

**Comune di Nole**

via Torino, 29

**Redazione della verifica sismica (prevista da O.P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003) inerente fabbricato scolastico - scuola materna "Arcobaleno" di via Torino n. 29****Proprietà****Comune di Nole**

via Devesi, 24 - 10076 Nole TO

P. Iva: 01282670015

**In.Ar.Te. Torino S.r.l.**

via Avigliana, 21 - 10134 Torino  
 Tel. +39 011 566 0393  
 Fax +39 011 19790574  
 P.IVA: 11162860016

Tecnico valutatore

Ing. Giovanni Data  
 C.F.: DTA GNN 67D04 E566 M

**Visti****Il tecnico****L'impresa**
**Relazione tecnica generale e di calcolo  
 Fabbricato realizzato nel 1978**
**Tavola****12**
 Studio Fattibilità  
 Preliminare  
 Definitivo  
 Esecutivo  
 Scala: --  
 Elaborato di:  Variante  
 Dettaglio

		<i>Richiedente</i>	<i>Oggetto</i>	<i>File</i>	<i>Data</i>
<i>1ª emiss.</i>		<i>Committente</i>	<i>Emissione</i>	20180317-SCIA Plante	16/03/2018
01					
02					
03					
04					
05					

2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria S.r.l.

Via Garibaldi, 90

44121 Ferrara FE ( Italy)

Tel. +39 0532 200091

Fax +39 0532 200086

[www.2si.it](http://www.2si.it)

[info@2si.it](mailto:info@2si.it)

D.M. 14/01/08 cap. 10.2 Affidabilità dei codici utilizzati

<http://www.2si.it/software/Affidabilità.htm>

## INTESTAZIONE E CONTENUTI DELLA RELAZIONE

### Progetto

La relazione di calcolo è inerente alla verifica sismica della unità strutturale in pannelli prefabbricati in c.a. della scuola materna "Arcobaleno" ubicata in via Torino 29 a Nole (TO). Trattasi di una prima parte dell'attuale scuola costruita negli anni '70. La maglia strutturale possiede pannelli prefabbricati lungo una sola direzione. Non esistono pilastri. La verifica per una accelerazione sismica pari all'1% dell'accelerazione attesa al suolo è risultata negativa, dimostrando come l'edificio non possieda sufficienti riserve di sicurezza nei confronti del sisma di intensità attesa nella zona.

Contenuti della relazione:

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

- *Origine e Caratteristiche dei Codici di Calcolo*
- *Affidabilità dei codici utilizzati*
- *Validazione dei codici*
- *Tipo di analisi svolta*
- *Modalità di presentazione dei risultati*
- *Informazioni generali sull'elaborazione*
- *Giudizio motivato di accettabilità dei risultati*

STAMPA DEI DATI DI INGRESSO

- *Normative prese a riferimento*
- *Criteri adottati per le misure di sicurezza*

- *Criteria seguiti nella schematizzazione della struttura, dei vincoli e delle sconnessioni*
- *Interazione tra terreno e struttura*
- *Legami costitutivi adottati per la modellazione dei materiali e dei terreni*
- *Schematizzazione delle azioni, condizioni e combinazioni di carico*
- *Metodologie numeriche utilizzate per l'analisi strutturale*
- *Metodologie numeriche utilizzate per la progettazione e la verifica degli elementi strutturali*

STAMPA DEI RISULTATI

Il Progettista:



Ing. Giovanni Data

9 April 2018

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE .....	7
Premessa .....	7
Analisi storico-critica ed esito del rilievo geometrico-strutturale.....	7
Analisi storico-critica .....	7
Esito del rilievo geometrico-strutturale .....	7
Descrizione generale dell'opera .....	7
Descrizione generale dell'opera .....	7
Principali caratteristiche della struttura.....	8
Parametri della struttura.....	8
Fattore di struttura.....	8
Quadro normativo di riferimento adottato.....	8
Progetto-verifica degli elementi.....	9
Azione sismica .....	9
Livelli di conoscenza e fattori di confidenza.....	9
Azioni di progetto sulla costruzione .....	9
Modello numerico .....	10
Tipo di analisi strutturale.....	10
Informazioni sul codice di calcolo.....	11
Modellazione della geometria e proprietà meccaniche:.....	11
Tipo di vincoli:.....	12
Modellazione delle azioni .....	12
Combinazioni e/o percorsi di carico .....	13
Principali risultati.....	13
Informazioni generali sull'elaborazione e giudizio motivato di accettabilità dei risultati. ....	14
Verifiche agli stati limite ultimi.....	14
Verifiche agli stati limite di esercizio .....	15
RELAZIONE SUI MATERIALI .....	15
NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	16
CARATTERISTICHE MATERIALI UTILIZZATI .....	20
LEGENDA TABELLA DATI MATERIALI .....	20
MODELLAZIONE DELLE SEZIONI.....	28
LEGENDA TABELLA DATI SEZIONI .....	28
PRINCIPALI RISULTATI DEL CALCOLO.....	31

VERIFICHE ELEMENTI ESISTENTI .....40  
LEGENDA TABELLA VERIFICHE ELEMENTI ESISTENTI.....40

# RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

## Premessa

La presente relazione di calcolo strutturale, in conformità al §10.1 del DM 14/01/08, è comprensiva di una descrizione generale dell'opera e dei criteri generali di analisi e verifica. Segue inoltre le indicazioni fornite al §10.2 del DM stesso per quanto concerne analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo.

Nella presente parte sono riportati i principali elementi di inquadramento del progetto esecutivo riguardante le strutture, in relazione agli strumenti urbanistici, al progetto architettonico, al progetto delle componenti tecnologiche in generale ed alle prestazioni attese dalla struttura.

## Analisi storico-critica ed esito del rilievo geometrico-strutturale

Per edifici esistenti, in coerenza con il paragrafo 8.2 delle NTC-08, l'analisi storico-critica ed il rilievo geometrico-strutturale devono evidenziare i seguenti aspetti: (a) la costruzione riflette lo stato delle conoscenze al tempo della sua realizzazione; (b) possono essere insiti e non palesi difetti di impostazione e di realizzazione; (c) la costruzione può essere stata soggetta ad azioni, anche eccezionali, i cui effetti non siano completamente manifesti; (d) le strutture possono presentare degrado e/o modificazioni significative rispetto alla situazione originaria.

### Analisi storico-critica

Per edifici esistenti, viene indicata la documentazione reperita e vengono esplicitate le informazioni desunte da ciascuno dei documenti esaminati per le finalità indicate al paragrafo 8.5.1 delle NTC-08.

### Esito del rilievo geometrico-strutturale

Per edifici esistenti, vengono descritte le modalità con cui è stato effettuato il rilievo geometrico strutturale e gli esiti di quest'ultimo, anche con riferimenti espliciti e puntuali agli elaborati grafici che saranno riportati nella parte "4.1. Rilievo geometrico-strutturale". Il rilievo delle strutture deve essere eseguito e restituito secondo le modalità e con le finalità riportate nei paragrafi 8.5.2 e 8.7 delle NTC-08.

## Descrizione generale dell'opera

La relazione di calcolo è inerente alla verifica sismica della unità strutturale in pannelli prefabbricati in c.a. della scuola materna "Arcobaleno" ubicata in via Torino 29 a Nole (TO). Trattasi di una prima parte dell'attuale scuola costruita negli anni '70. La maglia strutturale possiede pannelli prefabbricati lungo una sola direzione. Non esistono pilastri.

Descrizione generale dell'opera	
Fabbricato ad uso	Scuola materna
Ubicazione	Comune di NOLE (TO) (Regione PIEMONTE)
	Località NOLE (TO)
	Longitudine 7.576, Latitudine 45.242

Numero di piani	Fuori terra: 1
	Interrati: 0
	le dimensioni dell'opera in pianta sono racchiuse in un rettangolo di 52m x 13,5m
Numero vani scale	0
Numero vani ascensore	0
Tipo di fondazione	Continua con travi in c.a.

#### Principali caratteristiche della struttura

Struttura regolare in pianta	NO
Struttura regolare in altezza	NO
Classe di duttilità	BD
Travi: ricalate o in spessore	NO
Pilastri	NO
Pilastri in falso	NO
Tipo di fondazione	Continua con travi in c.a.
Condizioni per cui è necessario considerare la componente verticale del sisma	NO

#### Parametri della struttura

Classe d'uso	Vita Vn [anni]	Coeff. Uso	Periodo Vr [anni]
III	50.0	1.5	75.0

#### Fattore di struttura

E' stato valutato un fattore dei struttura pari a 2,40 considerando la struttura a pannelli non regolare nè in pianta nè in altezza (causa mancanza di maglia strutturale continua su entrambe le direzioni).

#### Quadro normativo di riferimento adottato

Le norme ed i documenti assunti quale riferimento per la progettazione strutturale vengono indicati di seguito.

Nel capitolo "normativa di riferimento" è comunque presente l'elenco completo delle normative disponibili.

<b>Progetto-verifica degli elementi</b>	
Progetto cemento armato	D.M. 14-01-2008
Progetto acciaio	D.M. 14-01-2008
Progetto legno	D.M. 14-01-2008
Progetto muratura	D.M. 14-01-2008
<b>Azione sismica</b>	
Norma applicata per l'azione sismica	D.M. 14-01-2008

## **Livelli di conoscenza e fattori di confidenza**

Il livello di conoscenza, per edifici esistenti è LC2

Pertanto il fattore di confidenza è 1,2

## **Azioni di progetto sulla costruzione**

Nei capitoli “modellazione delle azioni” e “schematizzazione dei casi di carico” sono indicate le azioni sulla costruzioni.

Nel prosieguo si indicano tipo di analisi strutturale condotta (statico,dinamico, lineare o non lineare) e il metodo adottato per la risoluzione del problema strutturale nonché le metodologie seguite per la verifica o per il progetto-verifica delle sezioni. Si riportano le combinazioni di carico adottate e, nel caso di calcoli non lineari, i percorsi di carico seguiti; le configurazioni studiate per la struttura in esame ***sono risultate effettivamente esaustive per la progettazione-verifica.***

La verifica della sicurezza degli elementi strutturali avviene con i metodi della scienza delle costruzioni. L'analisi strutturale è condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tensodeformativo indotto da carichi statici. L'analisi strutturale è condotta con il metodo dell'analisi modale e dello spettro di risposta in termini di accelerazione per la valutazione dello stato tensodeformativo indotto da carichi dinamici (tra cui quelli di tipo sismico).

L'analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti. Il metodo sopraindicato si basa sulla schematizzazione della struttura in elementi connessi solo in corrispondenza di un numero prefissato di punti denominati nodi. I nodi sono definiti dalle tre coordinate cartesiane in un sistema di riferimento globale. Le incognite del problema (nell'ambito del metodo degli spostamenti) sono le componenti di spostamento dei nodi riferite al sistema di riferimento globale (traslazioni secondo X, Y, Z, rotazioni attorno X, Y, Z). La soluzione del problema si ottiene con un sistema di equazioni algebriche lineari i cui termini noti sono costituiti dai carichi agenti sulla struttura opportunamente concentrati ai nodi:

$\mathbf{K} * \mathbf{u} = \mathbf{F}$       dove     $\mathbf{K}$  = matrice di rigidezza

$\mathbf{u}$  = vettore spostamenti nodali

$\mathbf{F}$  = vettore forze nodali

Dagli spostamenti ottenuti con la risoluzione del sistema vengono quindi dedotte le sollecitazioni e/o le tensioni di ogni elemento, riferite generalmente ad una terna locale all'elemento stesso.

Il sistema di riferimento utilizzato è costituito da una terna cartesiana destrorsa XYZ. Si assume l'asse Z verticale ed orientato verso l'alto.

Gli elementi utilizzati per la modellazione dello schema statico della struttura sono i seguenti:

- Elemento tipo **TRUSS** (biella-D2)
- Elemento tipo **BEAM** (trave-D2)
- Elemento tipo **MEMBRANE** (membrana-D3)
- Elemento tipo **PLATE** (piastra-guscio-D3)
- Elemento tipo **BOUNDARY** (molla)
- Elemento tipo **STIFFNESS** (matrice di rigidezza)
- Elemento tipo **BRICK** (elemento solido)
- Elemento tipo **SOLAIO** (macro elemento composto da più membrane)

## Modello numerico

In questa parte viene descritto il modello numerico utilizzato (o i modelli numerici utilizzati) per l'analisi della struttura. La presentazione delle informazioni deve essere, coerentemente con le prescrizioni del paragrafo 10.2 delle NTC-08, tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità

Tipo di analisi strutturale	
Statica lineare	SI
Statica non lineare	NO
Sismica statica lineare	NO
Sismica dinamica lineare	SI
Sismica statica non lineare (prop. masse)	NO
Sismica statica non lineare (prop. modo)	NO
Sismica statica non lineare (triangolare)	NO
Non linearità geometriche (fattore P delta)	NO

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

Informazioni sul codice di calcolo	
Titolo:	PRO_SAP PROfessional Structural Analysis Program
Versione:	PROFESSIONAL (build 2017-11-179)
Produttore-Distributore:	2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l., Ferrara
Dati utente finale:	Ing. Giovanni data – c/o In.Ar.Te. Torino S.r.l.
Codice Utente:	
Codice Licenza:	Licenza dsi4017

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software **ha consentito di valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico**. La documentazione, fornita dal produttore e distributore del software, contiene una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, corredati dei file di input necessari a riprodurre l'elaborazione:

Affidabilità dei codici utilizzati
2S.I. ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.
E' possibile reperire la documentazione contenente alcuni dei più significativi casi trattati al seguente link: <a href="http://www.2si.it/Software/Affidabilità.htm">http://www.2si.it/Software/Affidabilità.htm</a>

Modellazione della geometria e proprietà meccaniche:	
nodi	3467
elementi D2 (per aste, travi, pilastri...)	519
elementi D3 (per pareti, platee, gusci...)	2883
elementi solaio	78
elementi solidi	0
Dimensione del modello strutturale [cm]:	
X min =	-20177.71
Xmax =	-14976.31

Ymin =	33546.79
Ymax =	34898.61
Zmin =	-170.00
Zmax =	385.00
<b>Strutture verticali:</b>	
Elementi di tipo asta	NO
Pilastrri	NO
Pareti	SI
Setti (a comportamento membranale)	NO
<b>Strutture non verticali:</b>	
Elementi di tipo asta	NO
Travi	SI
Gusci	NO
Membrane	NO
<b>Orizzontamenti:</b>	
Solai con la proprietà piano rigido	SI
Solai senza la proprietà piano rigido	SI
<b>Tipo di vincoli:</b>	
Nodi vincolati rigidamente	NO
Nodi vincolati elasticamente	NO
Nodi con isolatori sismici	NO
Fondazioni puntuali (plinti/plinti su palo)	NO
Fondazioni di tipo trave	SI
Fondazioni di tipo platea	NO
Fondazioni con elementi solidi	NO

### **Modellazione delle azioni**

Si veda il capitolo **“Schematizzazione dei casi di carico”** per le informazioni necessarie alla comprensione ed alla ricostruzione delle azioni applicate al modello numerico, coerentemente con quanto indicato nella parte **“2.6. Azioni di progetto sulla costruzione”**.

