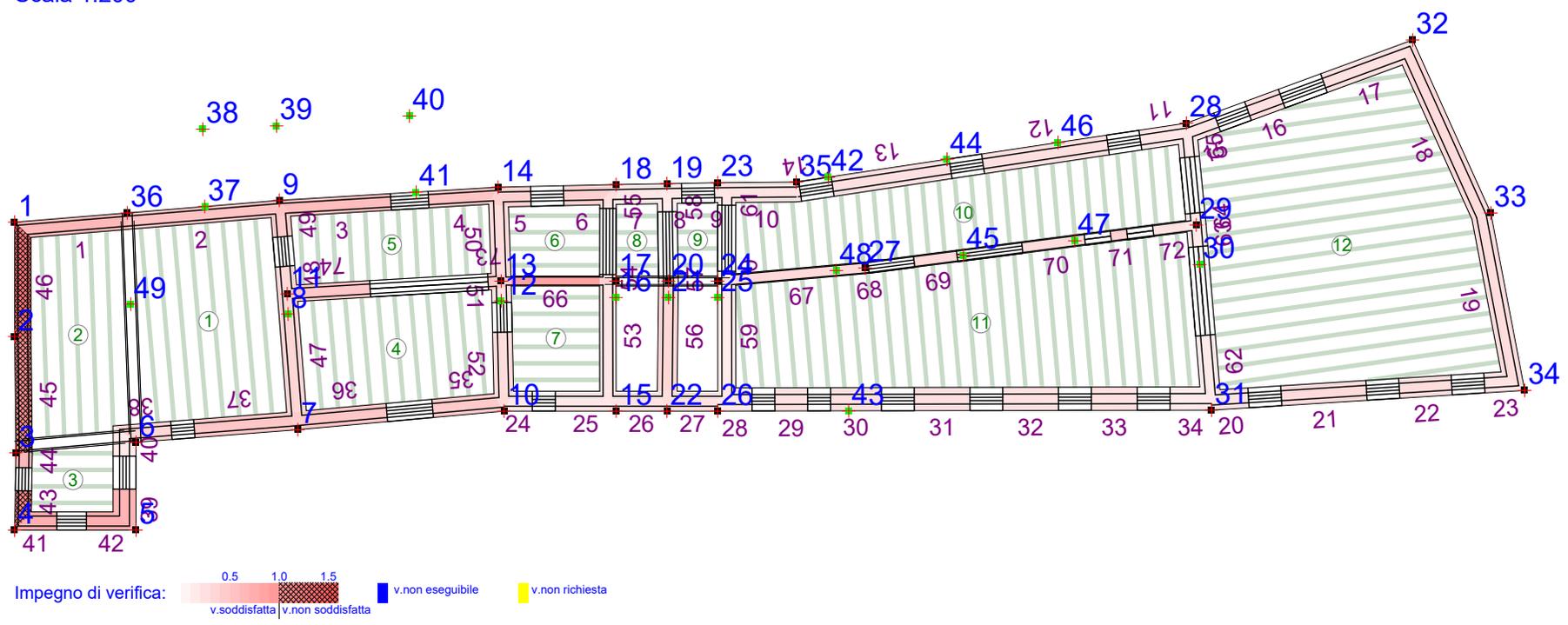
Verifica pressoflessione tras. sismica al piano 1

Scala 1:200



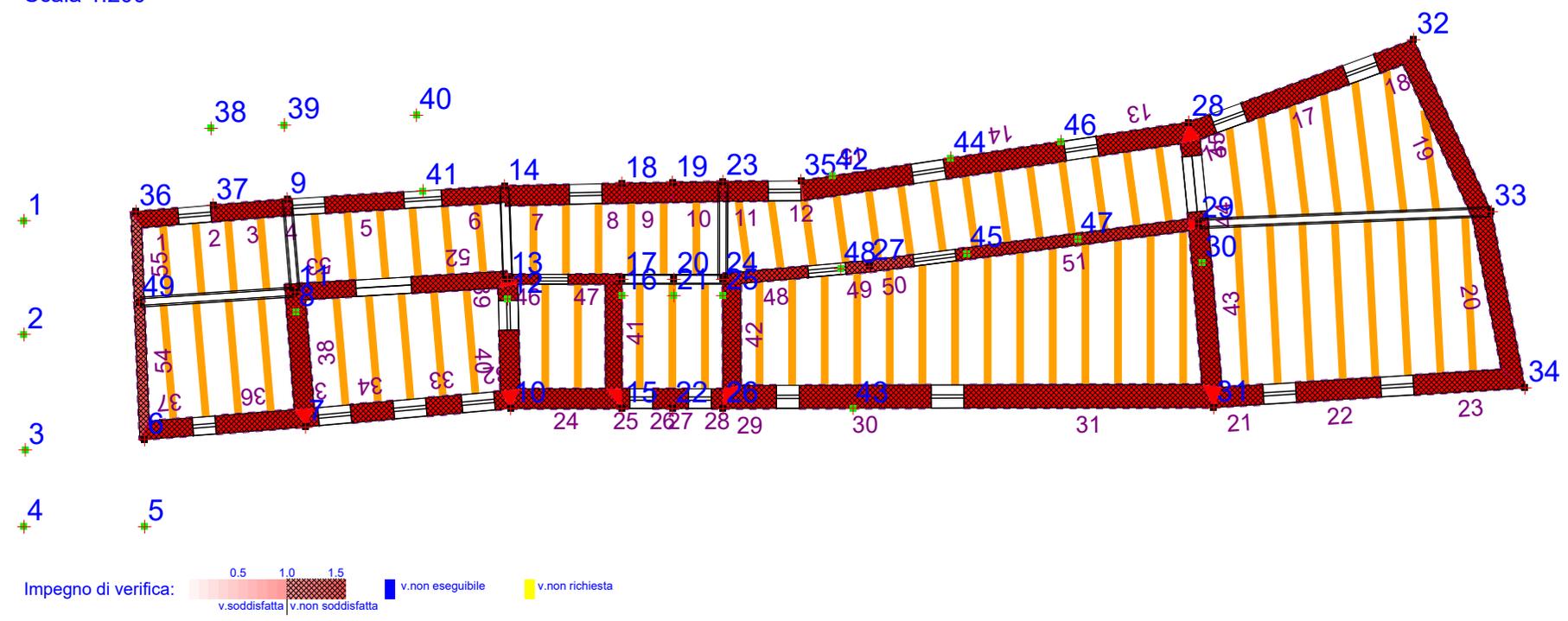
Verifica pressoflessione tras. sismica al piano 2

Scala 1:200



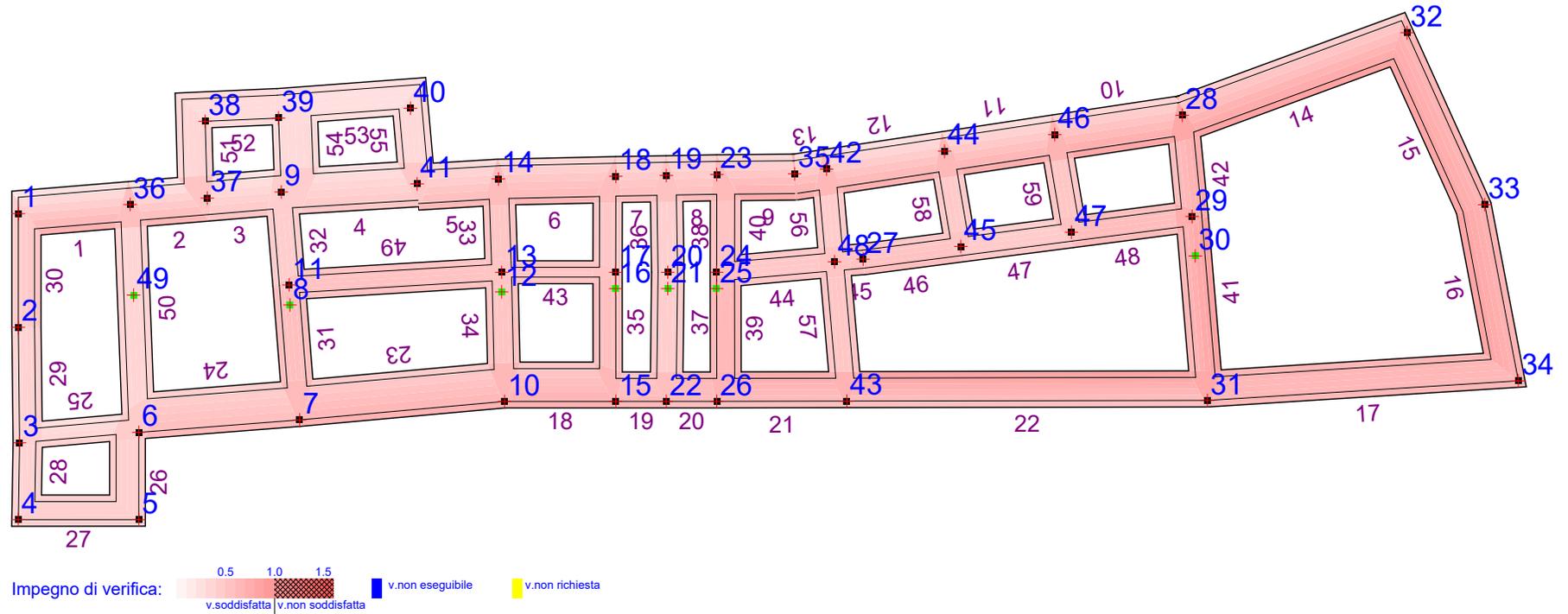
Verifica pressoflessione tras. sismica al piano 3

Scala 1:200



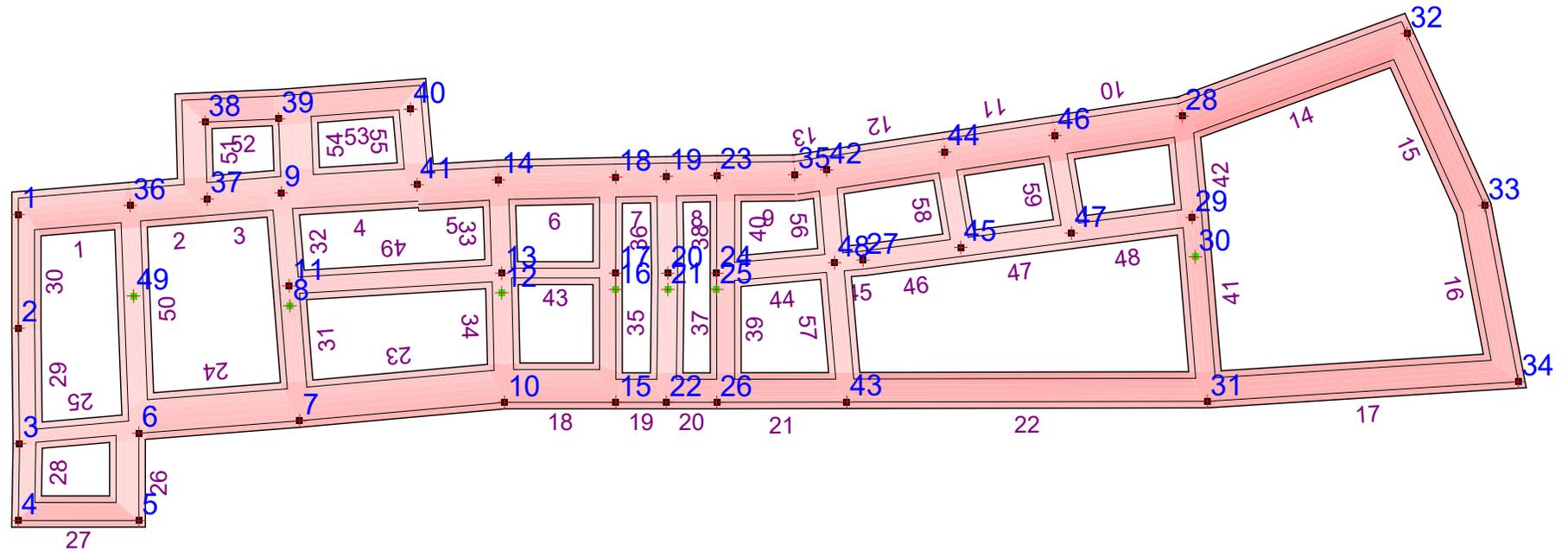
Verifica terreno di fondazione statica al piano 0

Scala 1:200



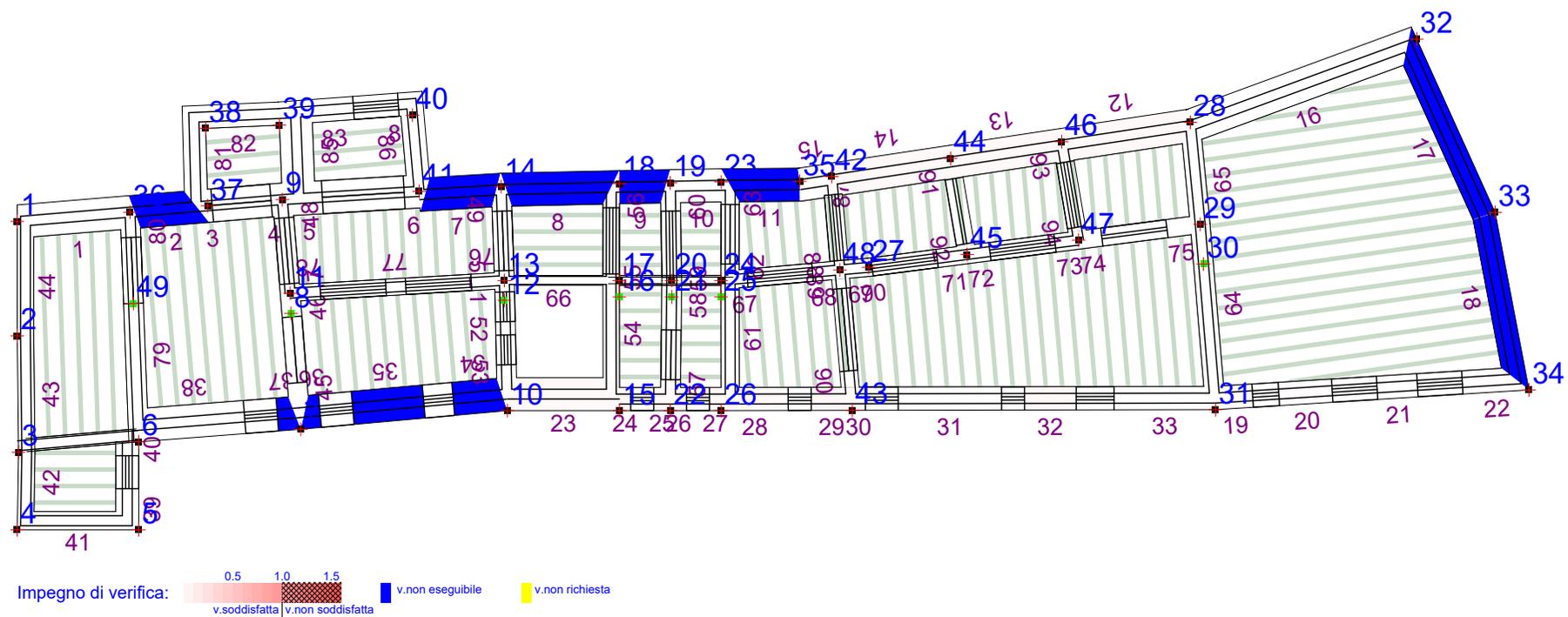
Verifica terreno di fondazione sismica al piano 0