### Combinazioni e/o percorsi di carico

Si veda il capitolo “Definizione delle combinazioni” in cui sono indicate le combinazioni di carico adottate e, nel caso di calcoli non lineari, i percorsi di carico seguiti.

Combinazioni dei casi di carico	
APPROCCIO PROGETTUALE	Approccio 2
Tensioni ammissibili	NO
SLU	SI
SLV (SLU con sisma)	SI
SLC	NO
SLD	SI
SLO	NO
SLU GEO A2 (per approccio 1)	NO
SLU EQU	NO
Combinazione caratteristica (rara)	NO
Combinazione frequente	NO
Combinazione quasi permanente (SLE)	NO
SLA (accidentale quale incendio)	NO

### Principali risultati

I risultati devono costituire una sintesi completa ed efficace, presentata in modo da riassumere il comportamento della struttura, per ogni tipo di analisi svolta.

#### 2.8.1. Risultati dell'analisi modale

Viene riportato il tipo di analisi modale condotta, restituiti i risultati della stessa e valutate le informazioni desumibili in merito al comportamento della struttura.

#### 2.8.2. Deformate e sollecitazioni per condizioni di carico

Vengono riportati i principali risultati atti a descrivere il comportamento della struttura, in termini di stati di sollecitazione e di deformazione generalizzata, distinti per condizione elementare di carico o per combinazioni omogenee delle stesse.

2.8.3. Involuppo delle sollecitazioni maggiormente significative. L'analisi e la restituzione degli involuppi (nelle combinazioni considerate agli SLU e agli SLE) delle caratteristiche di sollecitazione devono essere finalizzate alla valutazione dello stato di sollecitazione nei diversi elementi della struttura.

#### 2.8.4. Reazioni vincolari

Vengono riportate le reazioni dei vincoli nelle singole condizioni di carico e/o nelle combinazioni

considerate.

#### 2.8.5. Altri risultati significativi

Nella presente parte vengono riportati tutti gli altri risultati che il progettista ritiene di interesse per la descrizione e la comprensione del/i modello/i e del comportamento della struttura.

La presente relazione, oltre ad illustrare in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare, riporta una serie di immagini:

per i dati in ingresso:

- modello solido della struttura
- numerazione di nodi e ed elementi
- configurazioni di carico statiche
- configurazioni di carico sismiche con baricentri delle masse e eccentricità

per le combinazioni più significative (statisticamente più gravose per la struttura)

- configurazioni deformate
- diagrammi e involucri delle azioni interne
- mappe delle tensioni
- reazioni vincolari
- mappe delle pressioni sul terreno

per il progetto-verifica degli elementi

- diagrammi di armatura
- percentuali di sfruttamento
- mappe delle verifiche più significative per i vari stati limite

### **Informazioni generali sull'elaborazione e giudizio motivato di accettabilità dei risultati.**

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

### **Verifiche agli stati limite ultimi**

Nel capitolo relativo alla progettazione degli elementi strutturali agli SLU vengono indicate, con riferimento alla normativa adottata, le modalità ed i criteri seguiti per valutare la sicurezza della struttura nei confronti delle

possibili situazioni di crisi ed i risultati delle valutazioni svolte. In via generale, oltre alle verifiche di resistenza e di spostamento, devono essere prese in considerazione verifiche nei confronti dei fenomeni di instabilità, locale e globale, di fatica, di duttilità, di degrado.

### **Verifiche agli stati limite di esercizio**

Nel capitolo relativo alla progettazione degli elementi strutturali agli SLU vengono indicate, con riferimento alla normativa adottata, le modalità seguite per valutare l'affidabilità della struttura nei confronti delle possibili situazioni di perdita di funzionalità (per eccessive deformazioni, fessurazioni, vibrazioni, etc.) ed i risultati delle valutazioni svolte.

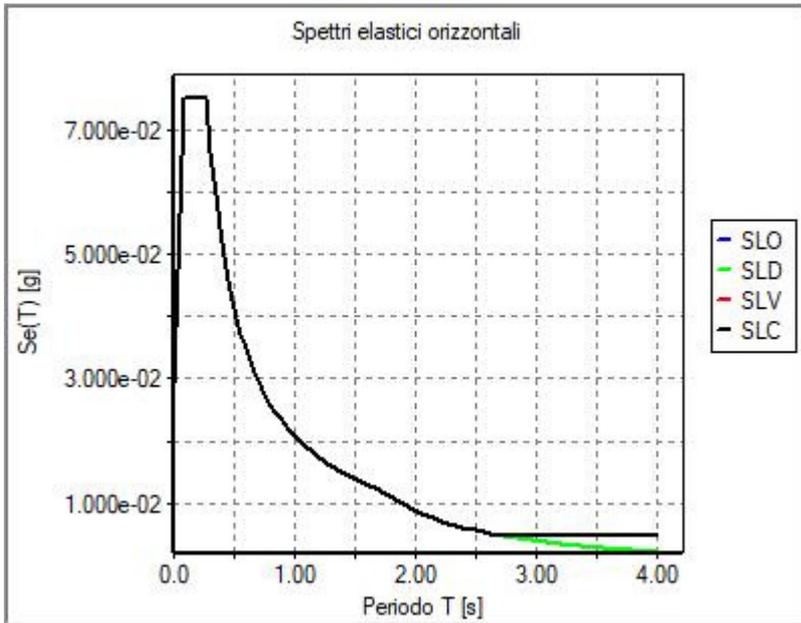
### **RELAZIONE SUI MATERIALI**

Il capitolo Materiali riporta informazioni esaustive relative all'elenco dei materiali impiegati e loro modalità di posa in opera e ai valori di calcolo.

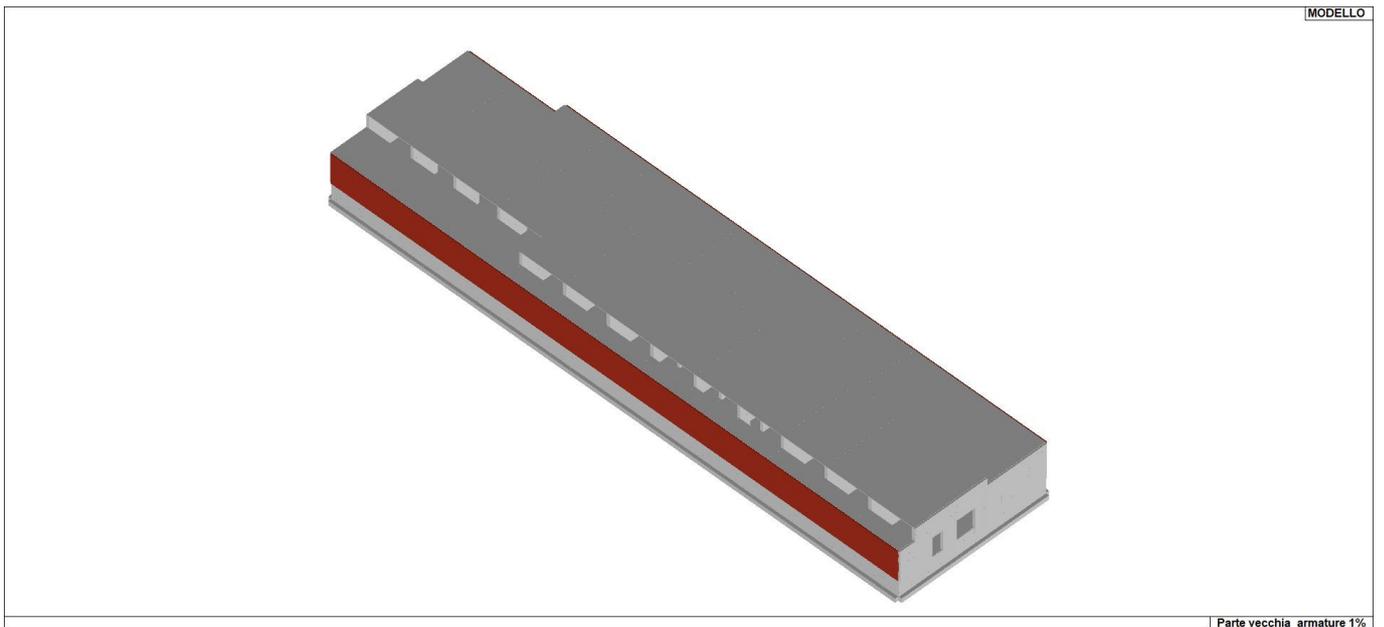
# NORMATIVA DI RIFERIMENTO

1. D.Min. Infrastrutture Min. Interni e Prot. Civile 14 Gennaio 2008 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
  2. D.Min. Infrastrutture e trasporti 14 Settembre 2005 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
  3. D.M. LL.PP. 9 Gennaio 1996 "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".
  4. D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 "Norme tecniche relative ai <<Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi>>".
  5. D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
  6. Circolare 4/07/96, n.156AA.GG./STC. istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai <<Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi>>" di cui al D.M. 16/01/96.
  7. Circolare 10/04/97, n.65AA.GG. istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. 16/01/96.
  8. D.M. LL.PP. 20 Novembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento".
  9. Circolare 4 Gennaio 1989 n. 30787 "Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento".
  10. D.M. LL.PP. 11 Marzo 1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
  11. D.M. LL.PP. 3 Dicembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate".
  12. UNI 9502 - Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso - edizione maggio 2001
  13. Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e successive modificazioni e integrazioni.
  14. UNI EN 1990:2006 13/04/2006 Eurocodice 0 - Criteri generali di progettazione strutturale.
  15. UNI EN 1991-1-1:2004 01/08/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-1: Azioni in generale - Pesì per unità di volume, pesì propri e sovraccarichi per gli edifici.
  16. UNI EN 1991-2:2005 01/03/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 2: Carichi da traffico sui ponti.
  17. UNI EN 1991-1-3:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-3: Azioni in generale - Carichi da neve.
  18. UNI EN 1991-1-4:2005 01/07/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento.
  19. UNI EN 1991-1-5:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche.
  20. UNI EN 1992-1-1:2005 24/11/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
  21. UNI EN 1992-1-2:2005 01/04/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio.
  22. UNI EN 1993-1-1:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
  23. UNI EN 1993-1-8:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti.
  24. UNI EN 1994-1-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
  25. UNI EN 1994-2:2006 12/01/2006 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 2: Regole generali e regole per i ponti.
  26. UNI EN 1995-1-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 1-1: Regole generali - Regole comuni e regole per gli edifici.
  27. UNI EN 1995-2:2005 01/01/2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 2: Ponti.
  28. UNI EN 1996-1-1:2006 26/01/2006 Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura - Parte 1-1: Regole generali per strutture di muratura armata e non armata.
  29. UNI EN 1996-3:2006 09/03/2006 Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura - Parte 3: Metodi di calcolo semplificato per strutture di muratura non armata.
  30. UNI EN 1997-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali.
  31. UNI EN 1998-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.
  32. UNI EN 1998-3:2005 01/08/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 3: Valutazione e adeguamento degli edifici.
- UNI EN 1998-5:2005 01/01/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

NOTA sul capitolo "normativa di riferimento": riporta l'elenco delle normative implementate nel software. Le norme utilizzate per la struttura oggetto della presente relazione sono indicate nel precedente capitolo "RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE" "ANALISI E VERIFICHE SVOLTE CON L'AUSILIO DI CODICI DI CALCOLO". Laddove nei capitoli successivi vengano richiamate norme antecedenti al DM 14.01.08 è dovuto a o a progettazione simulata di edificio esistente o ad applicazione del punto 2.7 del DM 14.01.08

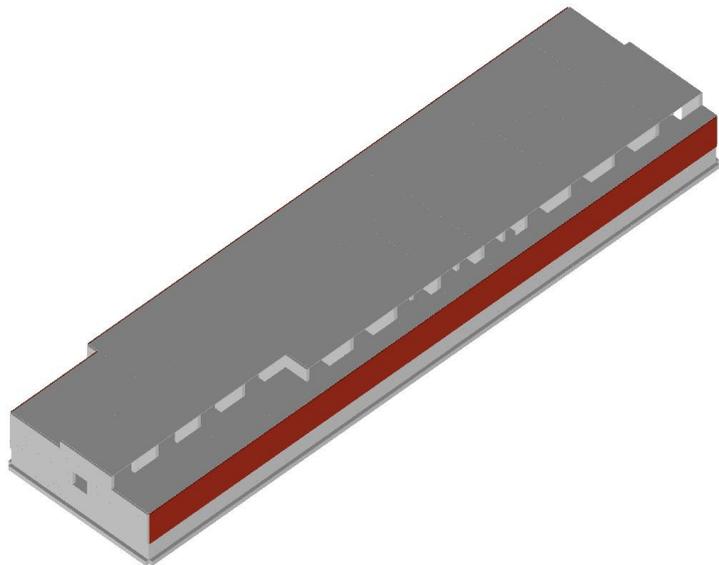


01\_INT\_SPETTRI\_ELASTICI\_O

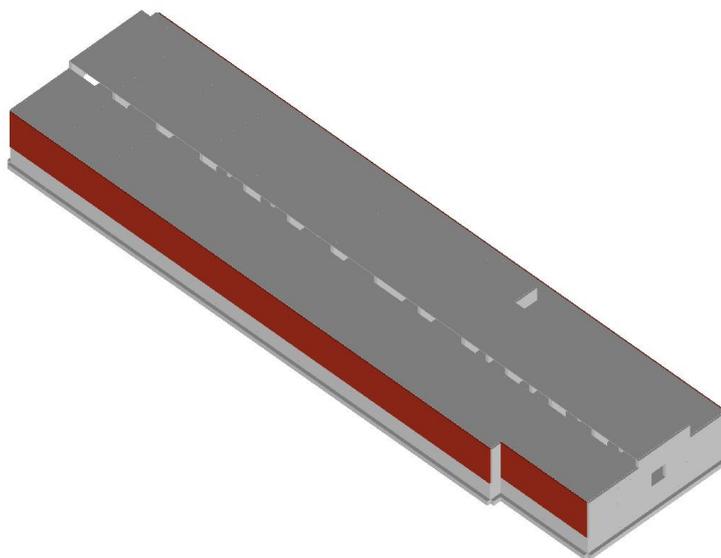


Parte vecchia\_armature 1%

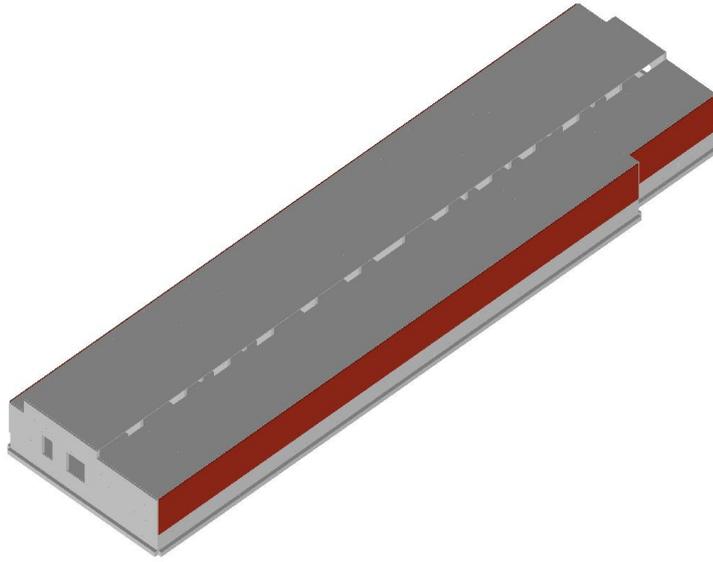
01\_INT\_VISTA\_SOLIDATA\_001



01\_INT\_VISTA\_SOLIDA\_002



01\_INT\_VISTA\_SOLIDA\_003



01\_INT\_VISTA\_SOLIDA\_004

# CARATTERISTICHE MATERIALI UTILIZZATI

## LEGENDA TABELLA DATI MATERIALI

Il programma consente l'uso di materiali diversi. Sono previsti i seguenti tipi di materiale:

1	materiale tipo cemento armato
2	materiale tipo acciaio
3	materiale tipo muratura
4	materiale tipo legno
5	materiale tipo generico

I materiali utilizzati nella modellazione sono individuati da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni materiale vengono riportati in tabella i seguenti dati:

<i>Young</i>	modulo di elasticità normale
<i>Poisson</i>	coefficiente di contrazione trasversale
<i>G</i>	modulo di elasticità tangenziale
<i>Gamma</i>	peso specifico
<i>Alfa</i>	coefficiente di dilatazione termica

I dati soprariportati vengono utilizzati per la modellazione dello schema statico e per la determinazione dei carichi inerziali e termici. In relazione al tipo di materiale vengono riportati inoltre:

1	<b>cemento armato</b>	<b>Rck</b> <b>Fctm</b>	resistenza caratteristica cubica resistenza media a trazione semplice
2	<b>acciaio</b>	<b>Ft</b> <b>Fy</b> <b>Fd</b> <b>Fdt</b> <b>Sadm</b> <b>Sadmt</b>	tensione di rottura a trazione tensione di snervamento resistenza di calcolo resistenza di calcolo per spess. t>40 mm tensione ammissibile tensione ammissibile per spess. t>40 mm
3	<b>muratura</b>	<b>Resist. Fk</b> <b>Resist. Fvko</b>	resistenza caratteristica a compressione resistenza caratteristica a taglio
4	<b>legno</b>	<b>Resist. fc0k</b> <b>Resist. ft0k</b> <b>Resist. fmk</b> <b>Resist. fvk</b> <b>Modulo E0,05</b> <b>Lamellare</b>	Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per compressione Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per trazione Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per flessione Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per taglio Modulo elastico parallelo caratteristico lamellare o massiccio

Vengono inoltre riportate le tabelle contenenti il riassunto delle informazioni assegnate nei criteri di progetto in uso.

Con riferimento al **Documento di Affidabilità** “*Test di validazione del software di calcolo PRO\_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO\_SAP Modulo Geotecnico, PRO\_CAD nodi acciaio e PRO\_MST*” - versione Maggio 2011, disponibile per il download sul sito **www.2si.it**, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

**Modellazione di strutture in c.a.**

Test N°	Titolo
41	GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER TRAVI IN C.A.
42	GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER PILASTRI IN C.A.
43	VERIFICA ALLE TA DI STRUTTURE IN C.A.
44	VERIFICA AGLI SLU DI STRUTTURE IN C.A.
45	VERIFICA A PUNZONAMENTO ALLO SLU DI PIASTRE IN C.A.
46	VERIFICA A PUNZONAMENTO ALLO SLU DI TRAVI IN C.A.
47	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 9/1/96
48	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 14/1/2008
49	VERIFICA ALLO SLE (TENSIONI E FESSURAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
50	VERIFICA ALLO SLE (DEFORMAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
51	FATTORE DI STRUTTURA
52	SOVRARESISTENZE
53	DETTAGLI COSTRUTTIVI C.A.: LIMITI D'ARMATURA PILASTRI E NODI TRAVE-PILASTRO
54	PARETI IN C.A. SNELLE IN ZONA SISMICA
80	ANALISI PUSHOVER DI UN EDIFICIO IN C.A.
120	PROGETTO E VERIFICA DI TRAVI PREM

**Modellazione di strutture in acciaio**

Test N°	Titolo
55	VERIFICA DI STABILITA' DI ASTE COMPRESSE IN ACCIAIO – METODO OMEGA
56	LUCE LIBERA DI TRAVI E ASTE IN ACCIAIO
57	LUCE LIBERA DI COLONNE IN ACCIAIO
58	SVERGOLAMENTO DI TRAVI IN ACCIAIO
59	FATTORE DI STRUTTURA
60	ACCIAIO D.M.2008
61	ACCIAIO EC3
62	GERARCHIA RESISTENZE STRUTTURE IN ACCIAIO

<b>63</b>	STABILITA' DI ASTE COMPOSTE IN ACCIAIO
<b>73</b>	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO CON PRESENZA IRRIGIDIMENTI TRASVERSALI
<b>74</b>	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO CON PRESENZA DI UN PIATTO DI RINFORZO SALDATO ALL'ANIMA DELLA COLONNA
<b>75</b>	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO CON PRESENZA DI DUE PIATTI DI RINFORZO SALDATI ALL'ANIMA DELLA COLONNA
<b>76</b>	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO A DUE VIE SU ALI COLONNA
<b>77</b>	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO A UNA VIA CON DUE COMBINAZIONI DI CARICO
<b>78</b>	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO SU ANIMA SENZA RINFORZI A QUATTRO FILE DI BULLONI DI CUI UNA SU PIASTRA INFERIORE E UNA SU PIASTRA SUPERIORE
<b>79</b>	VERIFICA DELLA PIASTRA NODO TRAVE COLONNA
<b>85</b>	TELAIO ACCIAIO: CONTROVENTI CONCENTRICI

#### Modellazione di strutture in muratura

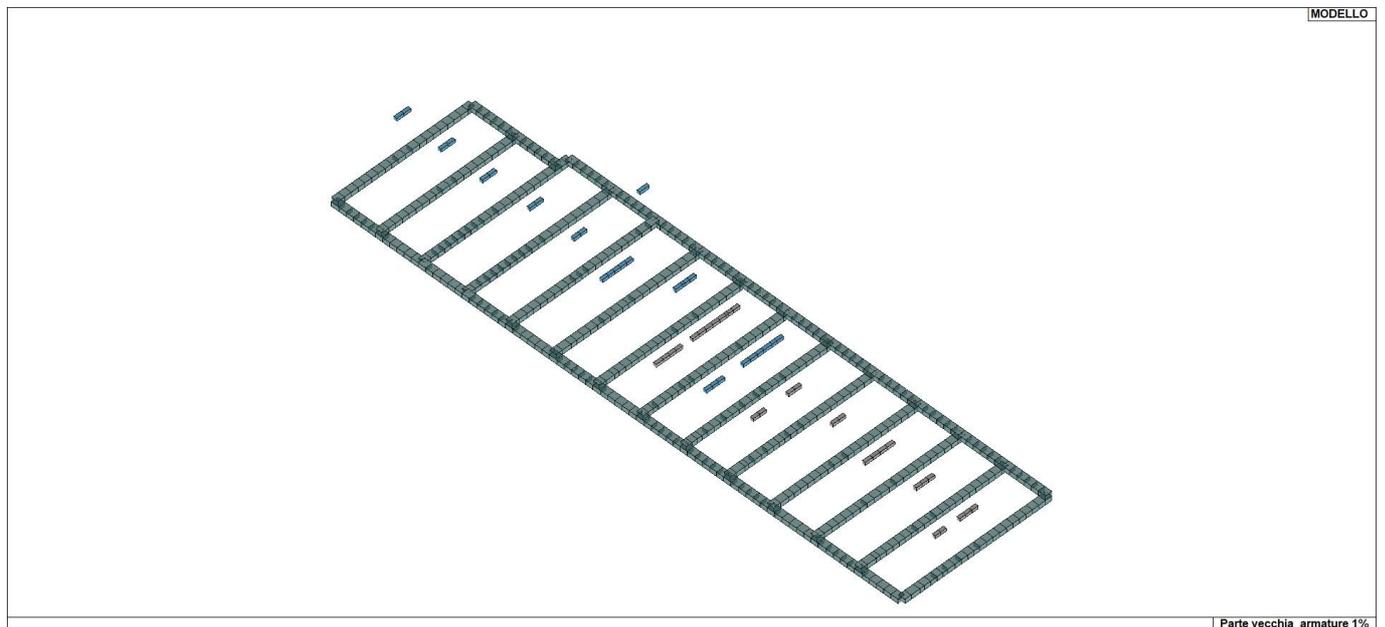
<b>Test N°</b>	<b>Titolo</b>
<b>81</b>	ANALISI PUSHOVER DI UNA STRUTTURA IN MURATURA
<b>84</b>	ANALISI ELASTO PLASTICA INCREMENTALE, PARETE IN MURATURA
<b>86</b>	VERIFICA NON SISMICA DELLE MURATURE (D.M. 87 TA)
<b>87</b>	VERIFICA NON SISMICA DELLE MURATURE (D.M. 2005 SL)
<b>88</b>	FATTORE DI STRUTTURA

#### Modellazione di strutture in legno

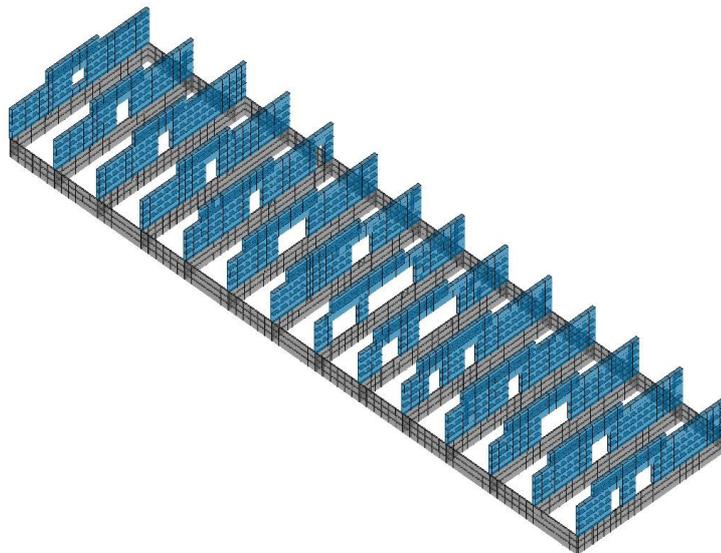
<b>Test N°</b>	<b>Titolo</b>
<b>17</b>	SOLAIO: MISTO LEGNO-CALCESTRUZZO
<b>89</b>	VERIFICA ALLO SLU DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
<b>90</b>	VERIFICA ALLO SLE DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
<b>91</b>	FATTORE DI STRUTTURA
<b>92</b>	VERIFICHE EC5
<b>93</b>	SNELLEZZE EC5