Scala 1:200



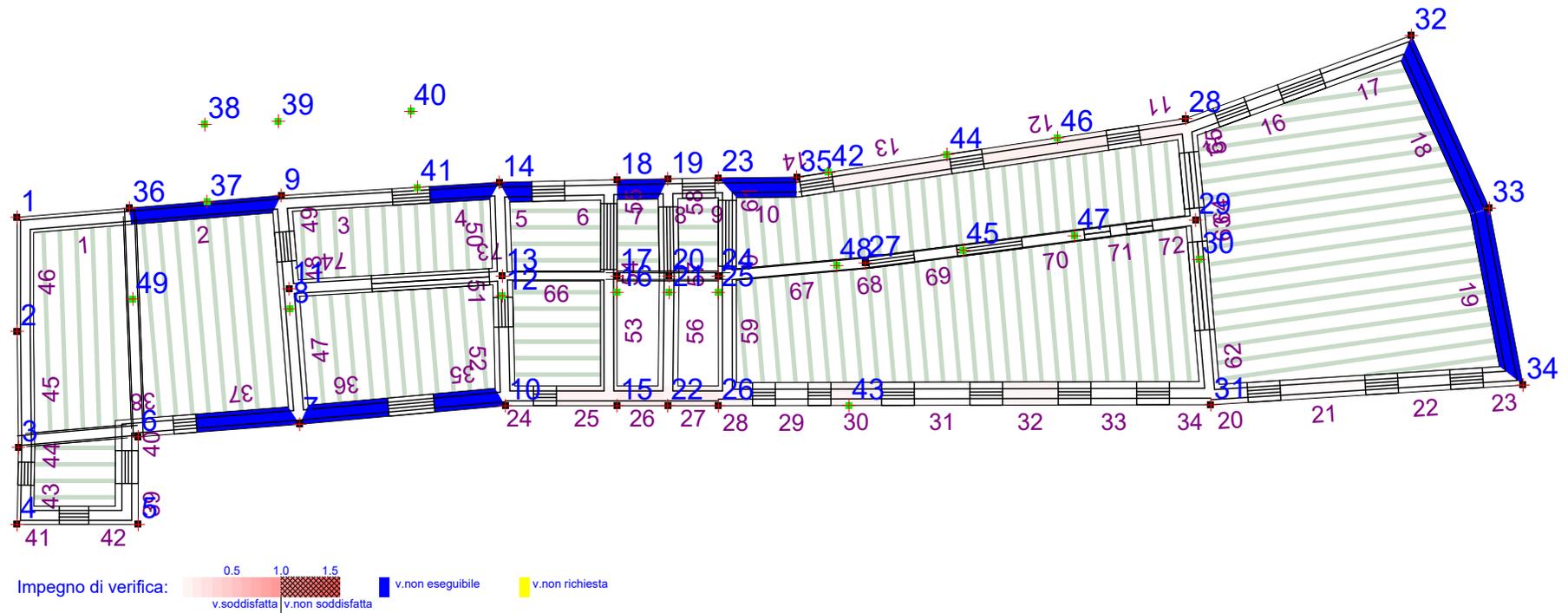
Verifica a ribaltamento statica al piano 1

Scala 1:200



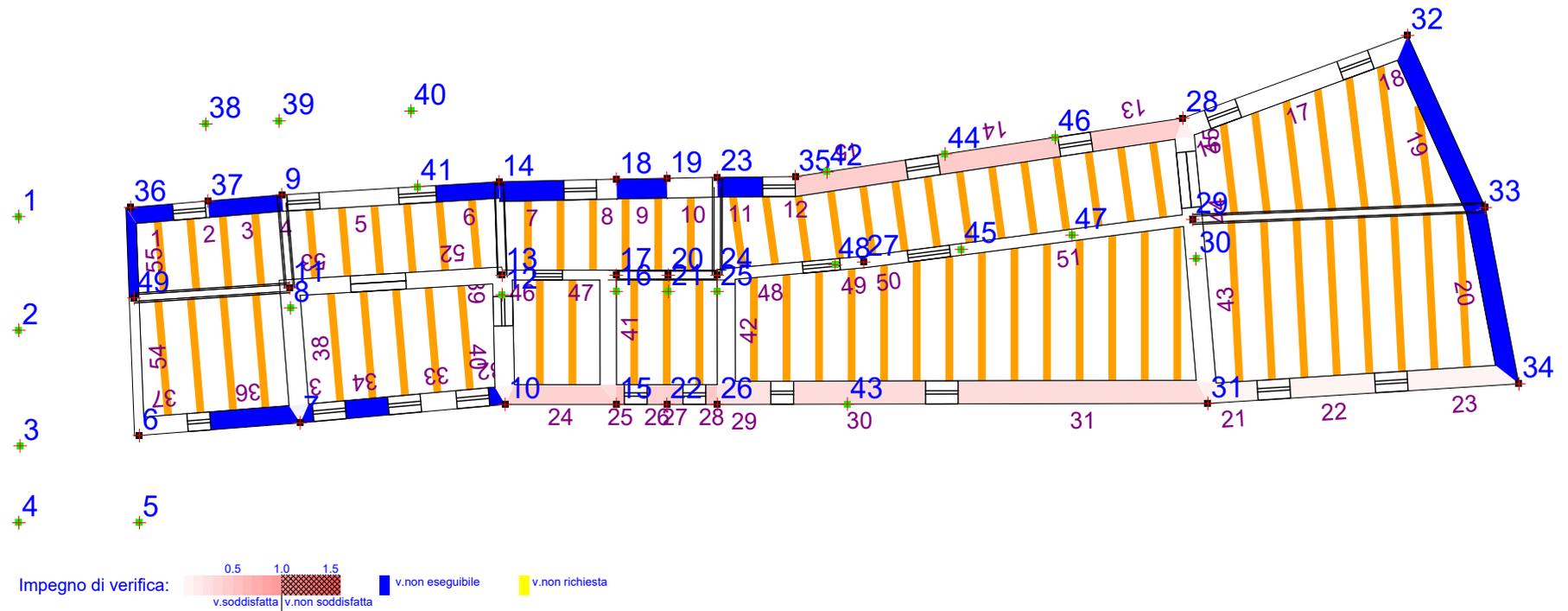
Verifica a ribaltamento statica al piano 2

Scala 1:200



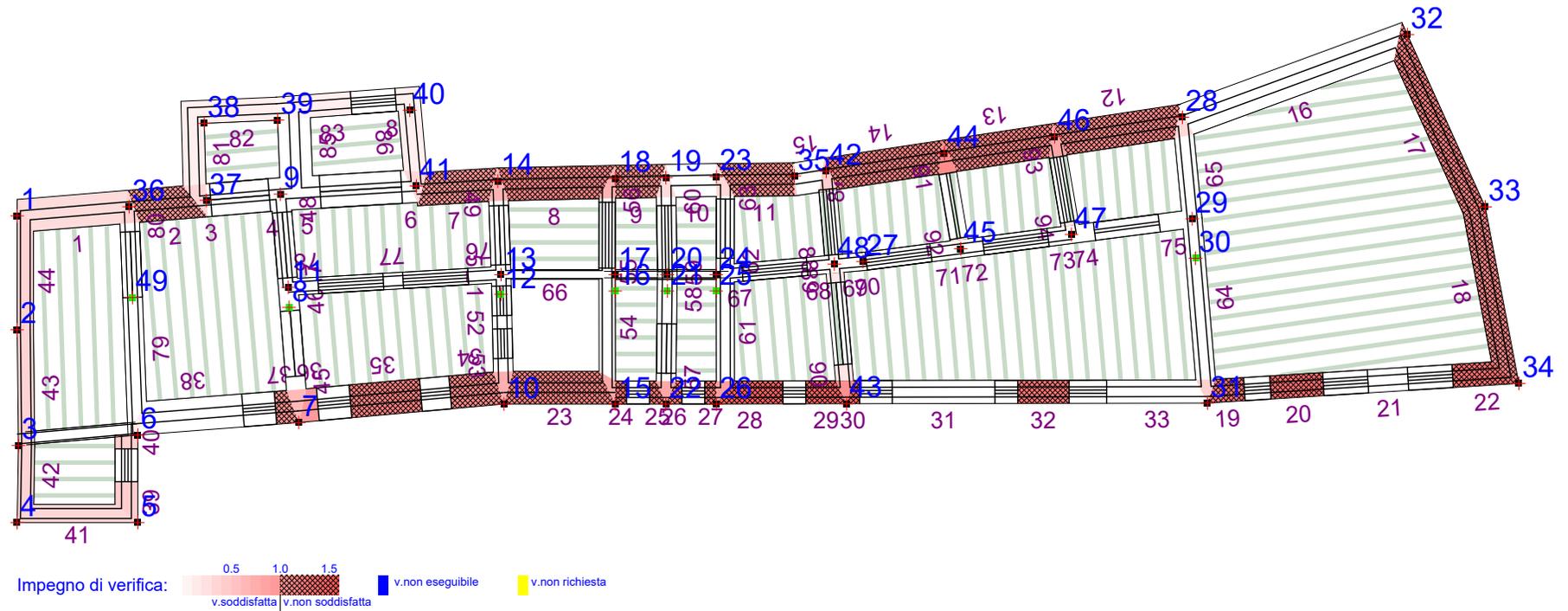
Verifica a ribaltamento statica al piano 3

Scala 1:200



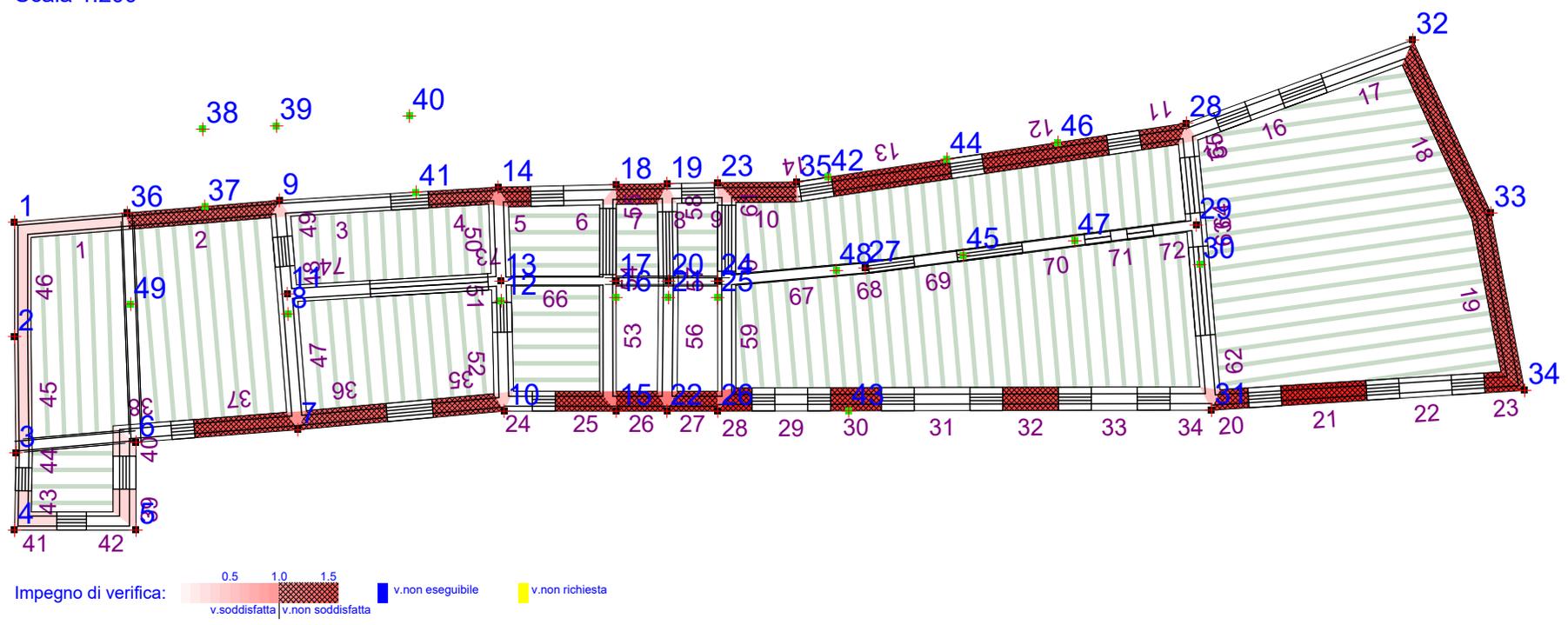
Verifica a ribaltamento sismica al piano 1

Scala 1:200



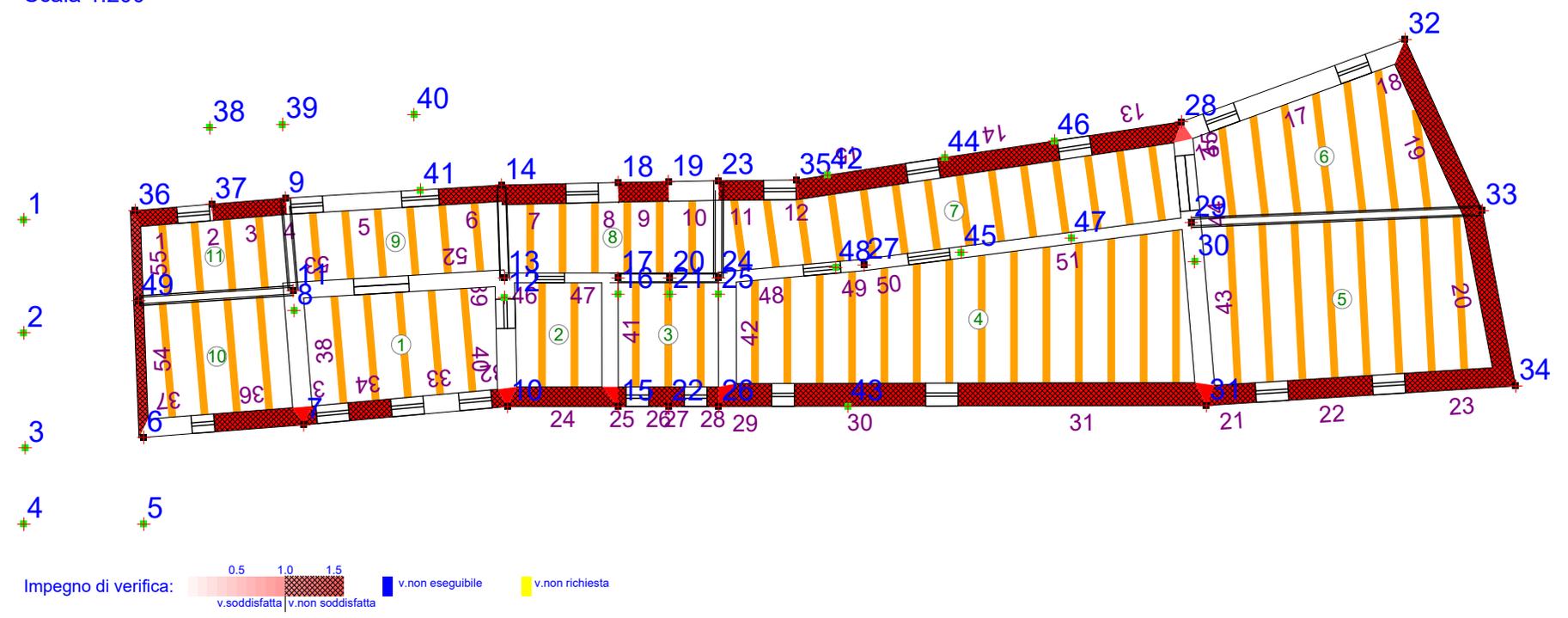
Verifica a ribaltamento sismica al piano 2

Scala 1:200



Verifica a ribaltamento sismica al piano 3

Scala 1:200



Indice generale

RELAZIONE GENERALE.....	4
• DESCRIZIONE GENERALE DELL’OPERA	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
• DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DEL SITO ...	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
• INFORMAZIONI GENERALI SULL’ANALISI SVOLTA	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	4
REFERENZE TECNICHE (CAP. 12 D.M. 17.01.2018).....	4
MISURA DELLA SICUREZZA	4
MODELLI DI CALCOLO	5
• AZIONI SULLA COSTRUZIONE	6
AZIONI AMBIENTALI E NATURALI.....	7
DESTINAZIONE D’USO E SOVRACCARICHI PER LE AZIONI ANTROPICHE.....	7
AZIONE SISMICA.....	9
AZIONI DOVUTE AL VENTO	9
AZIONI DOVUTE ALLA TEMPERATURA	9
NEVE.....	9
AZIONI ANTROPICHE E PESI PROPRI.....	10
COMBINAZIONI DI CALCOLO	10
COMBINAZIONI DELLE AZIONI SULLA COSTRUZIONE	11
• TOLLERANZE.....	11
• DURABILITÀ	12
• PRESTAZIONI ATTESE AL COLLAUDO	12

RELAZIONE GENERALE

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

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

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

- UNI ENV 1992-1-1 - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 206-1/2001 - Calcestruzzo. Specificazioni, prestazioni, produzione e conformità.
- UNI EN 1993-1-1 - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 1995-1 – Costruzioni in legno
- UNI EN 1998-1 – Azioni sismiche e regole sulle costruzioni
- UNI EN 1998-5 – Fondazioni ed opere di sostegno

MISURA DELLA SICUREZZA

Il metodo di verifica della sicurezza adottato è quello degli Stati Limite (SL) che prevede due insiemi di verifiche rispettivamente per gli stati limite ultimi S.L.U. e gli stati limite di esercizio S.L.E.. La sicurezza viene quindi garantita progettando i vari elementi resistenti in modo da assicurare che la loro resistenza di calcolo sia sempre maggiore delle corrispondente domanda in termini di azioni di calcolo.

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

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

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

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

In particolare si è verificata:

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

durata l'utilizzo della struttura per le azioni di esercizio. In particolare di concerto con il committente e coerentemente alle norme tecniche si sono definiti i limiti riportati nell'allegato fascicolo delle calcolazioni;

la sicurezza nei riguardi dello stato limite del danno (S.L.D.) causato da azioni sismiche con opportuni periodi di ritorno definiti di concerto al committente ed alle norme vigenti per le costruzioni in zona sismica;

robustezza nei confronti di opportune azioni accidentali in modo da evitare danni sproporzionati in caso di incendi, urti, esplosioni, errori umani;

Per quanto riguarda le fasi costruttive intermedie la struttura non risulta cimentata in maniera più gravosa della fase finale.

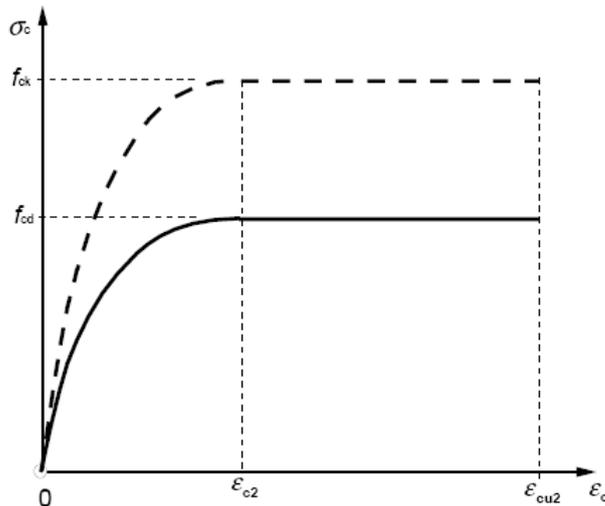
MODELLI DI CALCOLO

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

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

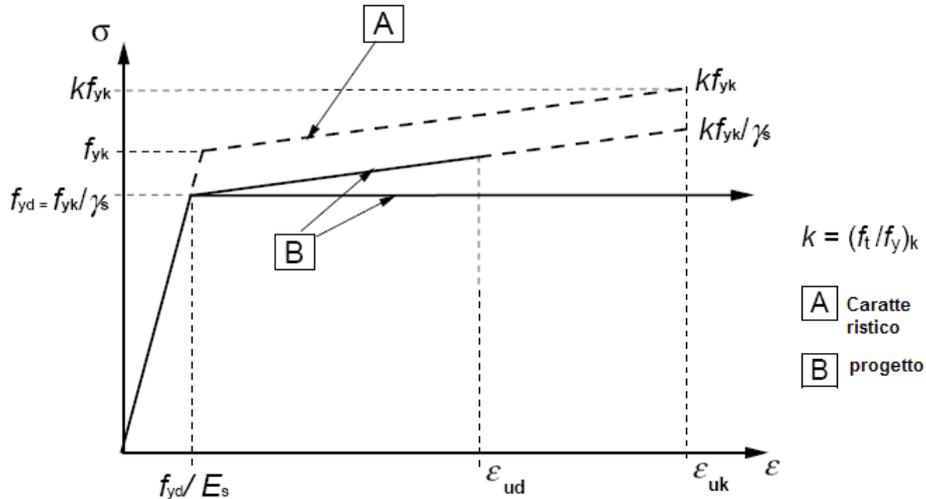
La definizione quantitativa delle prestazioni e le verifiche sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.

Per le verifiche sezionali i legami utilizzati sono:



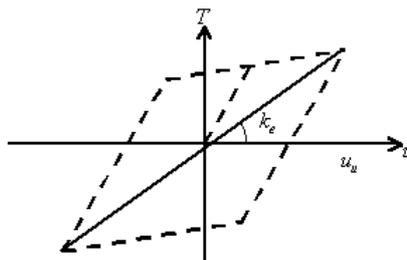
Legame costitutivo di progetto parabolarettangolo per il calcestruzzo.

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



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

- legame rigido plastico per le sezioni in acciaio di classe 1 e 2 e elastico lineare per quelle di classe 3 e 4;
- legame elastico lineare per le sezioni in legno;
- legame elasto-viscoso per gli isolatori.



Legame costitutivo per gli isolatori.

Il modello di calcolo utilizzato risulta rappresentativo della realtà fisica per la configurazione finale anche in funzione delle modalità e sequenze costruttive.

- **AZIONI SULLA COSTRUZIONE**

AZIONI AMBIENTALI E NATURALI

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

- Stato Limite di Operatività (S.L.O.)
- Stato Limite di Danno (S.L.D.)

Gli stati limite ultimi sono:

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

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

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

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

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

Si è inoltre concordato che le verifiche delle prestazioni saranno effettuate per le azioni derivanti dalla neve, dal vento e dalla temperatura secondo quanto previsto dal cap. 3 del D.M. 17/01/18 e dalla Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 gennaio 2019 n. 7 per un periodo di ritorno coerente alla classe della struttura ed alla sua vita utile.

DESTINAZIONE D'USO E SOVRACCARICHI PER LE AZIONI ANTROPICHE

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

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

- carichi verticali uniformemente distribuiti q_k [kN/m²]

Relazione Generale

- carichi verticali concentrati Q_k [kN]
- carichi orizzontali lineari H_k [kN/m]

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

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

* non comprende le azioni orizzontali eventualmente esercitate dai materiali immagazzinati.

** per i soli parapetti o partizioni nelle zone pedonali. Le azioni sulle barriere esercitate dagli automezzi dovranno essere valutate caso per caso

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

In particolare si considera una forma dell'impronta di carico quadrata pari a 50 x 50 mm, salvo che

per le rimesse ed i parcheggi, per i quali i carichi si sono applicano su due impronte di 200 x 200 mm, distanti assialmente di 1,80 m.

AZIONE SISMICA

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

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

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

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

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

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

AZIONI DOVUTE AL VENTO

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

AZIONI DOVUTE ALLA TEMPERATURA

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

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

NEVE

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

espressione di normativa:

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

in cui si ha:

q_s = carico neve sulla copertura;

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

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

per un periodo di ritorno di 50 anni;

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

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

AZIONI ANTROPICHE E PESI PROPRI

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

COMBINAZIONI DI CALCOLO

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

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

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

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

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

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

Nel caso delle costruzioni civili e industriali le verifiche agli stati limite ultimi o di esercizio devono essere effettuate per la combinazione dell'azione sismica con le altre azioni già fornita in § 2.5.3

form. 3.2.16 delle N.T.C. 2018.

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

I valori dei coefficienti ψ_2 j sono riportati nella Tabella 2.5.I..

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

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

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

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

COMBINAZIONI DELLE AZIONI SULLA COSTRUZIONE

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

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

Tabella 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

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

• TOLLERANZE

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

- Copriferro -5 mm (EC2 4.4.1.3)
Per dimensioni ≤ 150 mm ± 5 mm
Per dimensioni ≤ 400 mm ± 15 mm
Per dimensioni ≥ 2500 mm ± 30 mm

Per i valori intermedi interpolare linearmente.

- **DURABILITÀ**

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

Inoltre per garantire la durabilità, così come tutte le prestazioni attese, è necessario che si ponga adeguata cura sia nell'esecuzione che nella manutenzione e gestione della struttura e si utilizzino tutti gli accorgimenti utili alla conservazione delle caratteristiche fisiche e dinamiche dei materiali e delle strutture. La qualità dei materiali e le dimensioni degli elementi sono coerenti con tali obiettivi.

Durante le fasi di costruzione il direttore dei lavori implementerà severe procedure di controllo sulla qualità dei materiali, sulle metodologie di lavorazione e sulla conformità delle opere eseguite al progetto esecutivo nonché alle prescrizioni contenute nelle "Norme Tecniche per le Costruzioni" D.M. 17/01/2018 e relative Istruzioni.

- **PRESTAZIONI ATTESE AL COLLAUDO**

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

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

Indice generale

TIPO ANALISI SVOLTA.....

ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO

VALIDAZIONE DEI CODICI

PRESENTAZIONE SINTETICA DEI RISULTATI

INFORMAZIONI SULL' ELABORAZIONE

GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITA'

Tipo Analisi svolta

- Tipo di analisi e motivazione

L'analisi per le combinazioni delle azioni permanenti e variabili è stata condotta in regime elastico lineare.

Per quanto riguarda le azioni simiche,

- Metodo di risoluzione della struttura

La struttura è stata modellata con il metodo degli elementi finiti utilizzando vari elementi di libreria specializzati per schematizzare i vari elementi strutturali.

Nel modello sono stati tenuti in conto i disassamenti tra i vari elementi strutturali schematizzandoli come vincoli cinematici rigidi. La presenza di eventuali orizzontamenti e' stata tenuta in conto o con vincoli cinematici rigidi o con modellazione della soletta con elementi SHELL. I vincoli tra i vari elementi strutturali e quelli con il terreno sono stati modellati in maniera congruente al reale comportamento strutturale.

I legami costitutivi utilizzati nelle analisi globali finalizzate al calcolo delle sollecitazioni sono del tipo elastico lineare.

- Metodo di verifica sezionale

Le verifiche sono state condotte con il metodo degli stati limite (SLU e SLE) utilizzando i coefficienti parziali della normativa di cui al DM 17/01/2018.

Per le verifiche sezionali degli elementi in c.a. ed acciaio sono stati utilizzati i seguenti legami:

Legame parabola rettangolo per il cls

Legame elastico perfettamente plastico o incrudente a duttilita' limitata per l' acciaio

- Combinazioni di carico adottate

Le combinazioni di calcolo considerate sono quelle previste dal DM 17/01/2018 per i vari stati limite e per le varie azioni e tipologie costruttive. In particolare, ai fini delle verifiche degli stati limite, sono state considerate le combinazioni delle azioni di cui al § 2.5.3 delle NTC 2018, per i seguenti casi di carico:

SLO	NO
SLD	SI
SLV	SI
SLC	SI
Combinazione Rara	NO
Combinazione frequente	NO
Combinazione quasi permanente	NO
SLU terreno A1 – Approccio 1/ Approccio 2	SI-CON NTC18 SOLO APPROCCIO 2
SLU terreno A2 – Approccio 1	NON PREVISTA DALLE NTC18

- Motivazione delle combinazioni e dei percorsi di carico

Il sottoscritto progettista ha verificato che le combinazioni prese in considerazione per il calcolo sono sufficienti a garantire il soddisfacimento delle prestazioni sia per gli stati limite ultimi che per gli stati limite di esercizio.

Le combinazioni considerate ai fini del progetto tengono infatti in conto le azioni derivanti dai pesi propri, dai carichi permanenti, dalle azioni variabili, dalle azioni termiche e dalle azioni sismiche combinate utilizzando i coefficienti parziali previsti dalle NTC 2018 per le prestazioni di SLU ed SLE.

In particolare per le azioni sismiche si sono

Origine e Caratteristiche dei codici di calcolo

Produttore	S.T.S. srl
Titolo	CDSWin
Versione	Rel. 2019
Nro Licenza	5701

Ragione sociale completa del produttore del software:

S.T.S. s.r.l. Software Tecnico Scientifico S.r.l.

Via Tre Torri n°11 – Complesso Tre Torri

95030 Sant'Agata li Battiati (CT).

- ***Affidabilità dei codici utilizzati***

L'affidabilità del codice utilizzato e la sua idoneità al caso in esame, è stata attentamente verificata sia effettuando il raffronto tra casi prova di cui si conoscono i risultati esatti sia esaminando le indicazioni, la documentazione ed i test forniti dal produttore stesso.