<b>94</b>	VERIFICA AL FUOCO DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
<b>117</b>	PROGETTO E VERIFICA DI GUSCI IN MATERIALE XLAM
<b>118</b>	PROGETTO E VERIFICA DI PARETI IN MATERIALE XLAM E RELATIVI COLLEGAMENTI
<b>119</b>	PROGETTO E VERIFICA DI SOLAI IN MATERIALE XLAM

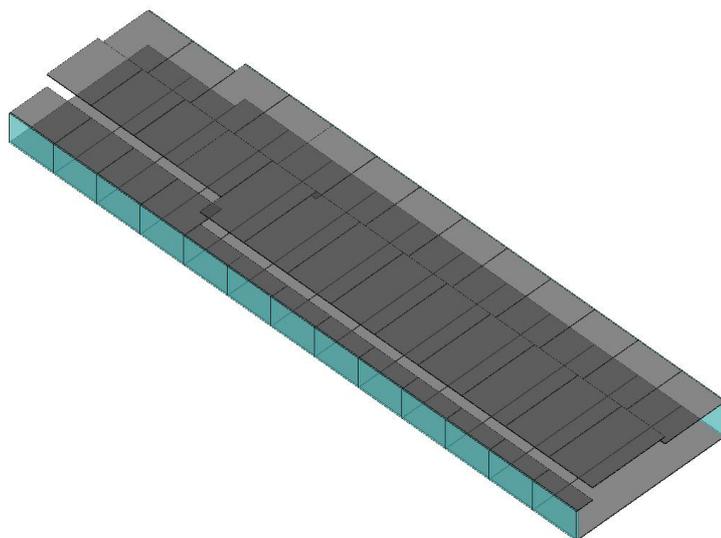
Id	Tipo / Note		Young	Poisson	G	Gamma	Alfa
		daN/cm2	daN/cm2		daN/cm2	daN/cm3	
1	Calcestruzzo Classe C25/30		3.145e+05	0.20	1.310e+05	2.50e-03	1.00e-05
	Rck	300.0					
	fctm	25.6					
2	Calcestruzzo Classe C20/25		3.020e+05	0.20	1.258e+05	2.50e-03	1.00e-05
	Rck	250.0					
	fctm	22.6					
3	Calcestruzzo Classe C28/35		3.260e+05	0.20	1.358e+05	2.50e-03	1.00e-05
	Rck	350.0					
	fctm	28.4					
13	Tamponatura 1100 daN/mc per elemento pannello		4.500e+04	0.0	1.800e+04	1.10e-03	1.00e-05
	Resist. fk	59.0					
	Resist. fvko	4.1					



11\_MOD\_MATERIALI\_D2



11\_MOD\_MATERIALI\_D3



11\_MOD\_MATERIALI\_SOLAI

Pareti c.a.	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
<b>Generalità</b>						
Progetto armatura	Composto con parete sismica	Singolo elemento	Singolo elemento			
<b>Armatura</b>						
Inclinazione Av [ gradi ]	90.00	90.00	90.00			
Angolo Av-Ao [ gradi ]	90.00	90.00	90.00			
Minima tesa	0.25	0.25	0.25			
Massima tesa	4.00	4.00	4.00			
Maglia unica centrale	No	No	No			
Unico strato verticale	No	No	No			
Unico strato orizzontale	No	No	No			
Copriferro [ cm ]	2.00	2.00	2.00			
<b>Maglia V</b>						
di diametro	10	10	6			

<b>Pareti c.a.</b>	<b>1/7/..</b>	<b>2/8/..</b>	<b>3/9/..</b>	<b>4/10/..</b>	<b>5/11/..</b>	<b>6/12/..</b>
passo	25	25	50			
diámetro aggiuntivi	12	12	8			
<b>Maglia O</b>						
diámetro	8	8	6			
passo	25	25	50			
diámetro aggiuntivi	8	8	8			
<b>Stati limite ultimi</b>						
Tensione fy [daN/cm <sup>2</sup> ]	4500.00	4500.00	4500.00			
Tipo acciaio	tipo C	tipo C	tipo C			
Coefficiente gamma s	1.15	1.15	1.15			
Coefficiente gamma c	1.50	1.50	1.50			
Fattore di confidenza FC	0.0	0.0	0.0			
Verifiche con N costante	Si	Si	Si			
<b>Tensioni ammissibili</b>						
Tensione amm. cls [daN/cm <sup>2</sup> ]	97.50	97.50	97.50			
Tensione amm. acciaio [daN/cm <sup>2</sup> ]	2600.00	2600.00	2600.00			
Rapporto omogeneizzazione N	15.00	15.00	15.00			
Massimo rapporto area compressa/tesa	1.00	1.00	1.00			
<b>Parete sismica</b>						
Fattore amplificazione taglio V	1.50	1.50	1.50			
Hcrit. par. 7.4.4.5.1 [ cm ]	0.0	0.0	0.0			
Hcrit. par. 7.4.6.1.4 [ cm ]	0.0	0.0	0.0			
Usa diagramma di fig. 7.4.2	Si	No	No			
Vincolo lati	nessun lato	nessun lato	nessun lato			
Verifica come fascia	No	No	No			
Diámetro di estremità	0	0	0			
<b>Zona confinata</b>						
Minima tesa	1.00	1.00	1.00			
Massima tesa	4.00	4.00	4.00			
Distanza barre [ cm ]	2.00	2.00	2.00			
Interferro	2	2	2			
<b>Armatura inclinata</b>						
Area barre [ cm <sup>2</sup> ]	0.0	0.0	0.0			
Angolo orizzontale [ gradi ]	0.0	0.0	0.0			
Distanza di base [ cm ]	0.0	0.0	0.0			
<b>Resistenza al fuoco</b>						
3- intradosso	No	No	No			
3+ estradosso	No	No	No			
Tempo di esposizione R	15	15	15			

<b>Gusci c.a.</b>	<b>1/7/..</b>	<b>2/8/..</b>	<b>3/9/..</b>	<b>4/10/..</b>	<b>5/11/..</b>	<b>6/12/..</b>
<b>Armatura</b>						
Inclinazione Ax [ gradi ]	0.0	0.0	0.0			
Angolo Ax-Ay [ gradi ]	90.00	90.00	90.00			
Minima tesa	0.31	0.31	0.31			
Massima tesa	0.78	0.78	0.78			
Maglia unica centrale	No	No	No			
Copriferro [ cm ]	2.00	2.00	2.00			
<b>Maglia x</b>						
diámetro	10	10	10			
passo	20	20	20			
diámetro aggiuntivi	12	12	12			
<b>Maglia y</b>						
diámetro	10	10	10			
passo	20	20	20			
diámetro aggiuntivi	12	12	12			
<b>Stati limite ultimi</b>						
Tensione fy [daN/cm <sup>2</sup> ]	4500.00	4500.00	4500.00			
Tipo acciaio	tipo C	tipo C	tipo C			
Coefficiente gamma s	1.15	1.15	1.15			
Coefficiente gamma c	1.50	1.50	1.50			
Fattore di confidenza FC	0.0	0.0	0.0			
Verifiche con N costante	Si	Si	Si			
Applica SLU da DIN	No	No	No			
<b>Tensioni ammissibili</b>						
Tensione amm. cls [daN/cm <sup>2</sup> ]	97.50	97.50	97.50			
Tensione amm. acciaio [daN/cm <sup>2</sup> ]	2600.00	2600.00	2600.00			
Rapporto omogeneizzazione N	15.00	15.00	15.00			
Massimo rapporto area compressa/tesa	1.00	1.00	1.00			
<b>Resistenza al fuoco</b>						

<b>Gusci c.a.</b>	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
3- intradosso	No	No	No			
3+ estradosso	No	No	No			
Tempo di esposizione R	15	15	15			

<b>Travi c.a.</b>	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
<b>Generalità</b>						
Progetta a filo	No	No	No			
Af inf: da $q \cdot L \cdot L /$	0.0	0.0	0.0			
<b>Armatura</b>						
Minima tesa	0.31	0.31	0.31			
Minima compressa	0.31	0.31	0.31			
Massima tesa	0.78	0.78	0.78			
Da sezione	Si	Si	Si			
Usa armatura teorica	No	No	No			
<b>Stati limite ultimi</b>						
Tensione fy [daN/cm <sup>2</sup> ]	4500.00	4500.00	4500.00			
Tensione fy staffe [daN/cm <sup>2</sup> ]	4500.00	4500.00	4500.00			
Tipo acciaio	tipo C	tipo C	tipo C			
Coefficiente gamma s	1.15	1.15	1.15			
Coefficiente gamma c	1.50	1.50	1.50			
Fattore di confidenza FC	0.0	0.0	0.0			
Verifiche con N costante	Si	Si	Si			
Fattore di redistribuzione	0.0	0.0	0.0			
<b>Modello per il confinamento</b>						
Relazione tensio-deformativa	Mander	Mander	Mander			
Incrudimento acciaio	5.000e-03	5.000e-03	5.000e-03			
Fattore lambda	1.00	1.00	1.00			
epsilon max,s	4.000e-02	4.000e-02	4.000e-02			
epsilon cu2	4.500e-03	4.500e-03	4.500e-03			
epsilon c2	0.0	0.0	0.0			
epsilon cy	0.0	0.0	0.0			
<b>Tensioni ammissibili</b>						
Tensione amm. cls [daN/cm <sup>2</sup> ]	97.50	97.50	97.50			
Tensione amm. acciaio [daN/cm <sup>2</sup> ]	2600.00	2600.00	2600.00			
Rapporto omogeneizzazione N	15.00	15.00	15.00			
Massimo rapporto area compressa/tesa	1.00	1.00	1.00			
<b>Staffe</b>						
Diametro staffe	0.0	0.0	0.0			
Passo minimo [ cm ]	4.00	5.00	4.00			
Passo massimo [ cm ]	30.00	30.00	30.00			
Passo raffittito [ cm ]	15.00	15.00	15.00			
Lunghezza zona raffittita [ cm ]	50.00	50.00	50.00			
Ctg(Teta) Max	2.50	2.50	2.50			
Percentuale sagomati	0.0	0.0	0.0			
Luce di taglio per GR [ cm ]	1.00	1.00	1.00			
Adotta scorrimento medio	No	No	No			
Torsione non essenziale inclusa	Si	Si	Si			

<b>Pilastrì c.a.</b>	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
<b>Generalità</b>						
Progetto armatura	Privilegia lati	Privilegia lati	Privilegia lati			
Progetta a filo	No	No	No			
Effetti del 2 ordine	Si	Si	Si			
Beta per 2-2	1.00	1.00	1.00			
Beta per 3-3	1.00	1.00	1.00			
<b>Armatura</b>						
Massima tesa	4.00	4.00	4.00			
Minima tesa	1.00	1.00	1.00			
<b>Stati limite ultimi</b>						
Tensione fy [daN/cm <sup>2</sup> ]	4500.00	4500.00	4500.00			
Tensione fy staffe [daN/cm <sup>2</sup> ]	4500.00	4500.00	4500.00			
Tipo acciaio	tipo C	tipo C	tipo C			
Coefficiente gamma s	1.15	1.15	1.15			
Coefficiente gamma c	1.50	1.50	1.50			
Fattore di confidenza FC	0.0	0.0	0.0			
Verifiche con N costante	Si	Si	Si			

<b>Pilastri c.a.</b>	<b>1/7/..</b>	<b>2/8/..</b>	<b>3/9/..</b>	<b>4/10/..</b>	<b>5/11/..</b>	<b>6/12/..</b>
<b>Modello per il confinamento</b>						
Relazione tensio-deformativa	Mander	Mander	Mander			
Incrudimento acciaio	5.000e-03	5.000e-03	5.000e-03			
Fattore lambda	1.00	1.00	1.00			
epsilon max,s	4.000e-02	4.000e-02	4.000e-02			
epsilon cu2	4.500e-03	4.500e-03	4.500e-03			
epsilon c2	0.0	0.0	0.0			
epsilon cy	0.0	0.0	0.0			
<b>Tensioni ammissibili</b>						
Tensione amm. cls [daN/cm2 ]	97.50	97.50	97.50			
Tensione amm. acciaio [daN/cm2 ]	2600.00	2600.00	2600.00			
Rapporto omogeneizzazione N	15.00	15.00	15.00			
<b>Staffe</b>						
Diametro staffe	0.0	0.0	0.0			
Passo minimo [ cm ]	5.00	5.00	5.00			
Passo massimo [ cm ]	25.00	25.00	25.00			
Passo raffittito [ cm ]	15.00	15.00	15.00			
Lunghezza zona raffittita [ cm ]	45.00	45.00	45.00			
Ctg(Teta) Max	2.50	2.50	2.50			
Luce di taglio per GR [ cm ]	1.00	1.00	1.00			
Massimizza gerarchia	Si	Si	Si			

<b>Solai e pannelli</b>	<b>1/7/..</b>	<b>2/8/..</b>	<b>3/9/..</b>	<b>4/10/..</b>	<b>5/11/..</b>	<b>6/12/..</b>
<b>Generalità</b>						
Usa tensioni ammissibili	No	No	No			
Af inf: da traliccio	Si	Si	Si			
Consenti armatura a taglio	No	No	No			
Incrementa armatura longitudinale per taglio	Si	Si	Si			
Af inf: da q*L*L /	20.00	20.00	20.00			
Incremento fascia piena [ cm ]	5.00	5.00	5.00			
<b>Armatura</b>						
Minima tesa	0.15	0.15	0.15			
Massima tesa	3.00	3.00	3.00			
Minima compressa	0.0	0.0	0.0			
Af/h [ cm ]	7.000e-02	7.000e-02	7.000e-02			
<b>Stati limite ultimi</b>						
Tensione fy [daN/cm2 ]	4500.00	4500.00	4500.00			
Tipo acciaio	tipo C	tipo C	tipo C			
Coefficiente gamma s	1.15	1.15	1.15			
Coefficiente gamma c	1.50	1.50	1.50			
Fattore di redistribuzione	0.0	0.0	0.0			
<b>Tensioni ammissibili</b>						
Tensione amm. cls [daN/cm2 ]	85.00	85.00	85.00			
Tensione amm. acciaio [daN/cm2 ]	2600.00	2600.00	2600.00			
Rapporto omogeneizzazione N	15.00	15.00	15.00			
Massimo rapporto area compressa/tesa	1.00	1.00	1.00			
<b>Verifica freccia</b>						
Infinita	250.00	500.00	250.00			
Istantanea	500.00	1000.00	500.00			
Fattore viscosità	3.00	3.00	3.00			
Usa J non fessurato	No	No	No			
<b>Elementi non strutturali</b>						
Tamponatura antiespulsione	No	Si	No			
Tamponatura con armatura	No	No	No			
Fattore di struttura	2.00	2.00	2.00			
Coefficiente gamma m	0.0	0.0	0.0			
Periodo Ta	0.0	0.0	0.0			
Altezza pannello	0.0	0.0	0.0			