La S.T.S. s.r.l., a riprova dell'affidabilità dei risultati ottenuti, fornisce direttamente on-line i test sui casi prova liberamente consultabili all'indirizzo:

<http://www.stsweb.it/area-utenti/test-validazione.html>

Relazione Generale

Validazione dei codici

L' opera in esame non e' di importanza tale da necessitare un calcolo indipendente eseguito con altro software da altro calcolista

Presentazione sintetica dei risultati

Una sintesi del comportamento della struttura e' consegnata nelle tabelle di sintesi dei risultati, riportate in appresso, e nelle rappresentazioni grafiche allegate in coda alla presente relazione in cui sono rappresentate le principali grandezze (deformate, sollecitazioni, etc..) per le parti piu' sollecitate della struttura in esame.

Tabellina Riassuntiva delle % Massa Eccitata

Il numero dei modi di vibrare considerato (0) ha permesso di mobilitare le seguenti percentuali delle masse della struttura, per le varie direzioni:

DIREZIONE	% MASSA
X	100
Y	100
Z	NON SELEZIONATA

Tabellina Riassuntiva degli Spostamenti SLO/SLD

Stato limite	Status Verifica
SLO	NON CALCOLATO
SLD	NON CALCOLATO

Tabellina riassuntiva delle verifiche SLU

Tipo di Elemento	Non Verif/Totale	STATUS
Travi c.a. Fondazione	0 su 0	NON PRESENTI
Travi c.a. Elevazione	0 su 0	NON PRESENTI
Pilastrini in c.a.	0 su 0	NON PRESENTI
Shell in c.a.	0 su 0	NON PRESENTI
Piastre in c.a.	0 su 0	NON PRESENTI
Aste in Acciaio	0 su 0	NON PRESENTI
Aste in Legno	0 su 5	VERIFICATO
Zattera Plinti	0 su 0	NON PRESENTI
Pali/Micropali (Plinti)	0 su 0	NON PRESENTI
Micropali (Travi/Piastre)	0 su 0 Tipologie	NON PRESENTI

Tabellina riassuntiva delle verifiche SLE

Tipo di Elemento	Non Verif/Totale	STATUS
Travi c.a. Fondazione	0 su 0	NON PRESENTI
Travi c.a. Elevazione	0 su 0	NON PRESENTI
Pilastrini in c.a.	0 su 0	NON PRESENTI
Shell in c.a.	0 su 0	NON PRESENTI
Piastre in c.a.	0 su 0	NON PRESENTI
Aste in Acciaio	0 su 0	NON PRESENTI
Aste in Legno	0 su 5	VERIFICATO
Zattera Plinti	0 su 0	NON PRESENTI

Relazione Generale

NON PRESENTE				
Min. PgaSL/Pga%				

Tabellina riassuntiva verifiche Murature

Tipo Verifica	Non Verif/Totale	Coeff. Sicur. Minimi	STATUS
Maschi – Statiche	0 su 0		NON PRESENTE
Maschi – Sisma Ortog.	0 su 0		NON PRESENTE
Maschi – Sisma Parall.	0 su 0		NON PRESENTE
Architravi	0 su 0		NON PRESENTE
Meccanismi Locali	0 su 0		NON PRESENTE

Tabellina riassuntiva verifiche Murature Armate

Tipo Verifica	Non Verif/Totale	Coeff. Sicur. Minimi	STATUS
Maschi – Statiche	0 su 0		NON PRESENTE
Maschi – Sisma Ortog.	0 su 0		NON PRESENTE
Maschi – Sisma Parall.	0 su 0		NON PRESENTE
Architravi	0 su 0		NON PRESENTE

Tabellina riassuntiva verifiche Pareti CLS Debolmente Armate

Tipo Verifica	Non Verif/Totale	Coeff. Sicur. Minimi	STATUS
Maschi – Statiche	0 su 0		NON PRESENTE
Maschi – Sisma Ortog.	0 su 0		NON PRESENTE
Maschi – Sisma Parall.	0 su 0		NON PRESENTE
Architravi	0 su 0		NON PRESENTE

Tabellina riassuntiva della portanza

	VALORE	STATUS
Sigma Terreno Massima (kg/cmq)	0	
Coeff. di Sicurezza Portanza Globale		NON CALCOLATO
Coeff. di Sicurezza Scorrimento		NON CALCOLATO
Cedimento Elastico Massimo (cm)	NON CALCOLATO	
Cedimento Edometrico Massimo (cm)	NON CALCOLATO	
Cedimento Residuo Massimo (cm)	NON CALCOLATO	

Tabellina riassuntiva della Stabilita' Globale della struttura

Numero della combinazione di carico	CARICO CRITICO NON CALCOLATO
Valore del moltiplicatore dei carichi	CARICO CRITICO NON CALCOLATO

Informazioni sull' elaborazione

Il software e' dotato di propri filtri e controlli di autodiagnostica che intervengono sia durante la fase di definizione del modello sia durante la fase di calcolo vero e proprio.

In particolare il software è dotato dei seguenti filtri e controlli:

- Filtri per la congruenza geometrica del modello generato
- Controlli a priori sulla presenza di elementi non connessi, interferenze, mesh non congruenti o non adeguate.

Filtri sulla precisione numerica ottenuta, controlli su labilita' o eventuali mal condizionamenti delle matrici, con verifica dell'indice di condizionamento.

Controlli sulla verifiche sezionali e sui limiti dimensionali per i vari elementi strutturali in funzione della normativa utilizzata.

Controlli e verifiche sugli esecutivi prodotti.

Rappresentazioni grafiche di post-processo che consentono di evidenziare eventuali anomalie sfuggite all' autodiagnostica automatica.

In aggiunta ai controlli presenti nel software si sono svolti appositi calcoli su schemi semplificati, che si riportano nel seguito, che hanno consentito di riscontrare la correttezza della modellazione effettuata per la struttura in esame.

Giudizio motivato di accettabilita'

Il software utilizzato ha permesso di modellare analiticamente il comportamento fisico della struttura utilizzando la libreria disponibile di elementi finiti.

Le funzioni di visualizzazione ed interrogazione sul modello hanno consentito di controllare sia la coerenza geometrica che la adeguatezza delle azioni applicate rispetto alla realtà fisica.

Inoltre la visualizzazione ed interrogazione dei risultati ottenuti dall'analisi quali: sollecitazioni, tensioni, deformazioni, spostamenti e reazioni vincolari, hanno permesso un immediato controllo di tali valori con i risultati ottenuti mediante schemi semplificati della struttura stessa.

Si è inoltre riscontrato che le reazioni vincolari sono in equilibrio con i carichi applicati, e che i valori dei taglianti di base delle azioni sismiche sono confrontabili con gli omologhi valori ottenuti da modelli SDOF semplificati.

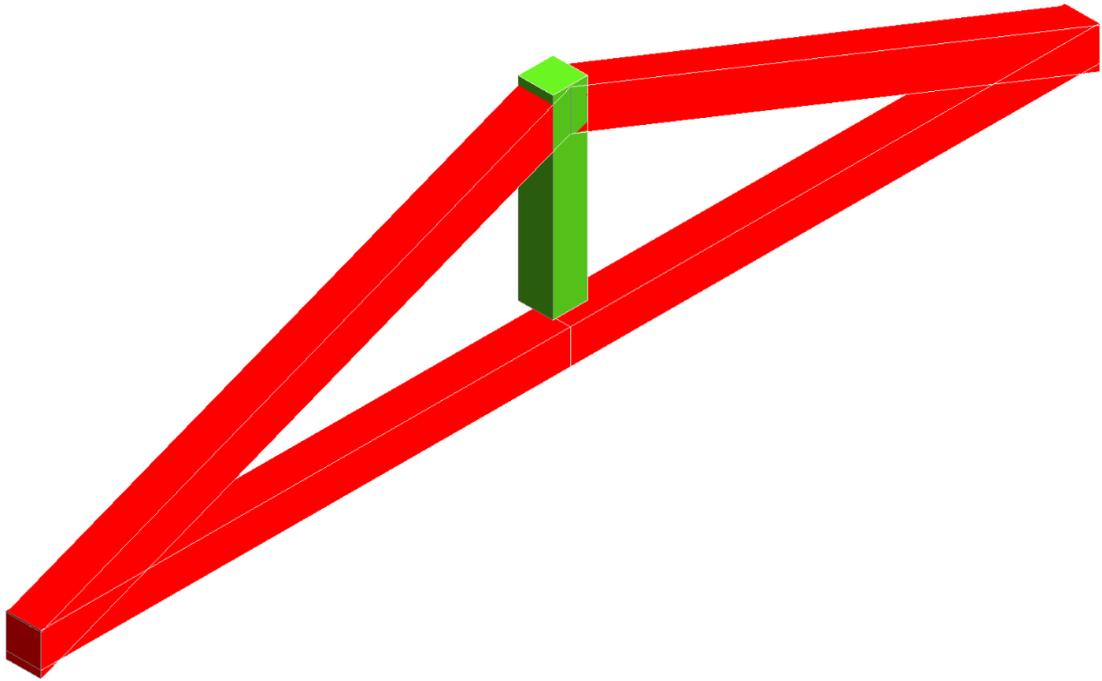
Sono state inoltre individuate un numero di travi ritenute significative e, per tali elementi, e' stata effettuata una apposita verifica a flessione e taglio.

Le sollecitazioni fornite dal solutore per tali travi, per le combinazioni di carico indicate nel tabulato di verifica del CDSWin, sono state validate effettuando gli equilibri alla rotazione e traslazione delle dette travi, secondo quanto meglio descritto nel calcolo semplificato, allegato alla presente relazione.

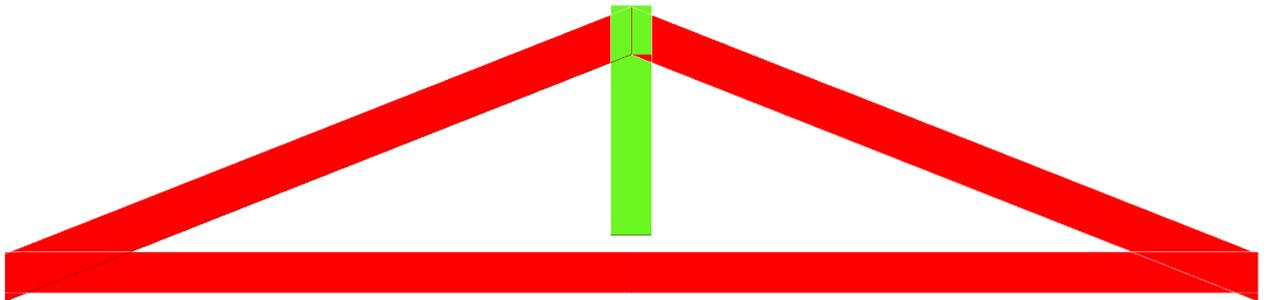
Si sono infine eseguite le verifiche di tali travi con metodologie semplificate e, confrontandole con le analoghe verifiche prodotte in automatico dal programma, si e' potuto riscontrare la congruenza di tali risultati con i valori riportati dal software.

Si è inoltre verificato che tutte le funzioni di controllo ed autodiagnostica del software abbiano dato tutte esito positivo.

Da quanto sopra esposto si puo' quindi affermare che il calcolo e' andato a buon fine e che il modello di calcolo utilizzato e' risultato essere rappresentativo della realtà fisica, anche in funzione delle modalità e sequenze costruttive.



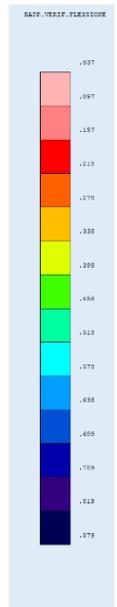
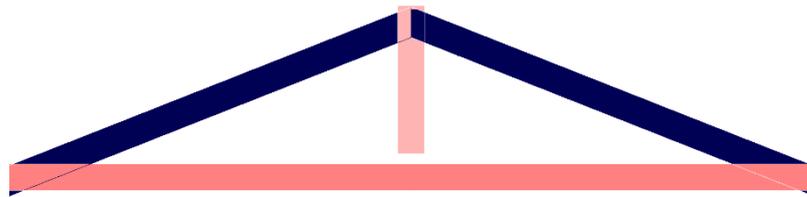
VISTA ASSONOMETRICA CAPRIATA



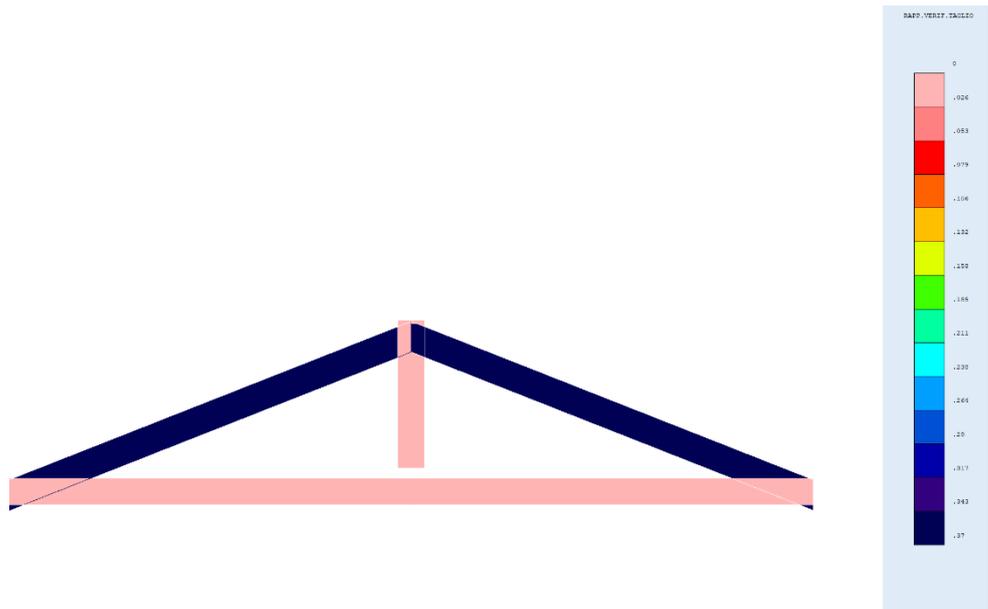
VISTA PROSPETTICA CAPRIATA



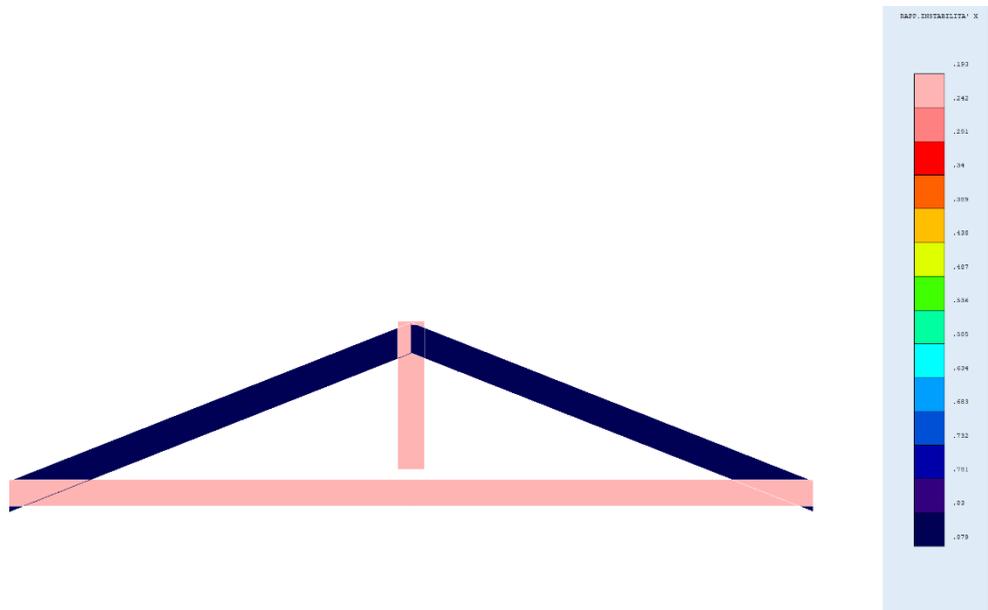
VERIFICA ASTE



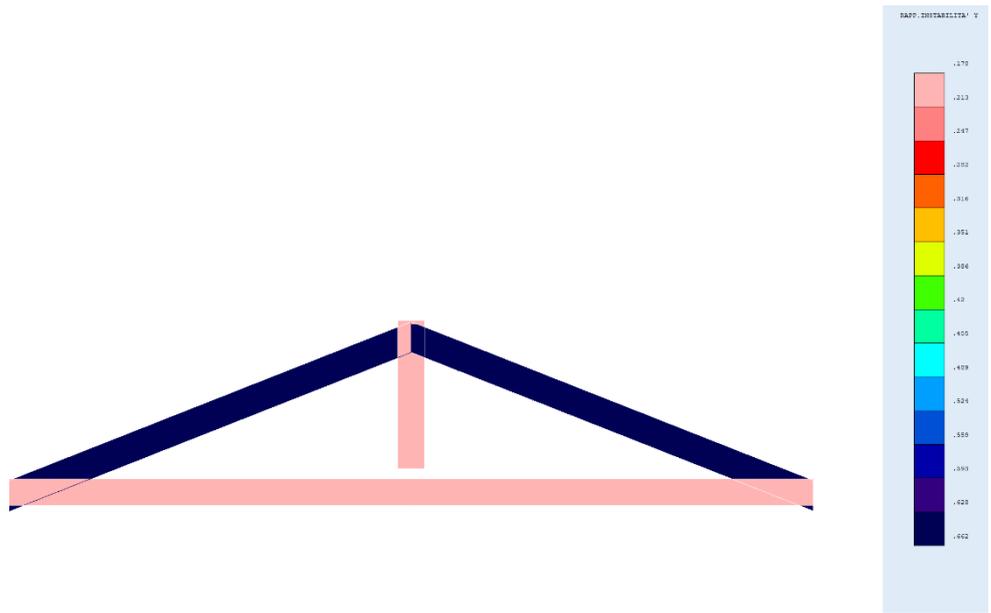
RAPPORTO VERIFICA A FLESSIONE



RAPPORTO VERIFICA A TAGLIO



RAPPORTO INSTABILITA' X



RAPPORTO INSTABILITA' Y

**COMUNE DI DA DEFINIRE
PROVINCIA DI DA DEFINIRE**

TABULATI DI CALCOLO

OGGETTO:

DA DEFINIRE

COMMITTENTE:

DA DEFINIRE

**Tit. Firma 1
Nome Firma 1**

**Tit. Firma 2
Nome Firma 2**

**Tit. Firma 3
Nome Firma 3**

RELAZIONE DI CALCOLO

Sono illustrati con la presente i risultati dei calcoli che riguardano il progetto delle armature, la verifica delle tensioni di lavoro dei materiali e del terreno.

• **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

I calcoli sono condotti nel pieno rispetto della normativa vigente e, in particolare, la normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo, verifica e progettazione è costituita dalle *Norme Tecniche per le Costruzioni*, emanate con il D.M. 17/01/2018 pubblicato nel suppl. 8 G.U. 42 del 20/02/2018, nonché la Circolare del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 21 Gennaio 2019, n. 7 “*Istruzioni per l’applicazione dell’aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni*”.

• **METODI DI CALCOLO**

I metodi di calcolo adottati per il calcolo sono i seguenti:

- 1) Per i carichi statici: *METODO DELLE DEFORMAZIONI*;
- 2) Per i carichi sismici: metodo dell’*ANALISI MODALE* o dell’*ANALISI SISMICA STATICA EQUIVALENTE*.

Per lo svolgimento del calcolo si è accettata l’ipotesi che, in corrispondenza dei piani sismici, i solai siano infinitamente rigidi nel loro piano e che le masse ai fini del calcolo delle forze di piano siano concentrate alle loro quote.

• **CALCOLO SPOSTAMENTI E CARATTERISTICHE**

Il calcolo degli spostamenti e delle caratteristiche viene effettuato con il metodo degli elementi finiti (**F.E.M.**).

Possono essere inseriti due tipi di elementi:

- 1) Elemento monodimensionale asta (*beam*) che unisce due nodi aventi ciascuno 6 gradi di libertà. Per maggiore precisione di calcolo, viene tenuta in conto anche la deformabilità a taglio e quella assiale di questi elementi. Queste aste, inoltre, non sono considerate flessibili da nodo a nodo ma hanno sulla parte iniziale e finale due tratti infinitamente rigidi formati dalla parte di trave inglobata nello spessore del pilastro; questi tratti rigidi forniscono al nodo una dimensione reale.
- 2) L’elemento bidimensionale shell (*quad*) che unisce quattro nodi nello spazio. Il suo comportamento è duplice, funziona da lastra per i carichi agenti sul suo piano, da piastra per i carichi ortogonali.

Assemblate tutte le matrici di rigidezza degli elementi in quella della struttura spaziale, la risoluzione del sistema viene perseguita tramite il *metodo di Cholesky*.

Ai fini della risoluzione della struttura, gli spostamenti X e Y e le rotazioni attorno l’asse verticale Z di tutti i nodi che giacciono su di un impalcato dichiarato rigido sono mutuamente vincolati.

• **RELAZIONE SUI MATERIALI**

Le caratteristiche meccaniche dei materiali sono descritti nei tabulati riportati nel seguito per ciascuna tipologia di materiale utilizzato.

• **VERIFICHE**

Le verifiche, svolte secondo il metodo degli stati limite ultimi e di esercizio, si ottengono involupando tutte le condizioni di carico prese in considerazione.

In fase di verifica è stato differenziato l'elemento trave dall'elemento pilastro. Nell'elemento trave le armature sono disposte in modo asimmetrico, mentre nei pilastri sono sempre disposte simmetricamente.

Per l'elemento trave, l'armatura si determina suddividendola in cinque conci in cui l'armatura si mantiene costante, valutando per tali conci le massime aree di armatura superiore ed inferiore richieste in base ai momenti massimi riscontrati nelle varie combinazioni di carico esaminate. Lo stesso criterio è stato adottato per il calcolo delle staffe.

Anche l'elemento pilastro viene scomposto in cinque conci in cui l'armatura si mantiene costante. Vengono però riportate le armature massime richieste nella metà superiore (testa) e inferiore (piede).

La fondazione su travi rovesce è risolta contemporaneamente alla sovrastruttura tenendo in conto sia la rigidità flettente che quella torcente, utilizzando per l'analisi agli elementi finiti l'elemento asta su suolo elastico alla *Winkler*.

Le travate possono incrociarsi con angoli qualsiasi e avere dei disassamenti rispetto ai pilastri su cui si appoggiano.

La ripartizione dei carichi, data la natura matriciale del calcolo, tiene automaticamente conto della rigidità relativa delle varie travate convergenti su ogni nodo.

Le verifiche per gli elementi bidimensionali (setti) vengono effettuate sovrapponendo lo stato tensionale del comportamento a lastra e di quello a piastra. Vengono calcolate le armature delle due facce dell'elemento bidimensionale disponendo i ferri in due direzioni ortogonali.

• **DIMENSIONAMENTO MINIMO DELLE ARMATURE.**

Per il calcolo delle armature sono stati rispettati i minimi di legge di seguito riportati:

TRAVI:

Area minima delle staffe pari a $1.5 \cdot b$ mmq/ml, essendo b lo spessore minimo dell'anima misurato in mm, con passo non maggiore di 0,8 dell'altezza utile e con un minimo di 3 staffe al metro. In prossimità degli appoggi o di carichi concentrati per una lunghezza pari all'altezza utile della sezione, il passo minimo sarà 12 volte il diametro minimo dell'armatura longitudinale.

Armatura longitudinale in zona tesa $\geq 0,15\%$ della sezione di calcestruzzo. Alle estremità è disposta una armatura inferiore minima che possa assorbire, allo stato limite ultimo, uno sforzo di trazione uguale al taglio.

In zona sismica, nelle zone critiche il passo staffe è non superiore al minimo di:

- un quarto dell'altezza utile della sezione trasversale;
- 175 mm e 225 mm, rispettivamente per CDA e CDB;
- 6 volte e 8 volte il diametro minimo delle barre longitudinali considerate ai fini delle verifiche, rispettivamente per CDA e CDB;
- 24 volte il diametro delle armature trasversali.

Le zone critiche si estendono, per CDB e CDA, per una lunghezza pari rispettivamente a 1 e 1,5 volte l'altezza della sezione della trave, misurata a partire dalla faccia del nodo trave-pilastro. Nelle zone critiche della trave il rapporto fra l'armatura compressa e quella tesa è maggiore o uguale a 0,5.

PILASTRI:

Armatura longitudinale compresa fra 0,3% e 4% della sezione effettiva e non minore di $0,10 \cdot N_{ed} / f_{yd}$;

Barre longitudinali con diametro ≥ 12 mm;

Diametro staffe ≥ 6 mm e comunque $\geq 1/4$ del diametro max delle barre longitudinali, con interasse non maggiore di 30 cm.

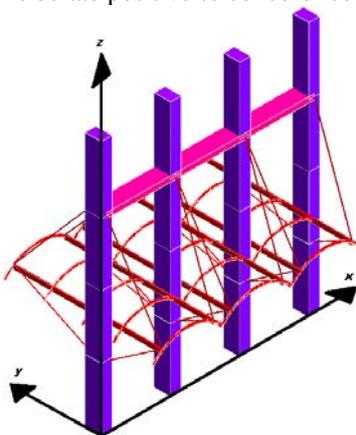
In zona sismica l'armatura longitudinale è almeno pari all'1% della sezione effettiva; il passo delle staffe di contenimento è non superiore alla più piccola delle quantità seguenti:

- 1/3 e 1/2 del lato minore della sezione trasversale, rispettivamente per CDA e CDB;
- 125 mm e 175 mm, rispettivamente per CDA e CDB;
- 6 e 8 volte il diametro delle barre longitudinali che collegano, rispettivamente per CDA e CDB.

• **SISTEMI DI RIFERIMENTO**

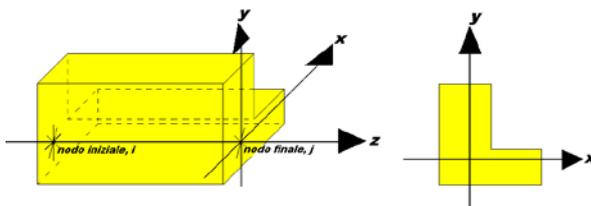
1) *SISTEMA GLOBALE DELLA STRUTTURA SPAZIALE*

Il sistema di riferimento globale è costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali (O-XYZ) dove l'asse Z rappresenta l'asse verticale rivolto verso l'alto. Le rotazioni sono considerate positive se concordi con gli assi vettori:



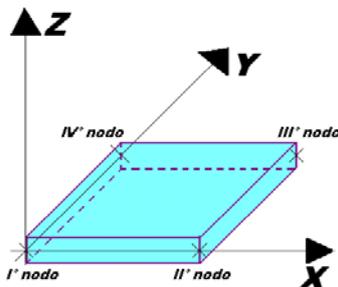
2) *SISTEMA LOCALE DELLE ASTE*

Il sistema di riferimento locale delle aste, inclinate o meno, è costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali che ha l'asse Z coincidente con l'asse longitudinale dell'asta ed orientamento dal nodo iniziale al nodo finale, gli assi X ed Y sono orientati come nell'archivio delle sezioni:



3) *SISTEMA LOCALE DELL'ELEMENTO SHELL*

Il sistema di riferimento locale dell'elemento shell è costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali che ha l'asse X coincidente con la direzione fra il primo ed il secondo nodo di input, l'asse Y giacente nel piano dello shell e l'asse Z in direzione dello spessore:



- **UNITÀ DI MISURA**

Si adottano le seguenti unità di misura:

[lunghezze]	= m
[forze]	= kgf / daN
[tempo]	= sec
[temperatura]	= °C

- **CONVENZIONI SUI SEGNI**

I carichi agenti sono:

- 1) Carichi e momenti distribuiti lungo gli assi coordinati;
- 2) Forze e coppie nodali concentrate sui nodi.

Le forze distribuite sono da ritenersi positive se concordi con il sistema di riferimento locale dell'asta, quelle concentrate sono positive se concordi con il sistema di riferimento globale.

I gradi di libertà nodali sono gli omologhi agli enti forza, e quindi sono definiti positivi se concordi a questi ultimi.

● **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA**

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nelle tabelle riassuntive dei criteri di progetto per le aste in elevazione, per quelle di fondazione, per i pilastri e per i setti.