# MODELLAZIONE DELLE SEZIONI

## LEGENDA TABELLA DATI SEZIONI

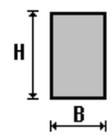
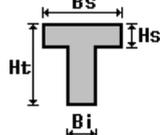
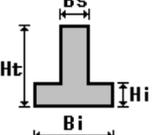
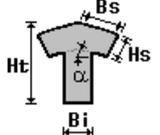
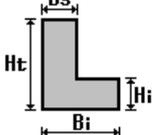
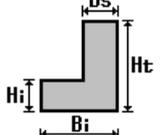
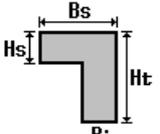
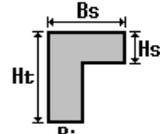
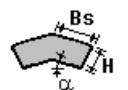
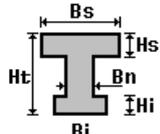
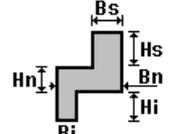
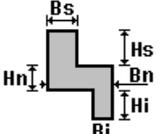
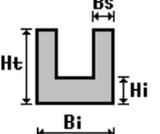
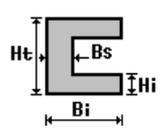
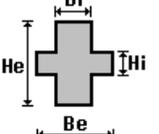
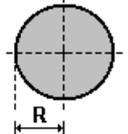
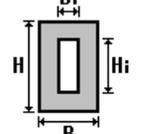
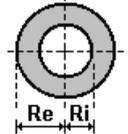
Il programma consente l'uso di sezioni diverse. Sono previsti i seguenti tipi di sezione:

- 1 sezione di tipo generico
- 2 profilati semplici
- 3 profilati accoppiati e speciali

Le sezioni utilizzate nella modellazione sono individuate da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni sezione vengono riportati in tabella i seguenti dati:

<b>Area</b>	area della sezione
<b>A V2</b>	area della sezione/fattore di taglio (per il taglio in direzione 2)
<b>A V3</b>	area della sezione/fattore di taglio (per il taglio in direzione 3)
<b>Jt</b>	fattore torsionale di rigidezza
<b>J2-2</b>	momento d'inerzia della sezione riferito all'asse 2
<b>J3-3</b>	momento d'inerzia della sezione riferito all'asse 3
<b>W2-2</b>	modulo di resistenza della sezione riferito all'asse 2
<b>W3-3</b>	modulo di resistenza della sezione riferito all'asse 3
<b>Wp2-2</b>	modulo di resistenza plastico della sezione riferito all'asse 2
<b>Wp3-3</b>	modulo di resistenza plastico della sezione riferito all'asse 3

I dati sopra riportati vengono utilizzati per la determinazione dei carichi inerziali e per la definizione delle rigidezze degli elementi strutturali; qualora il valore di Area V2 (e/o Area V3) sia nullo la deformabilità per taglio V2 (e/o V3) è trascurata. La valutazione delle caratteristiche inerziali delle sezioni è condotta nel riferimento 2-3 dell'elemento.

 rettangolare	 a T	 a T rovescia	 a T di colmo	 a L	 a L specchiata
 a L specchiata rovescia	 a L rovescia	 a L di colmo	 a doppio T	 a quattro specchiata	 a quattro
 a U	 a C	 a croce	 circolare	 rettangolare cava	 circolare cava

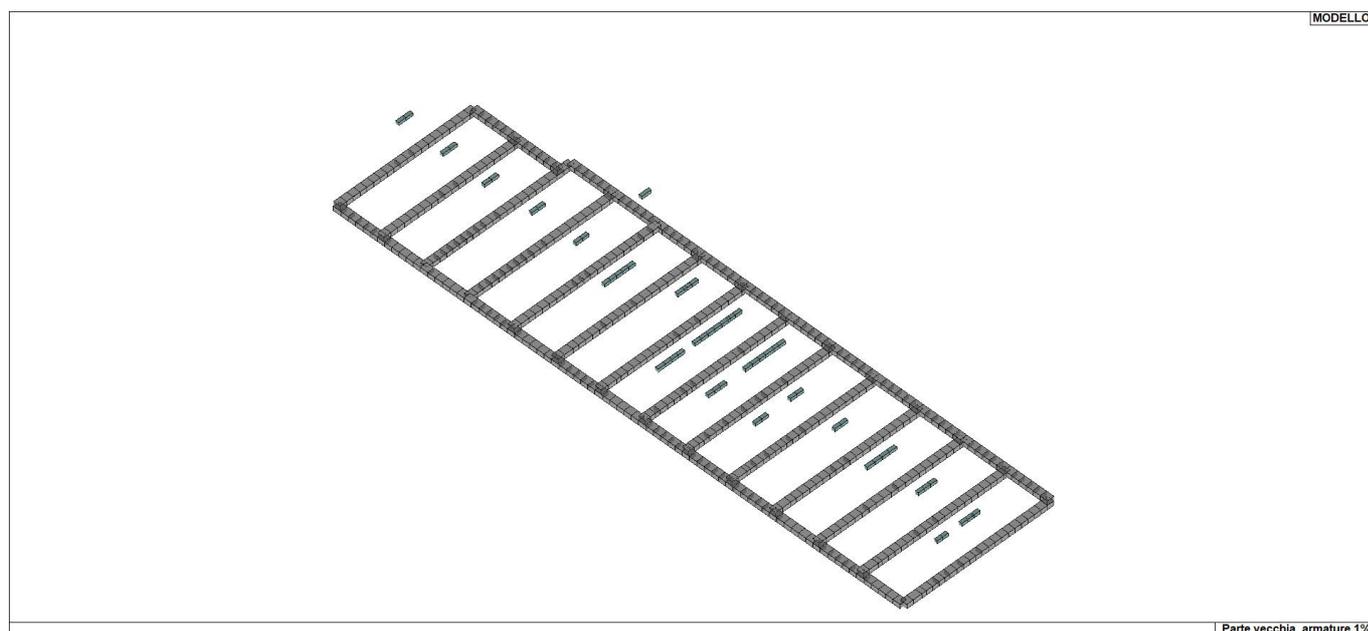
Per quanto concerne i profilati semplici ed accoppiati l'asse 2 del riferimento coincide con l'asse x riportato nei più diffusi profilati.

Per quanto concerne le sezioni di tipo generico (tipo 1.):  
 i valori dimensionali con prefisso B sono riferiti all'asse 2  
 i valori dimensionali con prefisso H sono riferiti all'asse 3

Con riferimento al **Documento di Affidabilità** "Test di validazione del software di calcolo PRO\_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO\_SAP Modulo Geotecnico, PRO\_CAD nodi acciaio e PRO\_MST" - versione Settembre 2014, disponibile per il download sul sito [www.2si.it](http://www.2si.it), si segnalano i seguenti esempi applicativi:

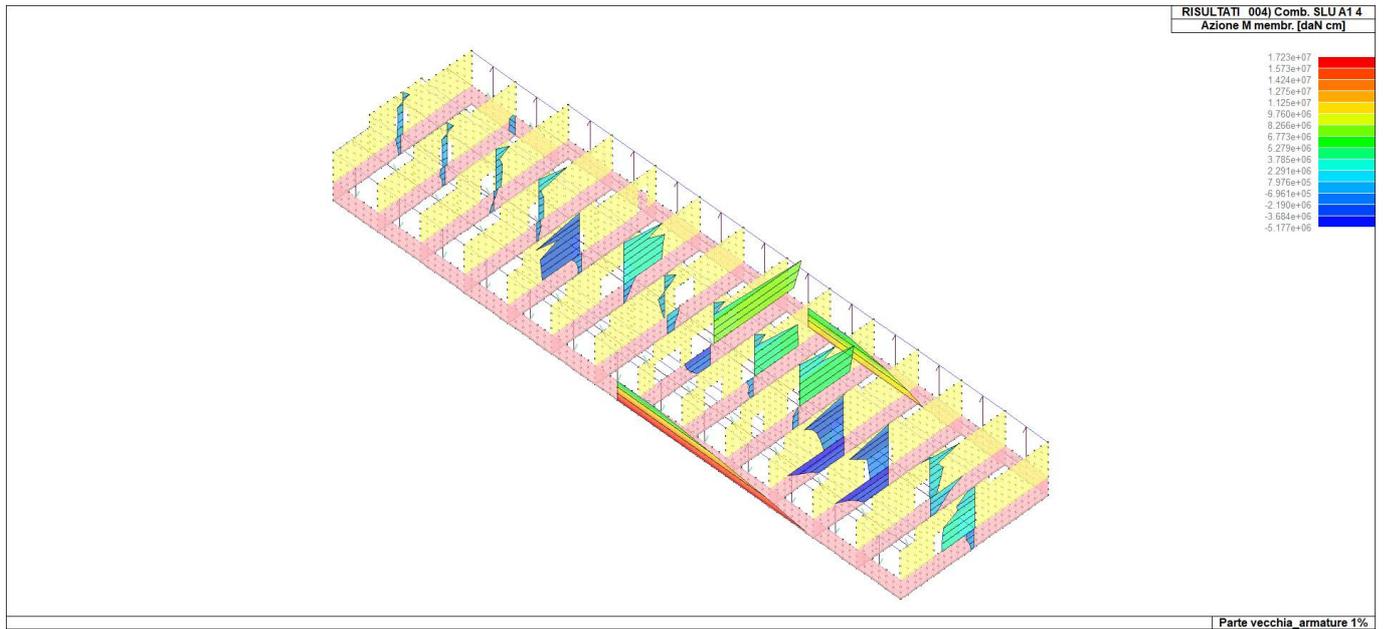
Test N°	Titolo
1	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI
45	VERIFICA AGLI SLU DI STRUTTURE IN C.A.
48	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 9/1/96
49	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 14/1/2008
50	VERIFICA ALLO SLE (TENSIONI E FESSURAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
51	VERIFICA ALLO SLE (DEFORMAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
104	ANALISI DI RESISTENZA AL FUOCO

Id	Tipo	Area	A V2	A V3	Jt	J 2-2	J 3-3	W 2-2	W 3-3	Wp 2-2	Wp 3-3
		cm2	cm2	cm2	cm4	cm4	cm4	cm3	cm3	cm3	cm3
1	Rettangolare: b=60 h=40	2400.00	2000.00	2000.00	7.424e+05	7.200e+05	3.200e+05	2.400e+04	1.600e+04	3.600e+04	2.400e+04
2	Rettangolare: b=8 h=18	144.00	120.00	120.00	2211.84	768.00	3888.00	192.00	432.00	288.00	648.00
3	Rettangolare: b=27 h=27	729.00	607.50	607.50	7.470e+04	4.429e+04	4.429e+04	3280.50	3280.50	4920.75	4920.75