Crit.N.ro	: Numero indicativo del criterio di progetto
Elem.	: Tipo di elemento strutturale
%Rig.Tors.	: Percentuale di rigidità torsionale
Mod. E	: Modulo di elasticità normale
Poisson	: Coefficiente di Poisson
Sgmc	: Tensione massima di esercizio del calcestruzzo
tauc0	: Tensione tangenziale minima
tauc1	: Tensione tangenziale massima
Sgmf	: Tensione massima di esercizio dell'acciaio
Om.	: Coefficiente di omogeneizzazione
Gamma	: Peso specifico del materiale
Coprstaffa	: Distanza tra il lembo esterno della staffa ed il lembo esterno della sezione in calcestruzzo
Fi min.	: Diametro minimo utilizzabile per le armature longitudinali
Fi st.	: Diametro delle staffe
Lar. st.	: Larghezza massima delle staffe
Psc	: Passo di scansione per i diagrammi delle caratteristiche
Pos.pol.	: Numero di posizioni delle armature per la verifica di sezioni poligonali
D arm.	: Passo di incremento dell'armatura per la verifica di sezioni poligonali
Iteraz.	: Numero massimo di iterazioni per la verifica di sezioni poligonali
Def. Tag.	: Deformabilità a taglio (si, no)
%Scorr.Staf.	: Percentuale di scorrimento da far assorbire alle staffe
P.max staffe	: Passo massimo delle staffe
P.min.staffe	: Passo minimo delle staffe
tMt min.	: Tensione di torsione minima al di sotto del quale non si arma a torsione
Ferri parete	: Presenza di ferri di parete a taglio
Ecc.lim.	: Eccentricità M/N limite oltre la quale la verifica viene effettuata a flessione pura
Tipo ver.	: Tipo di verifica (0 = solo Mx; 1 = Mx e My separate; 2 = deviata)
Fl.rett.	: Flessione retta forzata per sezioni dissimmetriche ma simmetrizzabili (0 = no; 1 = si)
Den.X pos.	: Denominatore della quantità q^*l^3 per determinare il momento Mx minimo per la copertura del diagramma positivo
Den.X neg.	: Denominatore della quantità q^*l^3 per determinare il momento Mx minimo per la copertura del diagramma negativo
Den.Y pos.	: Denominatore della quantità q^*l^3 per determinare il momento My minimo per la copertura del diagramma positivo
Den.Y neg.	: Denominatore della quantità q^*l^3 per determinare il momento My minimo per la copertura del diagramma negativo
%Mag.car.	: Percentuale di maggiorazione dei carichi statici della prima combinazione di carico
%Rid.Plas	: Rapporto tra i momenti sull'estremo della trave $M^*(ij)/M(ij)$, dove: - $M^*(ij)$ =Momento DOPO la redistribuzione plastica - $M(ij)$ =Momento PRIMA della redistribuzione plastica
Linear.	: Coefficiente descrittivo del comportamento dell'asta: 1 = comportamento lineare sia a trazione che a compressione 2 = comportamento non lineare sia a trazione che a compressione. 3 = comportamento lineare solo a trazione. 4 = comportamento non lineare solo a trazione. 5 = comportamento lineare solo a compressione. 6 = comportamento non lineare solo a compressione.
Appesi	: Flag di disposizione del carico sull'asta (1 = appeso, cioè applicato all'intradosso; 0 = non appeso, cioè applicato all'estradosso)
Min. T/sigma	: Verifica minimo T/sigma (1 = si; 0 = no)
Verif.Alette	: Verifica alette travi di fondazione (1 = si; 0 = no)

Kwinkl. : *Costante di sottofondo del terreno*

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nelle tabelle riassuntive dei criteri di progetto per le verifiche agli stati limite.

Cri.Nro	: Numero identificativo del criterio di progetto
Tipo Elem.	: Tipo di elemento: trave di elevazione, trave di fondazione, pilastro, setto, setto elastico ("SHela")
fck	: Resistenza caratteristica del calcestruzzo
fcd	: Resistenza di calcolo del calcestruzzo
rcd	: Resistenza di calcolo a flessione del calcestruzzo (massimo del diagramma parabola rettangolo)
fyk	: Resistenza caratteristica dell'acciaio
fyd	: Resistenza di calcolo dell'acciaio
Ey	: Modulo elastico dell'acciaio
ec0	: Deformazione limite del calcestruzzo in campo elastico
ecu	: Deformazione ultima del calcestruzzo
eyu	: Deformazione ultima dell'acciaio
Ac/At	: Rapporto dell'incremento fra l'armatura compressa e quella tesa
Mt/Mtu	: Rapporto fra il momento torcente di calcolo e il momento torcente resistente ultimo del calcestruzzo al di sotto del quale non si arma a torsione
Wra	: Ampiezza limite della fessura per combinazioni rare
Wfr	: Ampiezza limite della fessura per combinazioni frequenti
Wpe	: Ampiezza limite della fessura per combinazioni permanenti
σ Rara	: Sigma massima del calcestruzzo per combinazioni rare
σ Perm	: Sigma massima del calcestruzzo per combinazioni permanenti
σ Rara	: Sigma massima dell'acciaio per combinazioni rare
SpRar	: Rapporto fra la lunghezza dell'elemento e lo spostamento massimo per combinazioni rare
SpPer	: Rapporto fra la lunghezza dell'elemento e lo spostamento massimo per combinazioni permanenti
Coef.Visc.:	: Coefficiente di viscosità

- **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA**

Si riporta di seguito il significato delle simbologie usate nelle tabelle di stampa dei dati di input dei fili fissi:

- **Filo** : Numero del filo fisso in pianta.
- **Ascissa** : Ascissa.
- **Ordinata** : Ordinata.

Si riporta di seguito il significato delle simbologie usate nelle tabelle di stampa dei dati di input delle quote di piano:

- **Quota** : Numero identificativo della quota del piano.
- **Altezza** : Altezza dallo spiccatto di fondazione.
- **Tipologia** : Le tipologie previste sono due:

0 = Piano sismico, ovvero piano che è sede di massa, sia strutturale che portata, che deve essere considerata ai fini del calcolo sismico. Tutti i nodi a questa quota hanno gli spostamenti orizzontali legati dalla relazione di impalcato rigido.

1 = Interpiano, ovvero quota intermedia che ha rilevanza ai fini della geometria strutturale ma la cui massa non viene considerata a questa quota ai fini sismici. I nodi a questa quota hanno spostamenti orizzontali indipendenti.

SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nel tabulato di stampa dei dati di input delle travi:

Trave	: Numero identificativo della trave alla quota in esame
Sez.	: Numero di archivio della sezione della trave. Se il numero sezione è superiore a 600, si tratta di setto di altezza pari all'interpiano e di cui nei successivi dati viene specificato il solo spessore
Base x Alt.	: Ingombri in X ed Y nel sistema di riferimento locale della sezione. Nel caso di sezioni rettangolari questi ingombri coincidono con base ed altezza
Magrone	: Larghezza del magrone di fondazione. Se presente individua ai fini del calcolo un'asta su suolo alla Winkler
Ang.	: Angolo di rotazione della sezione attorno all'asse
Filo in.	: Numero del filo fisso iniziale della trave
Filo fin.	: Numero del filo fisso finale della trave
Quota in.	: Quota dell'estremo iniziale della trave
Quota fin.	: Quota dell'estremo finale della trave
dx in	: Scostamento in direzione X del punto iniziale dell'asse della trave dal filo fisso iniziale di riferimento
dx f	: Scostamento in direzione X del punto finale dell'asse della trave dal filo fisso finale di riferimento
dy in	: Scostamento in direzione Y del punto iniziale dell'asse della trave dal filo fisso iniziale di riferimento
dy f	: Scostamento in direzione Y del punto finale dell'asse della trave dal filo fisso finale di riferimento
Pann.	: Carico sulla trave dovuto a pannelli di solai.
Tamp.	: Carico sulla trave dovuto a tamponature
Ball.	: Carico sulla trave dovuto a ballatoi
Espl.	: Carico sulla trave imposto dal progettista
Tot.	: Totale dei carichi verticali precedenti
Torc.	: Momento torcente distribuito agente sulla trave imposto dal progettista
Orizz.	: Carico orizzontale distribuito agente sulla trave imposto dal progettista
Assia.	: Carico assiale distribuito agente sulla trave imposto dal progettista
Ali.	: Aliquota media pesata dei carichi accidentali per la determinazione della massa sismica
Crit.N.ro	: Numero identificativo del criterio di progetto associato alla trave
Tipo	Tipo elemento ai fini sismici:
Elemento	Le sigle sotto riportate hanno il significato appresso specificato: - "Secondario NTC18": si intende un elemento asta secondario ai sensi della NTC2018, che non viene inserito nel modello sismico ed a cui vengono applicate le verifiche di duttilità. - "NoGerarchia": si intende un elemento asta non appartenente ad un meccanismo dissipativo e in cui non è applicabile la gerarchia delle resistenze (esempio aste meshate interne a pareti o piastre o travi inclinate)

Nel caso di vincoli particolari (situazione diversa dal doppio incastro), segue un'ulteriore tabulato relativo ai vincoli, le cui sigle hanno il seguente significato:

Codice: Codice sintetico identificativo del tipo di vincolo secondo la codifica appresso riportata:

I = incastro; **K** = appoggio scorrevole; **C** = cerniera sferica; **E** = esplicito; **CF** = cerniera flessionale.

Il reale funzionamento dei vincoli (da intendersi come vincoli interni tra asta e nodo) è esplicitato dai successivi dati:

T_x, T_y, T_z : Valori delle rigidzze alla traslazione imposte al nodo in esame. Il valore -1 indica per convenzione che quella particolare traslazione mutua tra trave e nodo è impedita (ovvero la traslazione assoluta del nodo e dell'estremo dell'asta è la medesima), mentre lo 0 indica che non vi è continuità tra tali elementi ai fini di tale traslazione reciproca (ovvero la traslazione assoluta del nodo e dell'estremo dell'asta sono diverse ed indipendenti). Invece un valore maggiore di zero equivale ad una sconnessione fra il nodo e l'estremo dell'asta (traslazioni assolute diverse), ma sul nodo agirà una forza, nella direzione della sconnessione inserita, di valore pari alla rigidzza per la variazione di spostamento. Se infine viene inserito un valore compreso fra -1 (incastrato) e 0 (libero), fattore di connessione, il programma trasforma in automatico tale numero in una rigidzza esplicita. Gli assi X e Y sono quelli del riferimento locale della sezione, mentre Z è parallelo all'asse della trave.

R_x, R_y, R_z : Valori delle rigidzze alla rotazione imposte al nodo in esame. Il valore -1 indica per convenzione che quella particolare rotazione mutua tra trave e nodo è impedita (ovvero la rotazione assoluta del nodo e dell'estremo dell'asta è la medesima), mentre lo 0 indica che non vi è continuità tra tali elementi ai fini di tale rotazione reciproca (ovvero la rotazione assoluta del nodo e dell'estremo dell'asta sono diverse ed indipendenti). Invece un valore maggiore di zero equivale ad una sconnessione fra il nodo e l'estremo dell'asta (rotazioni assolute diverse), ma sul nodo agirà un momento, nella direzione della sconnessione inserita, di valore pari alla rigidzza per la variazione di rotazione. Se viene inserito un valore compreso fra -1 (incastrato) e 0 (libero), fattore di connessione, il programma trasforma in automatico tale numero in una rigidzza esplicita. Gli assi X e Y sono quelli del riferimento locale della sezione, mentre Z è parallelo all'asse della trave.

• SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nel tabulato di stampa dei carichi e vincoli nodali.

Filo	: Numero identificativo del filo fisso
Quo N.	: Numero identificativo della quota di riferimento secondo la codifica dell'input quote
D.Quo.	: Delta quota, ovvero scostamento della quota del nodo dalla quota di riferimento
P. Sis	: Piano sismico di appartenenza del nodo in esame. È possibile avere più piani sismici alla stessa quota di impalcato
Codi	: Codice sintetico identificativo del tipo di vincolo secondo la codifica appresso riportata:

I = Incastro
A = Automatico
C = Cerniera sferica
E = Esplicito

Il vincolo di tipo 'A', cioè' automatico, corrisponde ad un tipo di vincolo scelto dal programma in funzione delle varie situazioni strutturali riscontrate. Per valutare quale tipo di vincolo è stato imposto da CDSWin in questi casi è necessario riferirsi ai dati delle successive colonne della presente tabella di stampa

Tx, Ty, Tz	: Valori delle rigidzze alla traslazione imposte al nodo in esame. Il valore -1 indica per convenzione che quella particolare traslazione è impedita, mentre lo 0 indica che non ha alcun vincolo
Rx, Ry, Rz	: Valori delle rigidzze alla rotazione imposte al nodo in esame. Il valore -1 indica per convenzione che quella particolare rotazione è impedita, mentre lo 0 indica che non ha alcun vincolo
Fx, Fy, Fz	: Valori delle forze concentrate applicate al nodo in esame
Mx, My, Mz	: Valori delle coppie concentrate applicate al nodo in esame

ARCHIVIO TIPOLOGIE DI CARICO

Car. N.ro	Peso Strut kg/mq	Perman. NONstru kg/mq	Varia bile kg/mq	Neve kg/mq	Destinaz. d'Uso	Psi 0	Psi 1	Psi 2	Anal Car. N.ro	DESCRIZIONE SINTETICA DEL TIPO DI CARICO
1	300	100	200	0	Categ. A	0,7	0,5	0,3	33	

CRITERI DI PROGETTO

IDENTIF.		CARATTERISTICHE DEL MATERIALE							DURABILITA'			CARATTER. COSTRUTTIVE				FLAG		
Crit N.ro	Elem.	% Rig Tors.	% Rig Fless	Classe CLS	Classe Acciaio	Mod. El kg/cmq	Pois son	Gamma kg/mc	Tipo Ambiente	Tipo Armatura	Toll. Copr.	Copr staf	Copr ferr	Fi min	Fi st	Lun sta	Li n.	App esi
1	ELEV.	60	100	C28/35	B450C	323082	0,20	2500	ORDIN. X0	POCO SENS.	0,00	2,0	3,5	14	8	60	0	0
3	PILAS	60	100	C28/35	B450C	323082	0,20	2500	ORDIN. X0	POCO SENS.	0,00	2,0	3,5	14	8	50	0	0

CRITERI DI PROGETTO

CRITERI PER IL CALCOLO AGLI STATI LIMITE ULTIMI E DI ESERCIZIO																								
Cri Nro	Tipo Elem	fck	fcd	rcd	fyk	ftk	fyd	Ey	ec0	ecu	eyu	At/ Ac	Mt/ Mtu	Wra mm	Wfr mm	Wpe mm	ccRar	ccPer	cfRar	Spo Rar	Spo Fre	Spo Per	Coe Vis	euk
1	ELEV.	300,0	170,0	170,0	4500	4500	3913	2100000	0,20	0,35	1,00	50	10		0,4	0,3	168,0	126,0	3600				2,0	0,08
3	PILAS	300,0	170,0	170,0	4500	4500	3913	2100000	0,20	0,35	1,00	50	10		0,4	0,3	168,0	126,0	3600				2,0	0,08

MATERIALI SETTI CLS DEBOLMENTE ARMATI

IDEN	COMPONENTI			PILASTRINI			TRAVETTE			DATI DI CALCOLO					
Mat. N.ro	Tipo Cassero	Classe CLS	Classe Acc.	Base cm	Altez. cm	Inter. cm	Base cm	Altez. cm	Inter. cm	Sp.Equiv. cm	Gamma Eq. kg/mq	Riduz Mod.G	Riduz Mod.E	Coprif. cm	Strati Armature
2	LegnoBloc	C25/30	B450C	18,80	16,00	22,80	14,00	10,00	25,00	12,00	433,00	2,20	1,00	2,00	1
3	LegnoBloc	C25/30	B450C	18,80	14,00	22,80	14,00	10,00	25,00	10,60	384,00	2,20	1,00	2,00	1
4	LegnoBloc	C25/30	B450C	21,00	18,00	25,00	16,00	10,00	25,00	15,12	488,00	2,20	1,00	2,00	1
5	LegnoBloc	C25/30	B450C	18,00	17,50	25,00	14,00	10,00	25,00	12,60	509,00	2,20	1,00	2,00	1
6	LegnoBloc	C25/30	B450C	18,00	11,00	25,00	14,00	10,00	25,00	7,90	495,00	2,20	1,00	2,00	1
7	LegnoBloc	C25/30	B450C	18,80	12,00	22,80	14,00	10,00	25,00	9,00	316,00	2,20	1,00	2,00	1
8	LegnoBloc	C25/30	B450C	19,50	15,00	25,00	14,00	10,00	25,00	11,70	368,00	2,20	1,00	2,00	1
9	LegnoBloc	C25/30	B450C	19,50	18,00	25,00	14,00	10,00	25,00	14,00	445,00	2,20	1,00	2,00	1
10	LegnoBloc	C25/30	B450C	19,50	21,00	25,00	14,00	10,00	25,00	16,40	511,00	2,20	1,00	2,00	1

CRITERI DI PROGETTO GEOTECNICI - FONDAZIONI SUPERFICIALI E SU PALI

IDEN	COSTANTE WINKLER		IDEN	COSTANTE WINKLER		IDEN	COSTANTE WINKLER	
Crit N.ro	KwVert kg/cm	KwOriz. kg/cm	Crit N.ro	KwVert kg/cm	KwOriz. kg/cm	Crit N.ro	KwVert kg/cm	KwOriz. kg/cm
1	15,00	0,00	2	2,00	0,10			

DATI GENERALI DI STRUTTURA

DATI GENERALI DI STRUTTURA			
Massima dimens. dir. X (m)	7,30	Altezza edificio (m)	1,45
Massima dimens. dir. Y (m)	0,00	Differenza temperatura(°C)	15
PARAMETRI SISMICI			
Vita Nominale (Anni)	50	Classe d' Uso	II Cu=1.0
Longitudine Est (Grd)	13,59374	Latitudine Nord (Grd)	42,97607
Categoria Suolo	B	Coeff. Condiz. Topogr.	1,00000
Sistema Costruttivo Dir.1	C.A.	Sistema Costruttivo Dir.2	C.A.
Regolarita' in Altezza	SI (KR=1)	Regolarita' in Pianta	SI
Direzione Sisma (Grd)	0	Sisma Verticale	ASSENTE
Effetti P/Delta	NO	Quota di Zero Sismico (m)	0,00000
Tipo Intervento	ADEGUAMENTO	Tipo Analisi Sismica	LINEARE
Livello Sicurezza Min. (%)	100		
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.D.			
Probabilita' Pvr	0,63	Periodo di Ritorno Anni	50,00
Accelerazione Ag/g	0,07	Periodo T'c (sec.)	0,29
Fo	2,44	Fv	0,87
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,20	Periodo TB (sec.)	0,14
Periodo TC (sec.)	0,41	Periodo TD (sec.)	1,88
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.V.			
Probabilita' Pvr	0,10	Periodo di Ritorno Anni	475,00
Accelerazione Ag/g	0,18	Periodo T'c (sec.)	0,34

C.D.S.

Fo	2,45	Fv	1,39
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,20	Periodo TB (sec.)	0,15
Periodo TC (sec.)	0,46	Periodo TD (sec.)	2,31
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.C.			
Probabilita' Pvr	0,05	Periodo di Ritorno Anni	975,00
Accelerazione Ag/g	0,23	Periodo T'c (sec.)	0,35
Fo	2,49	Fv	1,60
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,17	Periodo TB (sec.)	0,16
Periodo TC (sec.)	0,47	Periodo TD (sec.)	2,51
PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO C.A. - DIR. 1			
Classe Duttilita'	MEDIA	Sotto-Sistema Strutturale	Telaio
AlfaU/Alfa1	1,30	Fattore riduttivo KW	1,00
Fattore di comportam 'q'	3,90		
PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO C.A. - DIR. 2			
Classe Duttilita'	MEDIA	Sotto-Sistema Strutturale	Telaio
AlfaU/Alfa1	1,30	Fattore riduttivo KW	1,00
Fattore di comportam 'q'	3,90		
COEFFICIENTI DI SICUREZZA PARZIALI DEI MATERIALI			
Acciaio per carpenteria	1,05	Verif.Instabilita' acciaio:	1,05
Legno per comb. eccez.	1,00	Legno per comb. fundament.:	1,30
Livello conoscenza	LC2		
FRP Collasso Tipo 'A'	1,10	FRP Delaminazione Tipo 'A'	1,20
FRP Collasso Tipo 'B'	1,25	FRP Delaminazione Tipo 'B'	1,50
FRP Resist. Press/Fless	1,00	FRP Resist. Taglio/Torsione	1,20
FRP Resist. Confinamento	1,10		

DATI GENERALI DI STRUTTURA			
DATI DI CALCOLO PER AZIONE NEVE			
Zona Geografica	II	Coefficiente Termico	1,00
Altitudine sito s.l.m. (m)	540	Coefficiente di forma	0,80
Tipo di Esposizione	Normale	Coefficiente di esposizione	1,00
Carico di riferimento kg/mq	192	Carico neve di calcolo kg/mq	153,00
Il calcolo della neve e' effettuato in base al punto 3.4 del D.M. 2018 e relative modifiche e integrazioni riportate nella Circolare del 26/12/2009			

COORDINATE E TIPOLOGIA FILI FISSI						
Filo N.ro	Ascissa m	Ordinata m		Filo N.ro	Ascissa m	Ordinata m
1	0,00	0,00		2	7,30	0,00
3	3,65	0,00				

QUOTE PIANI SISMICI ED INTERPIANI									
Quota N.ro	Altezza m	Tipologia	IrregTamp		Quota N.ro	Altezza m	Tipologia	IrregTamp	
			XY	Alt.				XY	Alt.
0	0,00	Piano Terra			1	1,00	Interpiano	NO	NO
2	2,45	Interpiano	NO	NO	3	1,10	Interpiano	NO	NO

TRAVI IN ACCIAIO/LEGNO ALLA QUOTA 1 m																								
DATI GENERALI		QUOTE		SCOSTAMENTI									CARICHI											
Trav N.ro	Sez. N.ro	Tipo Elemento fini sismici	Ang Grd	Fil in.	Fil fin	Q in. (m)	Q fin (m)	Dxi cm	Dyi cm	Dzi cm	Dxf cm	Dyf cm	Dzf cm	Pann	Tamp	Ball kg / m	Espl	Tot.	Torc kg	Orizz kg / m	Assia	Ali %	Crit N.ro	
1	1081	Tel.SismoRes.	0	1	3	1,00	2,45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	101
2	1081	Tel.SismoRes.	0	3	2	2,45	1,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	101
3	1080	Tel.SismoRes.	0	1	3	1,00	1,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	101
4	1080	Tel.SismoRes.	0	3	2	1,00	1,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	101

C.D.S.

COMBINAZIONI CARICHI A1 - S.L.V. / S.L.D.

DESCRIZIONI	1
Peso Strutturale	1,30
Perm.Non Strutturale	1,50
Neve	1,50

COMBINAZIONI RARE - S.L.E.

DESCRIZIONI	1
Peso Strutturale	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00
Neve	1,00

COMBINAZIONI FREQUENTI - S.L.E.

DESCRIZIONI	1
Peso Strutturale	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00
Neve	0,90

COMBINAZIONI PERMANENTI - S.L.E.

DESCRIZIONI	1
Peso Strutturale	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00
Neve	0,80

• SPECIFICHE CAMPI TABELLE DI STAMPA TRAVI

Tratto	: Le aste adiacenti a setti e piastre vengono suddivise in sottoelementi per garantire la congruenza. Il numero di "TRATTO" identifica la posizione sequenziale del sottoelemento attuale a partire dall'estremo iniziale
Filo in.	: Filo iniziale
Filo fin.	: Filo finale

Le altre grandezze descritte di seguito si riferiscono a ciascun estremo dell'asta:

Alt.	: Altezza dell'estremità dell'asta dallo spiccatto di fondazione
Tx	: Taglio lungo la direzione dell'asse 'X' del sistema di riferimento locale di asta (principale d'inerzia)
Ty	: Taglio lungo la direzione dell'asse 'Y' del sistema di riferimento locale di asta
N	: Sforzo assiale
Mx	: Momento agente con asse vettore parallelo all'asse 'X' del sistema di riferimento locale di asta
My	: Momento agente con asse vettore parallelo all'asse 'Y' del sistema di riferimento locale di asta
Mt	: Momento torcente dell'asta (agente con asse vettore parallelo all'asse 'Z' locale)

• SPECIFICHE CAMPI TABELLE DI STAMPA SHELL

SISTEMA DI RIFERIMENTO LOCALE (s.r.l.): Il sistema di riferimento locale dell'elemento shell è così definito:

Origine	: I° punto di inserimento dello shell
Asse 1	: Asse X nel s.r.l., definito dal punto origine e dal II° punto di inserimento, nel verso di quest'ultimo
Piano 12	: Piano XY nel s.r.l., definito dai punti origine, II° e III° di inserimento
Asse 2	: Asse Y nel s.r.l., ottenuto nel piano 12 con una rotazione antioraria di 90° dell'asse X intorno al punto origine, in modo che l'asse I-II si sovrapponga all'asse I-III con un angolo < 180°
Asse 3	: Asse Z nel s.r.l., ortogonale al piano 12, in modo da formare una terna destra con gli assi 1 e 2

Le tensioni di lastra (S) sono costanti lungo lo spessore. Le tensioni di piastra (M) variano linearmente lungo lo spessore, annullandosi in corrispondenza del piano medio (diagramma emisimmetrico o "a farfalla"). I valori del tensore degli sforzi sono riferiti alla faccia positiva (superiore nel s.r.l.) di normale 3 (esempio: Xij tensione X agente sulla faccia di normale i e diretta lungo j).

Le altre grandezze descritte di seguito si riferiscono a ciascun nodo dell'elemento bidimensionale:

Shell N.ro	: numero dell'elemento bidimensionale
nodo N.ro	: numero del nodo dell'elemento bidimensionale a cui sono riferite le tensioni S di lastra e M piastra
S11	: tensione normale di lastra
S22	: tensione normale di lastra
S12	: tensione tangenziale di lastra (S12 = S21)
M11	: tensione normale di piastra sulla faccia positiva
M22	: tensione normale di piastra sulla faccia positiva
M12	: tensione tangenziale di piastra sulla faccia positiva

Tabulato di stampa dei carichi nodali equivalenti applicati nei nodi degli shell.

Shell N.ro	: numero dell'elemento bidimensionale
nodo N.ro	: numero del nodo dell'elemento bidimensionale a cui sono i carichi nodali degli shell
Tx	: Forza nodale in direzione X del sistema di riferimento locale
Ty	: Forza nodale in direzione Y del sistema di riferimento locale
Tz	: Forza nodale in direzione Z del sistema di riferimento locale
Mx	: Momento nodale con asse vettore parallelo all'asse X del sistema di riferimento locale

My : *Momento nodale con asse vettore parallelo all'asse Y del sistema di riferimento locale*

Mz : *Momento nodale con asse vettore parallelo all'asse Z del sistema di riferimento locale*

• VERIFICHE ASTE IN ACCIAIO / LEGNO

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nelle tabelle di verifica aste in acciaio e di verifica aste in legno.

Fili N.ro	: Sulla prima riga numero del filo del nodo iniziale, sulla terza quello del nodo finale
Quota	: Sulla prima riga quota del nodo iniziale, sulla terza quota del nodo finale
Tratto	: Se una trave è suddivisa in più tratti sulla prima riga è riportato il numero del tratto, sulla terza il numero di suddivisioni della trave
Cmb N.r	: Numero della combinazione per la quale si è avuta la condizione più gravosa (rapporto di verifica massimo). La combinazione 0, se presente, si riferisce alle verifiche delle aste in legno, costruita con la sola presenza dei carichi permanenti ($1.3 \cdot G1 + 1.5 \cdot G2$). Seguono le caratteristiche associate alla combinazione:
N Sd	: Sforzo normale di calcolo
MxSd	: Momento flettente di calcolo asse vettore X locale
MySd	: Momento flettente di calcolo asse vettore Y locale
VxSd	: Taglio di calcolo in direzione dell'asse X locale
VySd	: Taglio di calcolo in direzione dell'asse Y locale
T Sd	: Torsione di calcolo
N Rd	: Sforzo normale resistente ridotto per presenza dell'azione tagliante
MxV.Rd	: Momento flettente resistente con asse vettore X locale ridotto per presenza di azione tagliante. Per le sezioni di classe 3 è sempre il momento limite elastico, per quelle di classe 1 e 2 è il momento plastico. Se inoltre la tipologia della sezione è doppio T, tubo tondo, tubo rettangolare e piatto, il momento è ridotto dall'eventuale presenza dello sforzo normale
MyV.Rd	: Momento flettente resistente con asse vettore Y locale ridotto per presenza di azione tagliante. Vale quanto riportato per il dato precedente
VxplRd	: Taglio resistente plastico in direzione dell'asse X locale
VyplRd	: Taglio resistente plastico in direzione dell'asse X locale
T Rd	: Torsione resistente
fy rid	: Resistenza di calcolo del materiale ridotta per presenza dell'azione tagliante
Rap %	: Rapporto di verifica moltiplicato per 100. Sezione verificata per valori minori o uguali a 100. La formula utilizzata in verifica è la n.ro 6.41 di EC3. Tale formula nel caso di sezione a doppio T coincide con le formule del DM 2008 n.ro 4.2.39 e del DM 2018 n.ro 4.2.39.
Sez.N	: Numero di archivio della sezione
Ac	: Coefficiente di amplificazione dei carichi statici. Sostituisce il dato 'Sez.N.' se l'incremento dei carichi statici è maggiore di 1
Qn	: Carico distribuito normale all'asse della trave in kg/m, incluso il peso proprio
Asta	: Numerazione dell'asta

Per le strutture dissipative, nei pilastri, sono stati tenuti in conto i fattori di sovraresistenza riportati nella Tab. 7.5.I delle NTC 2008 e par 7.5.1 delle NTC2018

L'ultima riga delle quattro relative a ciascuna asta, si riferisce ai valori utili ad effettuare le verifiche di instabilità:

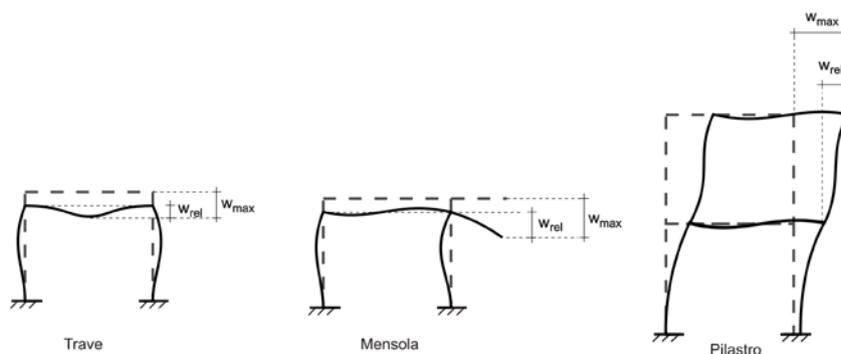
l	: Lunghezza della trave
$\beta \cdot l$: Lunghezza libera di inflessione
clas.	: Classe di verifica della trave
ϵ	: $(235/f_y)^{(1/2)}$. Se il valore è maggiore di 1 significa che il programma ha classificato la sezione, originariamente di classe 4, come sezione di classe 3 secondo il comma (9) del punto 5.5.2 dell'EC3 in base alla tensione di compressione massima. Per tali aste non sono state effettuate le verifiche di instabilità come previsto nel comma (10)

dell'EC3 (vedi anche pto C4.2.3.1).