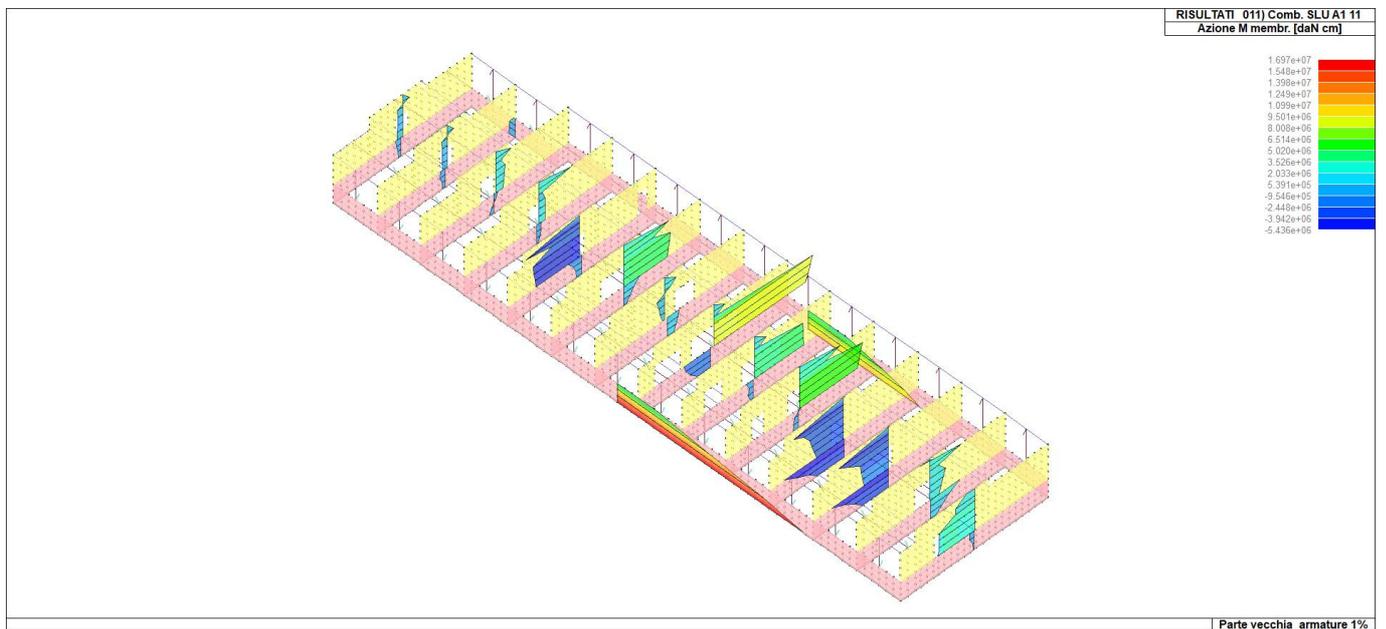




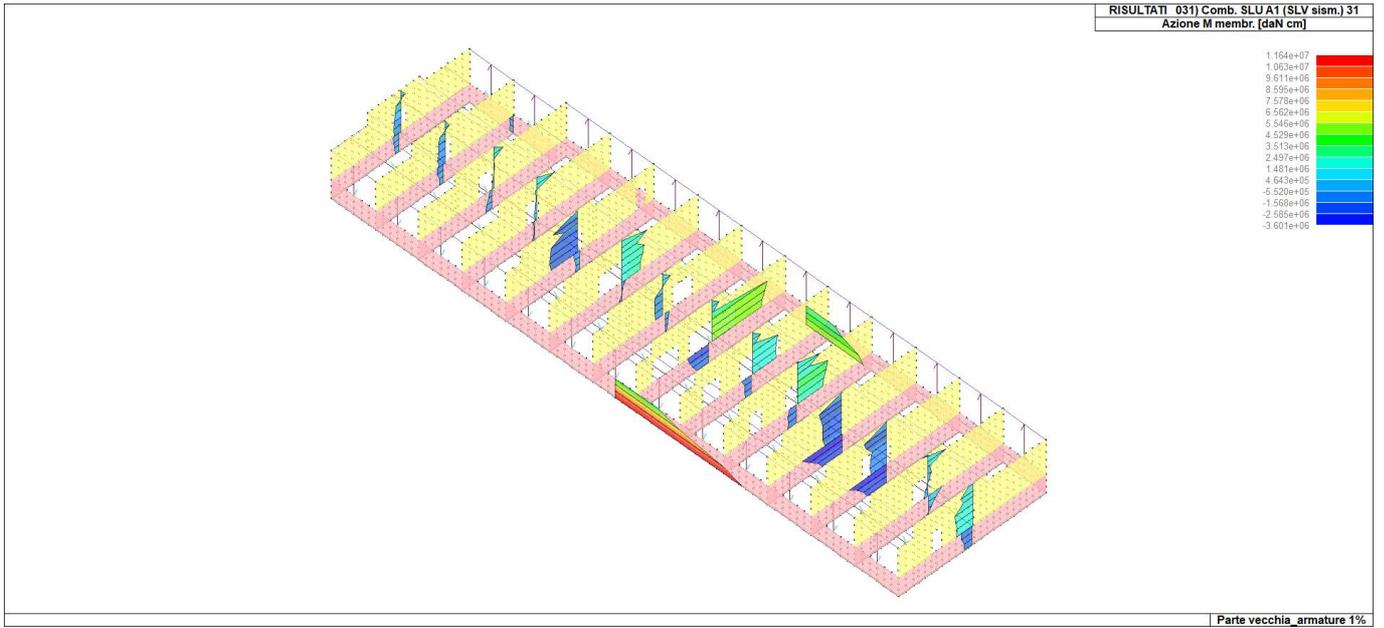
# PRINCIPALI RISULTATI DEL CALCOLO



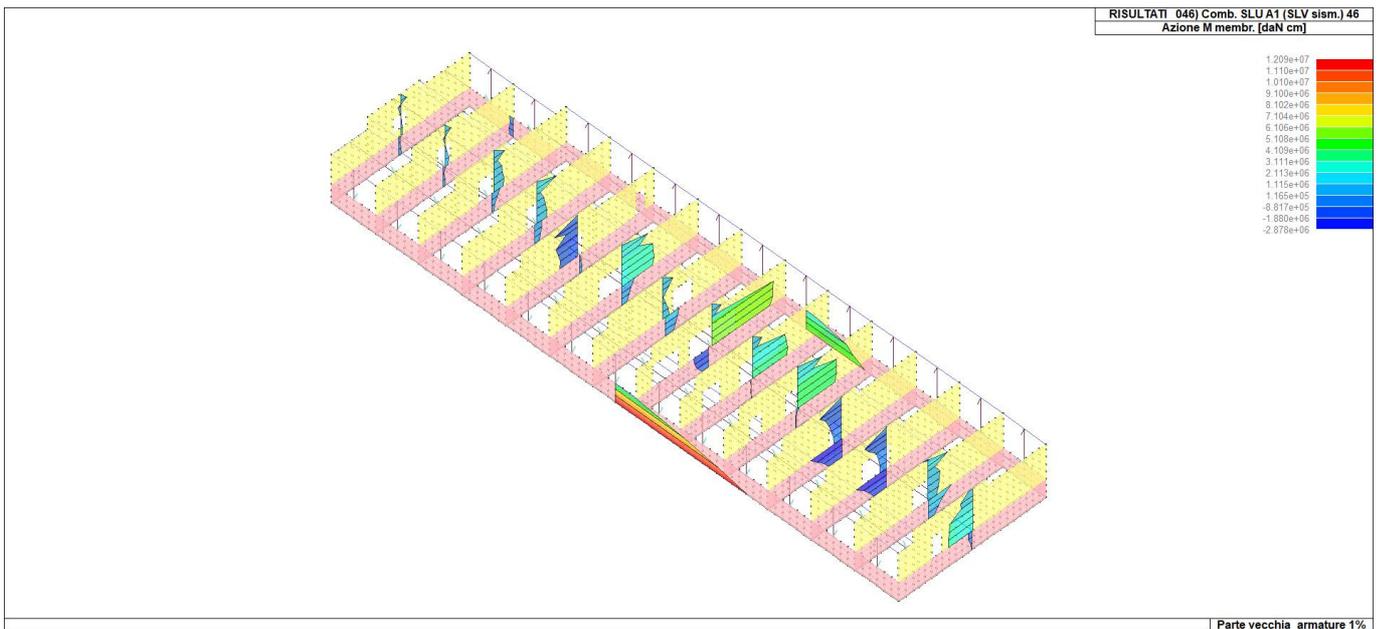
47\_RIS\_M\_004\_Comb. SLU A1 4



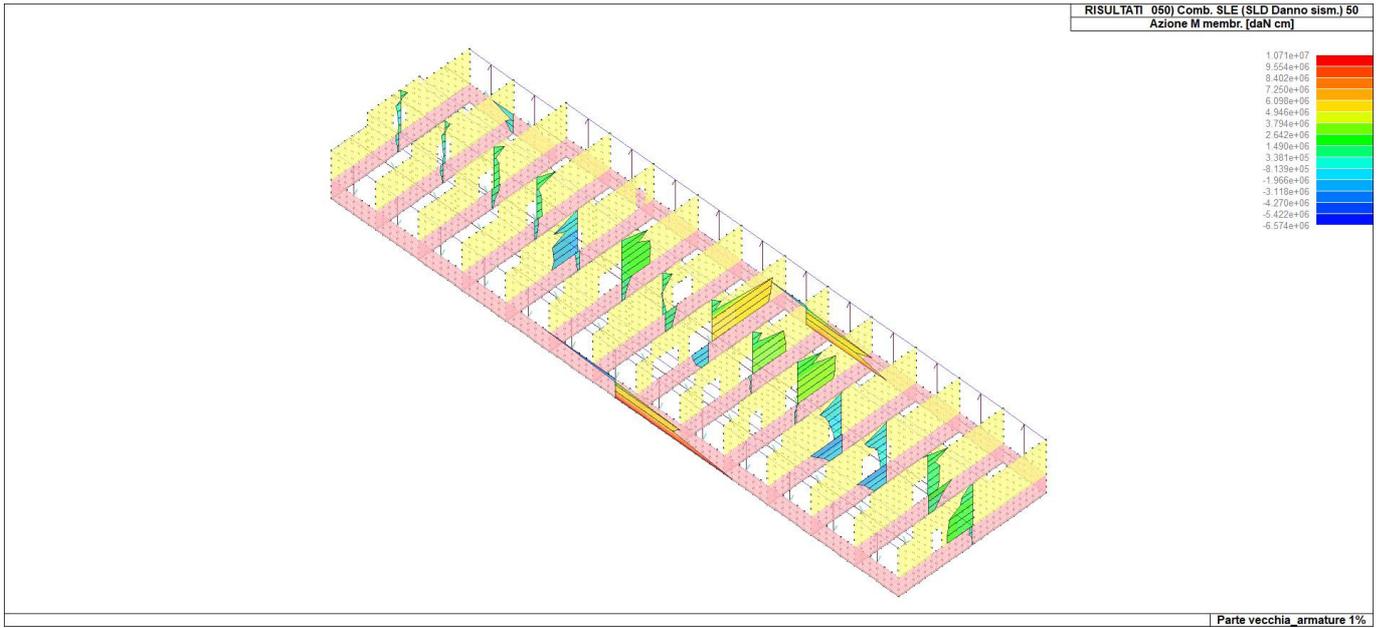
47\_RIS\_M\_011\_Comb. SLU A1 11



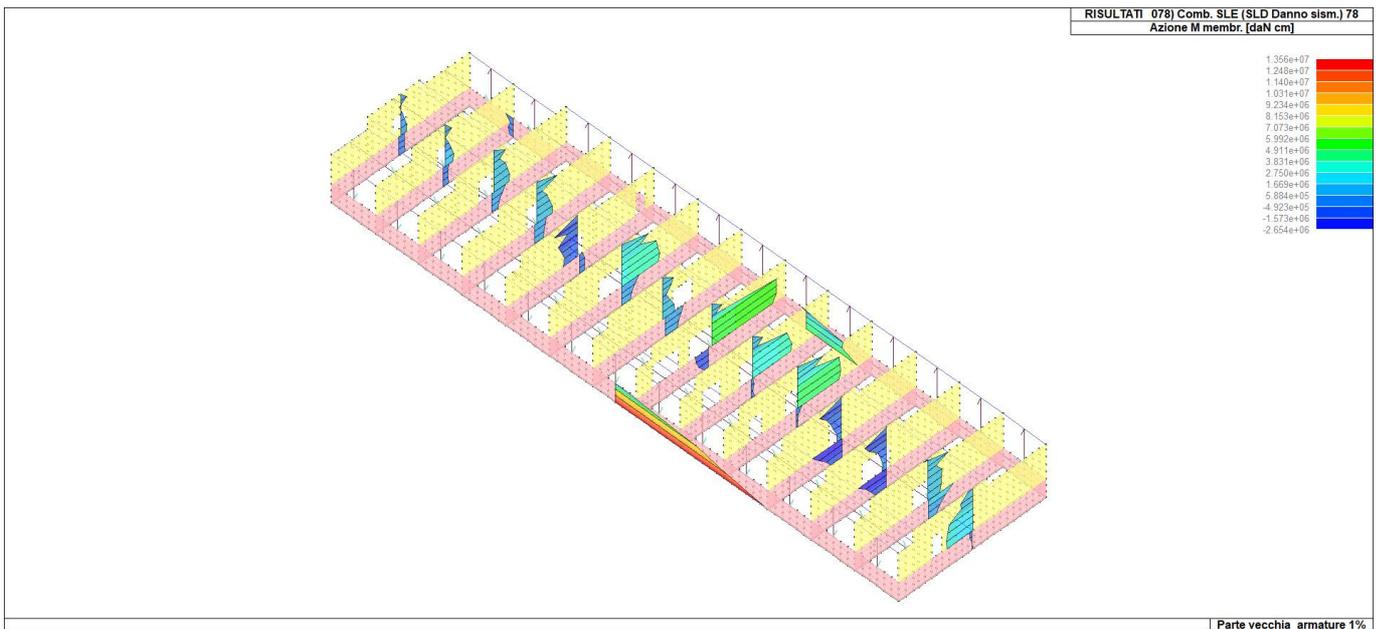
47\_RIS\_M\_031\_Comb. SLU A1 (SLV sism.) 31



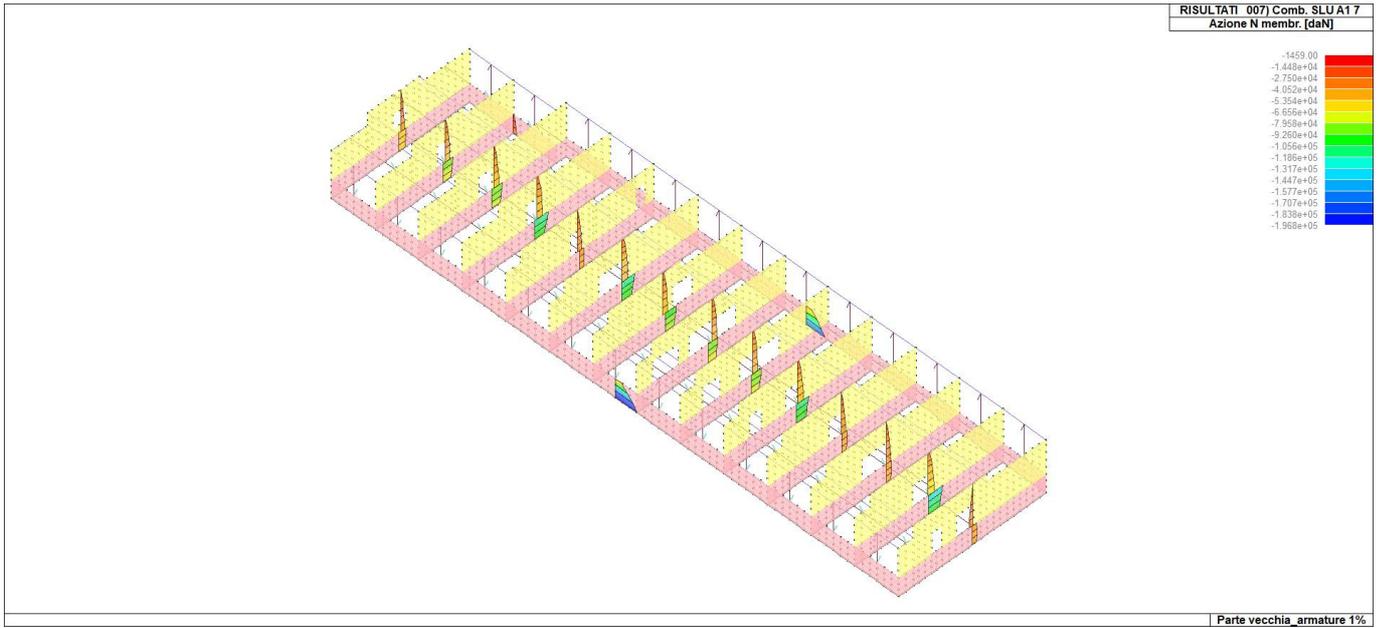
47\_RIS\_M\_046\_Comb. SLU A1 (SLV sism.) 46



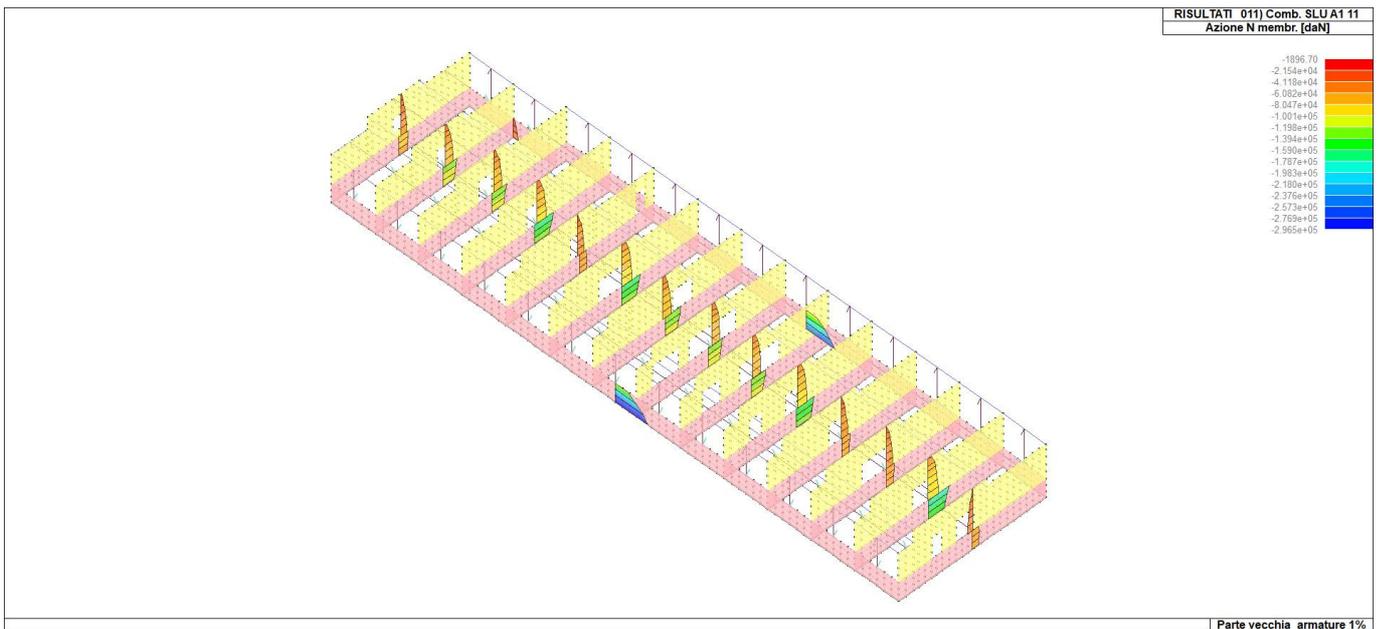
47\_RIS\_M\_050\_Comb. SLE (SLD Danno sism.) 50



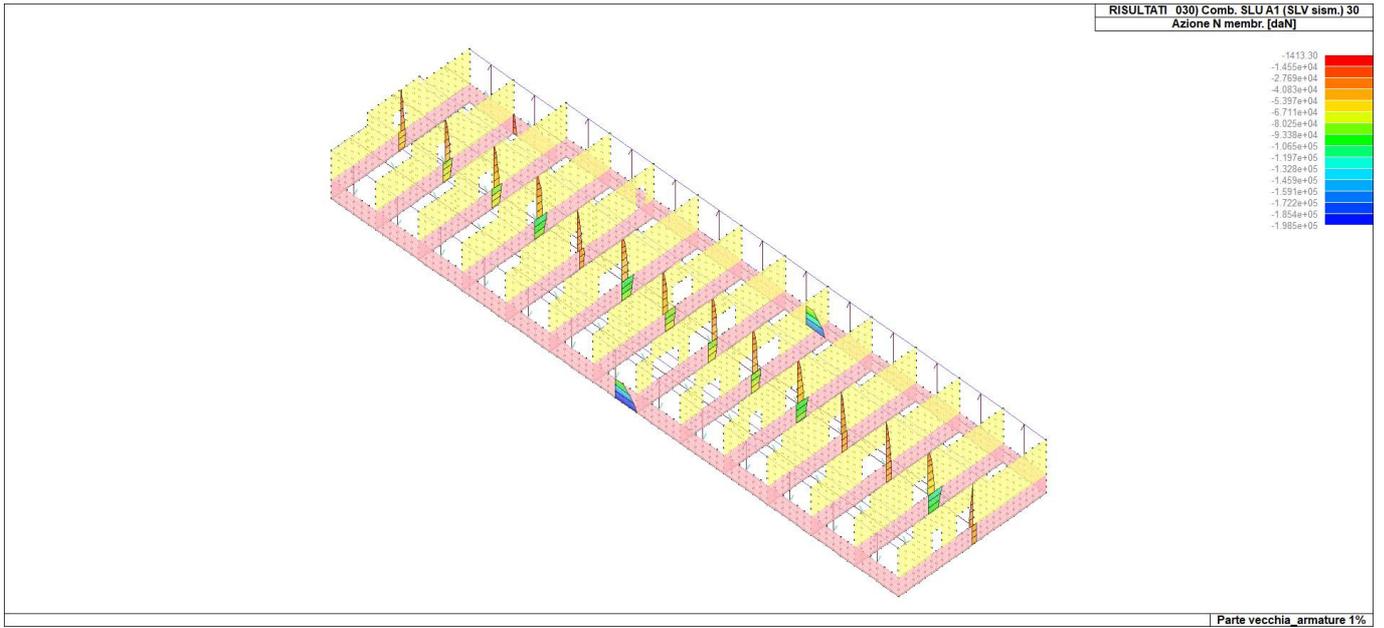
47\_RIS\_M\_078\_Comb. SLE (SLD Danno sism.) 78