Lmd	: Snellezza lambda
R%pf	: Rapporto di verifica per l'instabilità alla presso-flessione moltiplicato per 100 determinato dalla formula [C4.2.32]. Sezione verificata per valori minori o uguali a 100
R%ft	: Rapporto di verifica per l'instabilità flessio-torsionale moltiplicato per 100 determinato dalla formula [C4.2.36]
Wmax	: Spostamento massimo
Wrel	: Spostamento relativo, depurato dalla traslazione rigida dei nodi
Wlim	: Spostamento limite

Gli spostamenti Wmax e Wrel, essendo legati alle verifiche di esercizio, sono calcolati combinando i canali di carico con i coefficienti delle matrici SLE.

Per una più agevole comprensione del significato dei dati Wmax e Wrel, si può fare riferimento alla figura seguente:



Quindi ai fini della verifica è sufficiente che risulti $Wrel \leq Wlim$, essendo del tutto normale che l'asta possa risultare verificata anche con $Wmax > Wlim$.

Se:

Rap %	: 111 La sezione non verifica per taglio elevato
Rap %	: 444 Sezione non verificata in automatico perché di classe 4

Per le sezioni in legno vengono modificate le seguenti colonne:

N Rd $\rightarrow \sigma_n$: Tensione normale dovuta a sforzo normale
MxV.Rd $\rightarrow \sigma_{M_x}$: Tensione normale dovuta a momento M_x
MyV.Rd $\rightarrow \sigma_{M_y}$: Tensione normale dovuta a momento M_y
VxplRd $\rightarrow \tau_x$: Tensione tangenziale dovuta a taglio T_x
VyplRd $\rightarrow \tau_y$: Tensione tangenziale dovuta a taglio T_y
T Rd $\rightarrow \tau_{M_t}$: Tensione tangenziale da momento torcente
fy rid \rightarrow Rapp. Fless	: Rapporto di verifica per la flessione composta secondo le formule dei DM 2008/2018 [4.4.6a], [4.4.6b], [4.4.7a], [4.4.7b]. Viene riportato il valore più alto fra tutte le varie combinazioni e si intende verificato, come tutti gli altri rapporti, se il valore è minore di uno
Rap % \rightarrow Rapp. Taglio	: Rapporto di verifica per il taglio o la torsione secondo le formule dei DM 2008/2018 [4.4.8], [4.4.9] avendo sovrapposto gli effetti con la [4.4.10] nel caso di taglio e torsione agenti contemporaneamente
clas. \rightarrow KcC	: Coefficiente di instabilità di colonna ($K_{crit,c}$) determinato dalle formule dei DM 2008/2018 [4.4.15]
lmd \rightarrow KcM	: Coefficiente di instabilità di trave ($K_{crit,m}$) determinato dalle formule dei DM 2008/2018 [4.4.12]
R%pf \rightarrow Rx	: Rapporto globale di verifica di instabilità che tiene in conto sia dell'instabilità di colonna che quella di trave; il coefficiente K_m è applicato al termine del momento Y

R%ft → Ry

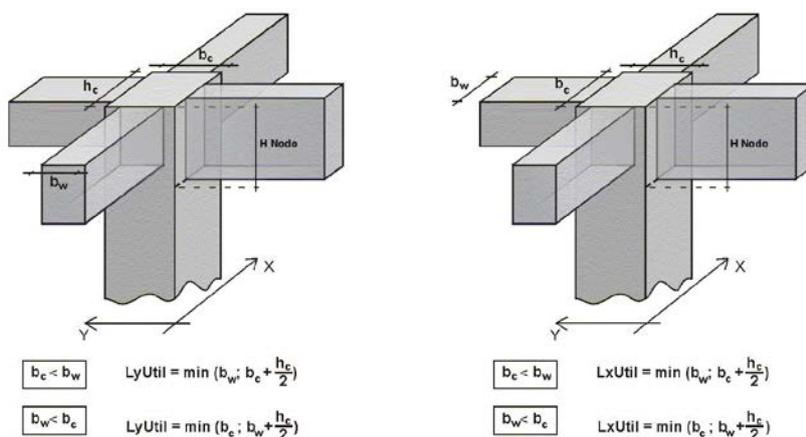
: *Rapporto globale di verifica di instabilità che tiene in conto sia dell'instabilità di colonna che quella di trave; il coefficiente Km è applicato al termine del momento X*

Gli spostamenti Wmax e Wrel sono calcolati secondo le formule [2.2] e [2.3] dell'Eurocodice 5. In particolare si sommano gli spostamenti istantanei delle combinazioni SLE Rare con quelli a tempo infinito delle combinazioni SLE Quasi Permanenti. Quindi indicando con U^P gli spostamenti istantanei dei carichi permanenti e con U^Q quelli dei carichi variabili lo spostamento finale vale:

$$U_{fin} = U^P + K_{def} * U^P + U^Q + K_{def} * \phi_2 * U^Q$$

SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa delle verifiche dei nodi trave-pilastro in calcestruzzo armato.



- Filo N.ro** : Numero del filo fisso del pilastro a cui appartiene il nodo
- Quota (m)** : Quota in metri del nodo verificato
- Nodo3d N.ro** : Numerazione spaziale del nodo verificato
- Posiz. Pilastro** : Posizione del pilastro rispetto al nodo; **SUP** indica che il nodo verificato e' l'estremo inferiore di un pilastro; **INF** indica che il nodo verificato e l'estremo superiore del pilastro
- Int.** : Flag di nodo interno (SI=Interno X ed Y ; X=Solo Dir.X; Y=Solo Dir.Y; SP=Spigolo; NO=Esterno X o Y)
- Sez.** : Numero di archivio della sezione del pilastro a cui appartiene il nodo
- Rotaz** : Rotazione di input del pilastro a cui appartiene il nodo
- HNodo** : Altezza del nodo in calcestruzzo su cui sono state effettuate le verifiche calcolata in funzione dell'intersezione tra il pilastro e le travi convergenti
- fck** : Resistenza caratteristica cilindrica del calcestruzzo
- fy** : Resistenza caratteristica allo snervamento dell'acciaio delle armature
- LyUtil** : Larghezza utile del nodo lungo la direzione Y locale del pilastro
- AfX** : Area complessiva dei bracci in direzione X locale del pilastro
- LxUtil** : Larghezza utile del nodo lungo la direzione X locale del pilastro
- AfY** : Area complessiva dei bracci in direzione Y locale del pilastro
- Njbd (X/Y)** : Sforzo Normale associato al Taglio sul nodo nella direzione X/Y locale del pilastro.
- Vjbd (X/Y)** : Taglio agente sul nodo nella direzione X/Y locale del pilastro.
- VjbdR (X/Y)** : Resistenza biella compressa del nodo nella direzione X/Y locale del pilastro.
- STATUS** : Esito della verifica del nodo.
- **NON VER:** si supera la resistenza della biella compressa; non è verificata la formula [7.4.8]

- *ELASTICO*: il nodo verifica e rimane in campo non fessurato; le armature sono progettate con la formula [7.4.10]
- *FESSURATO*: il nodo verifica e risulta fessurato; le armature sono progettate con la formula [7.4.11] per i nodi interni e con la formula [7.4.12] per i nodi esterni

C.D.S.

CARATT. PESO PROPRIO: ASTE																
Tra	Filo	Alt.	Tx	Ty	N	Mx	My	Mt	Filo	Alt.	Tx	Ty	N	Mx	My	Mt
tto	In.	(m)	(t)	(t)	(t)	(t*m)	(t*m)	(t*m)	Fin.	(m)	(t)	(t)	(t)	(t*m)	(t*m)	(t*m)
1	1,00	0,00	0,70	-2,08	0,05	0,00	0,00	0,00	3	2,45	0,00	1,26	2,86	1,05	0,00	0,00
3	2,45	0,00	1,26	-2,86	-1,05	0,00	0,00	0,00	2	1,00	0,00	0,70	2,08	-0,05	0,00	0,00
1	1,00	0,00	0,12	2,19	-0,05	0,00	0,00	0,00	3	1,00	0,00	0,00	-2,19	-0,17	0,00	0,00
3	1,00	0,00	0,00	2,19	0,00	0,00	0,00	0,00	2	1,00	0,00	0,12	-2,19	0,05	0,00	0,00
3	2,45	0,00	0,00	4,45	0,00	0,00	0,00	0,00	3	1,10	0,00	0,00	-4,49	0,00	0,00	0,00

CARATT. SOVRACCARICO PERMAN.: ASTE																
Tra	Filo	Alt.	Tx	Ty	N	Mx	My	Mt	Filo	Alt.	Tx	Ty	N	Mx	My	Mt
tto	In.	(m)	(t)	(t)	(t)	(t*m)	(t*m)	(t*m)	Fin.	(m)	(t)	(t)	(t)	(t*m)	(t*m)	(t*m)
1	1,00	0,00	0,35	-0,87	-0,04	0,00	0,00	0,00	3	2,45	0,00	0,56	1,23	0,45	0,00	0,00
3	2,45	0,00	0,56	-1,23	-0,45	0,00	0,00	0,00	2	1,00	0,00	0,35	0,87	0,04	0,00	0,00
1	1,00	0,00	0,00	0,94	0,04	0,00	0,00	0,00	3	1,00	0,00	0,00	-0,94	-0,04	0,00	0,00
3	1,00	0,00	0,00	0,94	0,04	0,00	0,00	0,00	2	1,00	0,00	0,00	-0,94	-0,04	0,00	0,00
3	2,45	0,00	0,00	1,95	0,00	0,00	0,00	0,00	3	1,10	0,00	0,00	-1,95	0,00	0,00	0,00

CARATT. Neve: ASTE																
Tra	Filo	Alt.	Tx	Ty	N	Mx	My	Mt	Filo	Alt.	Tx	Ty	N	Mx	My	Mt
tto	In.	(m)	(t)	(t)	(t)	(t*m)	(t*m)	(t*m)	Fin.	(m)	(t)	(t)	(t)	(t*m)	(t*m)	(t*m)
1	1,00	0,00	0,66	-1,66	-0,07	0,00	0,00	0,00	3	2,45	0,00	1,07	2,35	0,87	0,00	0,00
3	2,45	0,00	1,07	-2,35	-0,87	0,00	0,00	0,00	2	1,00	0,00	0,66	1,66	0,07	0,00	0,00
1	1,00	0,00	0,00	1,79	0,07	0,00	0,00	0,00	3	1,00	0,00	0,00	-1,79	-0,07	0,00	0,00
3	1,00	0,00	0,00	1,79	0,07	0,00	0,00	0,00	2	1,00	0,00	0,00	-1,79	-0,07	0,00	0,00
3	2,45	0,00	0,00	3,72	0,00	0,00	0,00	0,00	3	1,10	0,00	0,00	-3,72	0,00	0,00	0,00

STAMPA PROGETTO S.L.U. - LEGNO										
Mat. N.ro	Clas Serv	Comb N.ro	Classe durata di riferimento	Kmod	Gamma	fmd kg/cmq	fcd kg/cmq	ftd kg/cmq	fvd kg/cmq	
102	2	0	Permanente	0,60	1,30	110,8	96,9	64,6	18,5	
		1	Media Durata	0,80	1,30	147,7	129,2	86,2	24,6	

STAMPA PROGETTO S.L.U. - LEGNO + VERIFICA S.L.E.																			
VERIFICHE ASTE IN LEGNO																			
DATI DI ASTA	Fili N.ro	Quota (m)	Trat to	Cmb N.r	N Sd (kg)	MxSd (kg*m)	MySd (kg*m)	VxSd (kg)	VySd (kg)	T Sd (kg*m)	σn	σMx	σMy	τx	τy	τMt	Rapp. Fless	Rapp. Taglio	
Sez.N. 1081	1	1,00		1	6511	-85	0	0	2416	0	10	3	0	0	5	0	0,13	0,22	
Castagno 2	qn=	-1168		1	7490	1680	0	0	-49	0	11	54	0	0	0	0	0,49	0,00	
Asta: 1	3	2,45		1	9089	-3344	0	0	-4076	0	14	107	0	0	9	0	0,88	0,37	
Instab.:=	392,7	β*:=		274,9	9089	-3344	0	KcC=	1,00	KcM=	1,00	Rx=	0,88	Ry=	0,66	Wmax/rel/lim=	7,50	5,37	19,64 mm
Sez.N. 1081	3	2,45		1	9089	-3344	0	0	4076	0	14	107	0	0	9	0	0,88	0,37	
Castagno 2	qn=	-1168		1	7457	1680	0	0	-33	0	11	54	0	0	0	0	0,49	0,00	
Asta: 2	2	1,00		1	6511	-85	0	0	-2416	0	10	3	0	0	5	0	0,13	0,22	
Instab.:=	392,7	β*:=		274,9	9089	-3344	0	KcC=	1,00	KcM=	1,00	Rx=	0,88	Ry=	0,66	Wmax/rel/lim=	7,50	5,37	19,64 mm
Sez.N. 1080	1	1,00		1	-6943	85	0	0	159	0	12	4	0	0	0	0	0,03	0,02	
CASTAGNO 2	qn=	-33		1	-6943	374	0	0	0	0	12	16	0	0	0	0	0,12	0,00	
Asta: 3	3	1,00		1	-6943	374	0	0	0	0	12	16	0	0	0	0	0,12	0,00	
Instab.:=	365,0	β*:=		255,5	-6943	374	0	KcC=	0,92	KcM=	1,00	Rx=	0,21	Ry=	0,18	Wmax/rel/lim=	13,24	2,20	18,25 mm
Sez.N. 1080	3	1,00		1	-6943	374	0	0	0	0	12	16	0	0	0	0	0,12	0,00	
CASTAGNO 2	qn=	-33		1	-6943	374	0	0	-2	0	12	16	0	0	0	0	0,12	0,00	
Asta: 4	2	1,00		1	-6943	85	0	0	-159	0	12	4	0	0	0	0	0,03	0,02	
Instab.:=	365,0	β*:=		255,5	-6943	374	0	KcC=	0,92	KcM=	1,00	Rx=	0,21	Ry=	0,18	Wmax/rel/lim=	13,24	2,20	18,25 mm
Sez.N. 1080	3	2,45		1	-14287	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0,04	0,00	
CASTAGNO 2	qn=	0		1	-14317	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0,04	0,00	
Asta: 5	3	1,10		1	-14345	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0,04	0,00	
Instab.:=	135,0	β*:=		135,0	-14345	0	0	KcC=	1,00	KcM=	1,00	Rx=	0,19	Ry=	0,19	Wmax/rel/lim=	0,00	0,00	6,75 mm