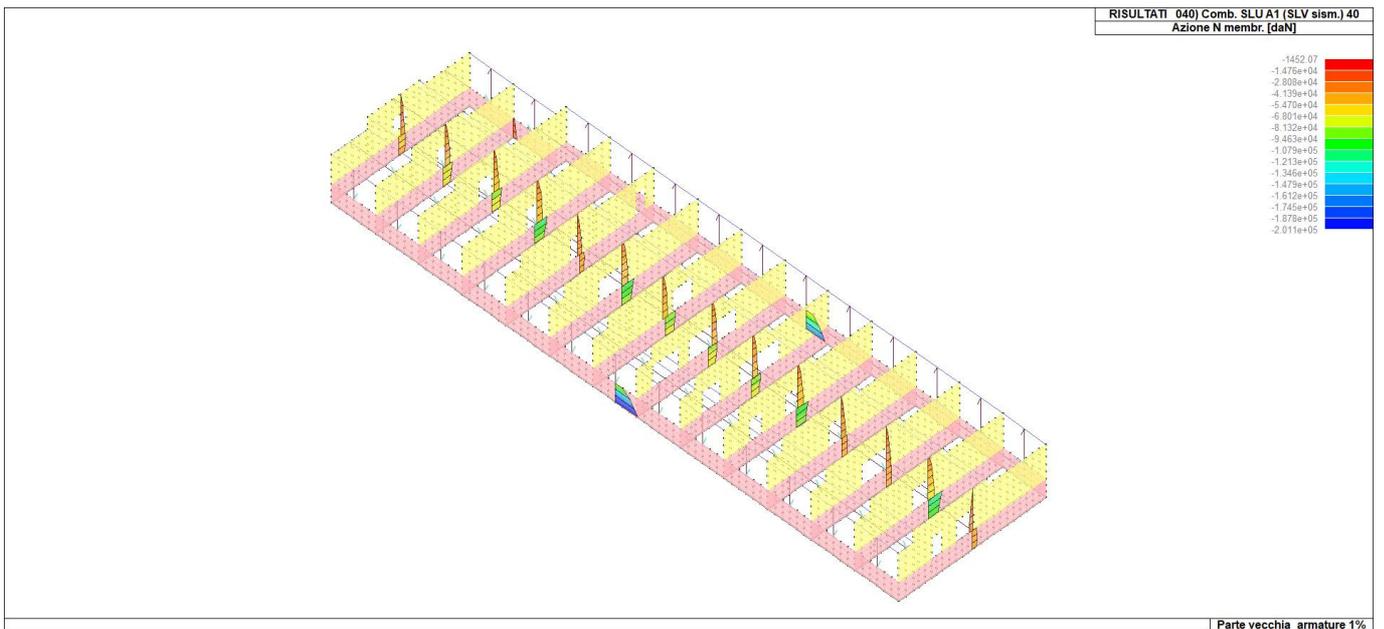
47\_RIS\_N\_007\_Comb. SLU A1 7



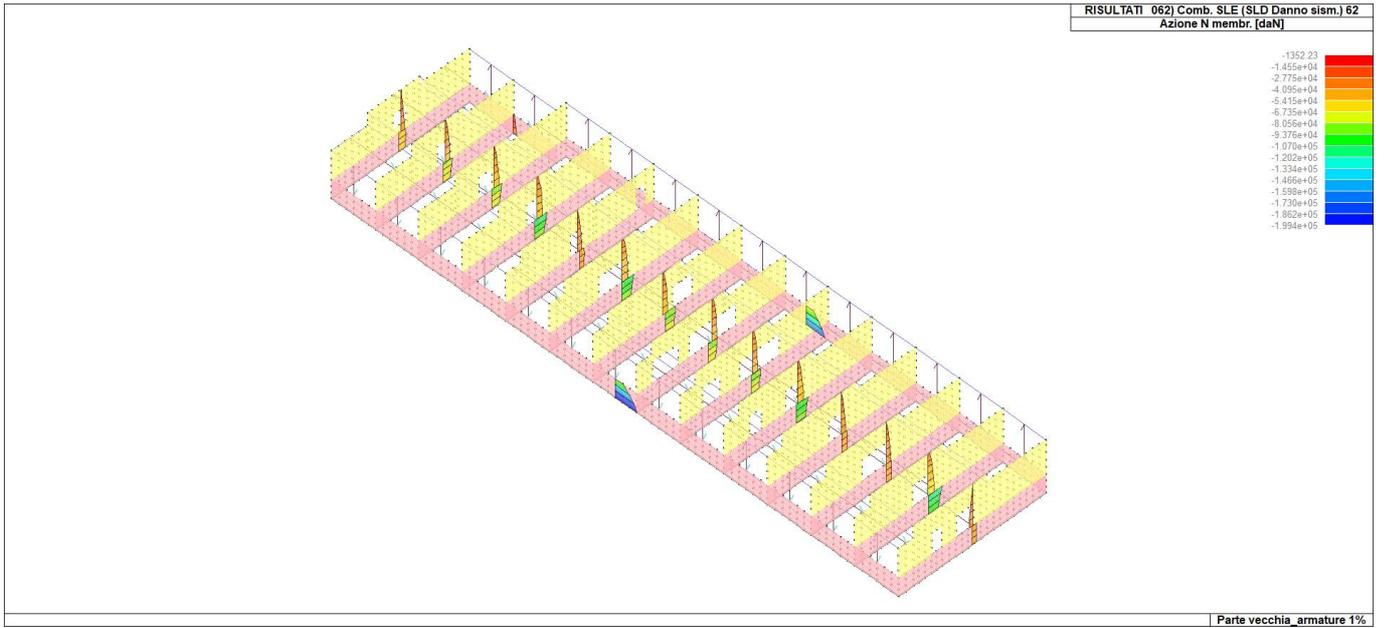
47\_RIS\_N\_011\_Comb. SLU A1 11



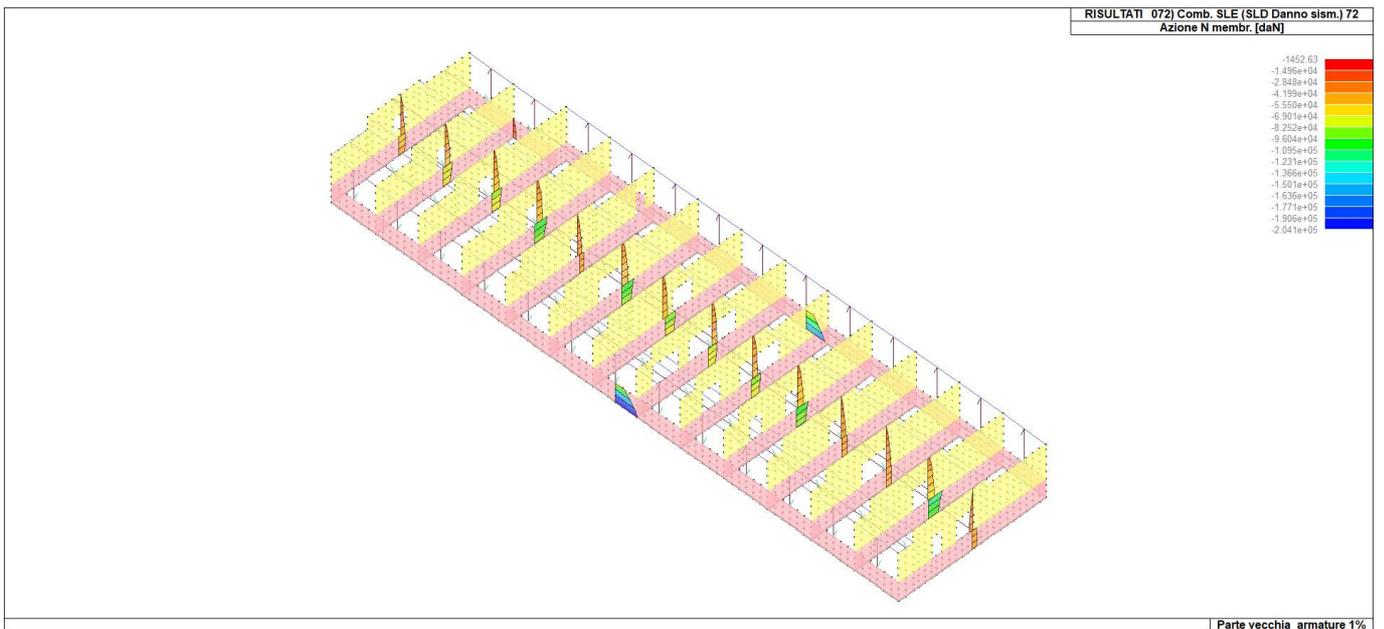
47\_RIS\_N\_030\_Comb. SLU A1 (SLV sism.) 30



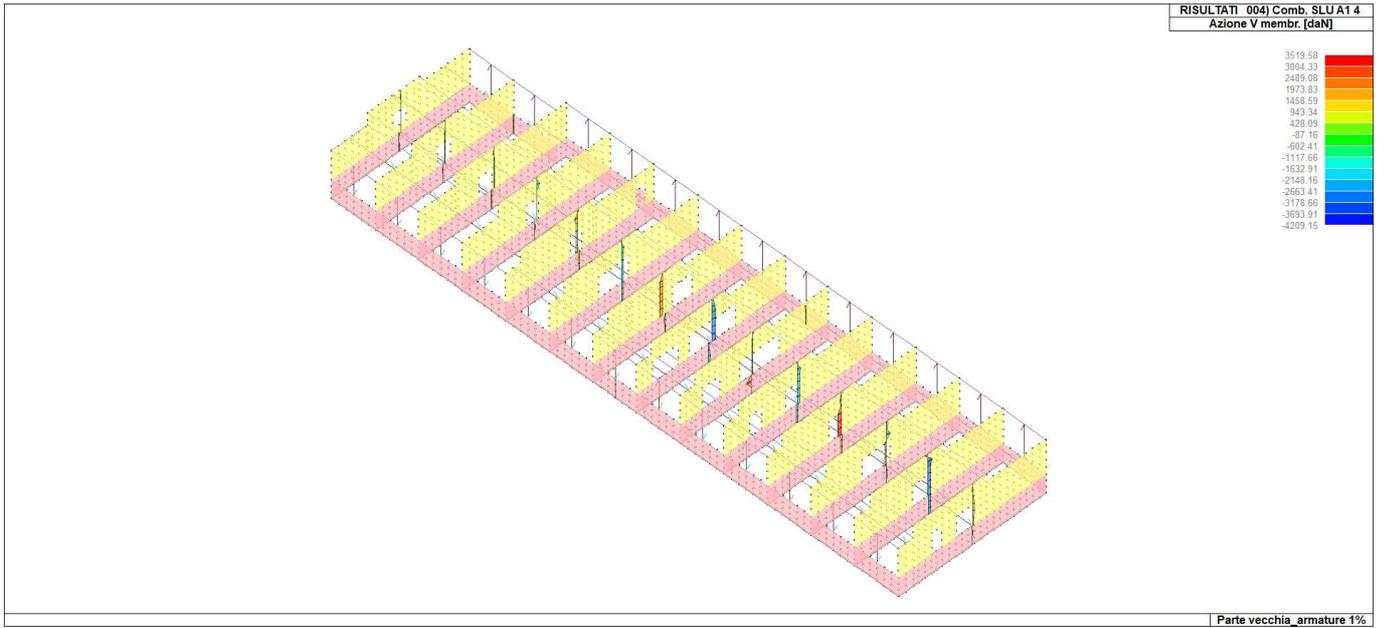
47\_RIS\_N\_040\_Comb. SLU A1 (SLV sism.) 40



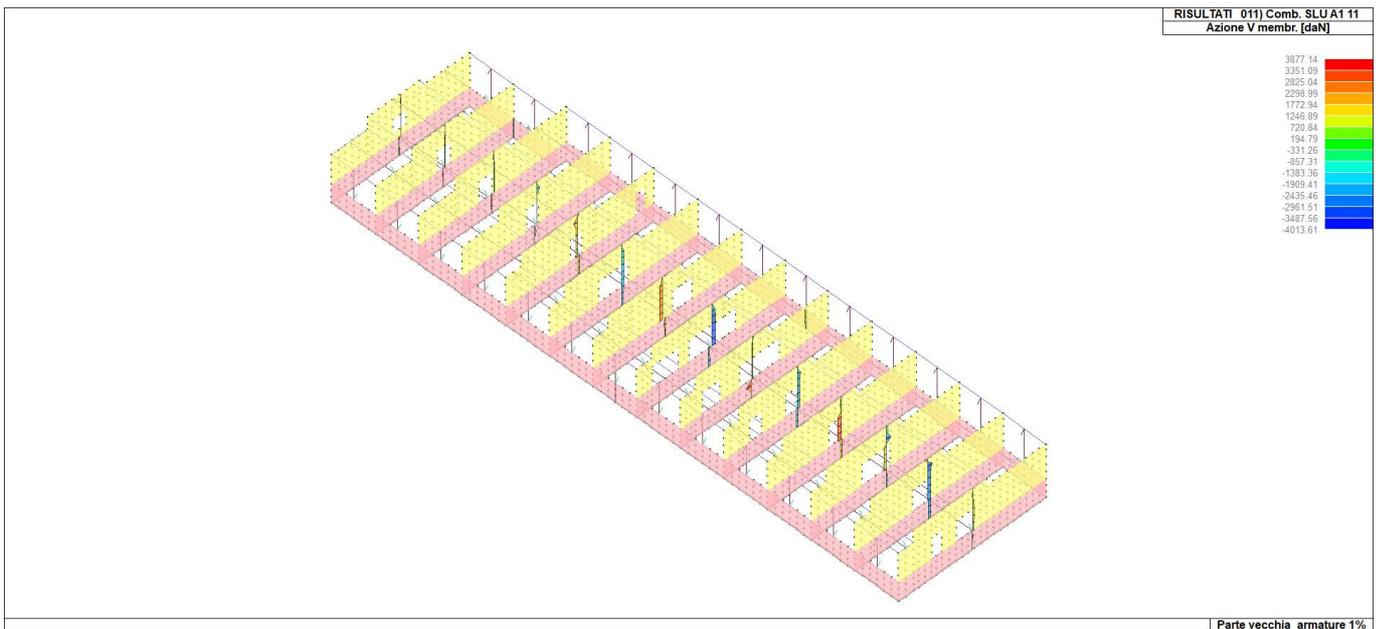
47\_RIS\_N\_062\_Comb. SLE (SLD Danno sism.) 62



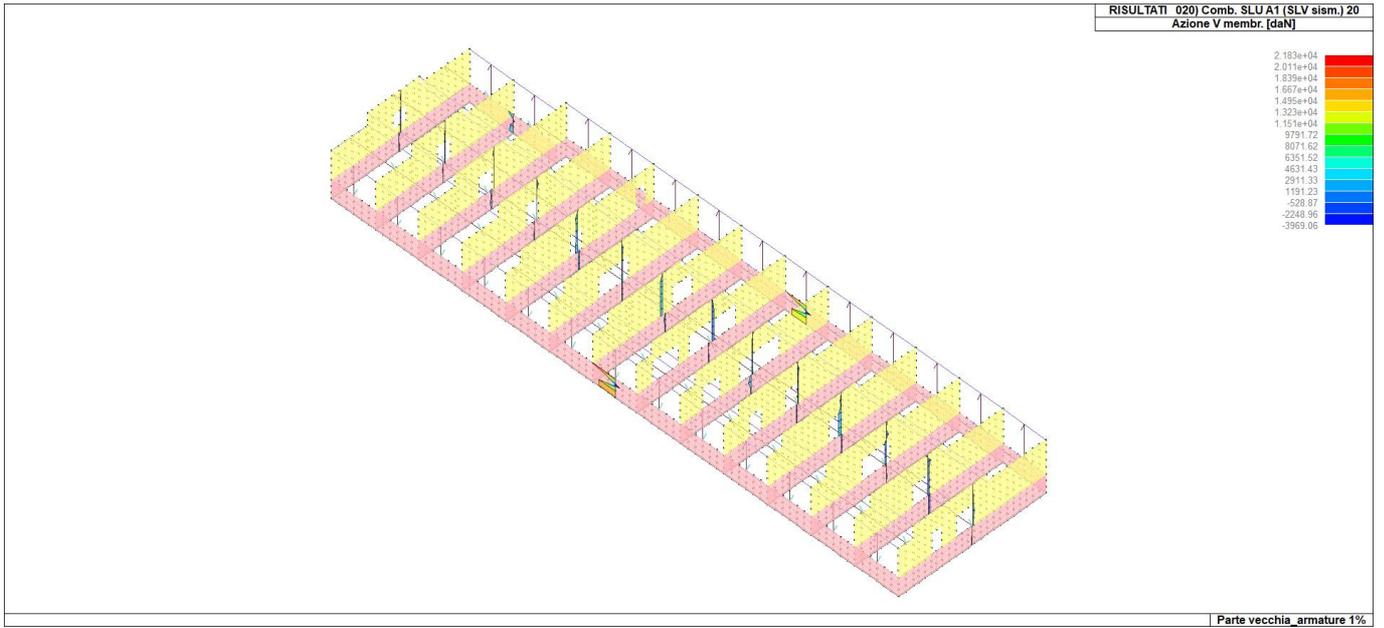
47\_RIS\_N\_072\_Comb. SLE (SLD Danno sism.) 72



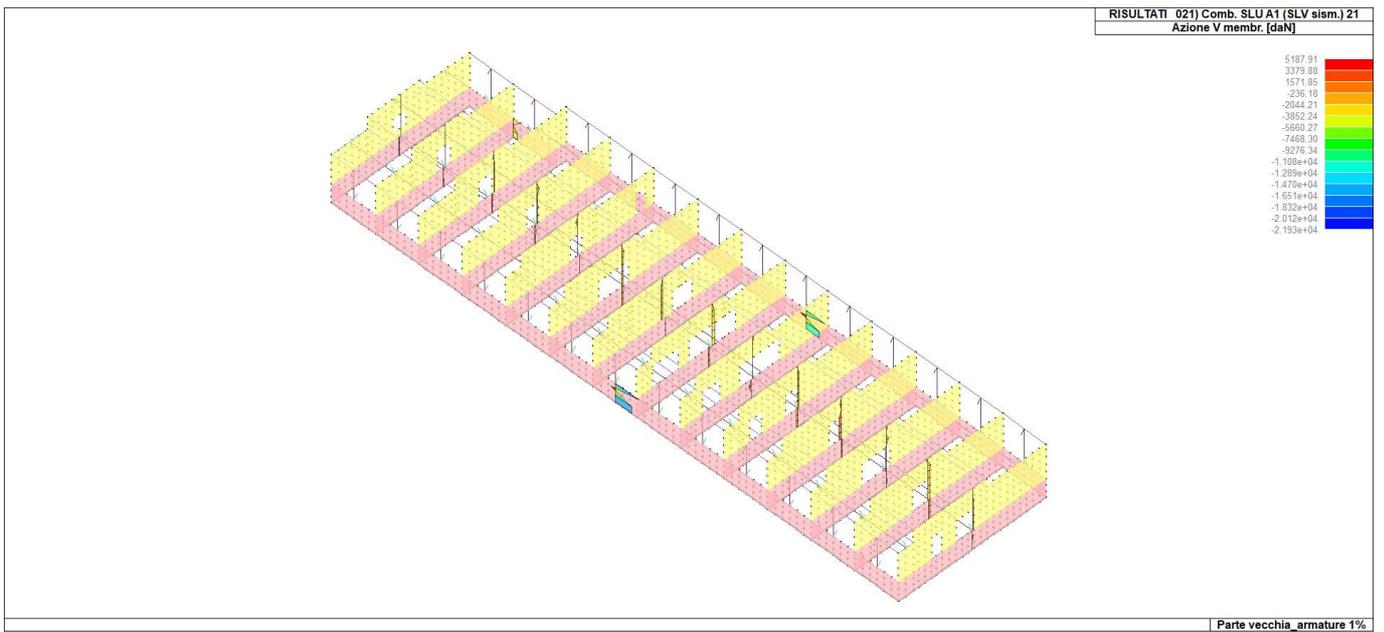
47\_RIS\_V\_004\_Comb. SLU A1 4



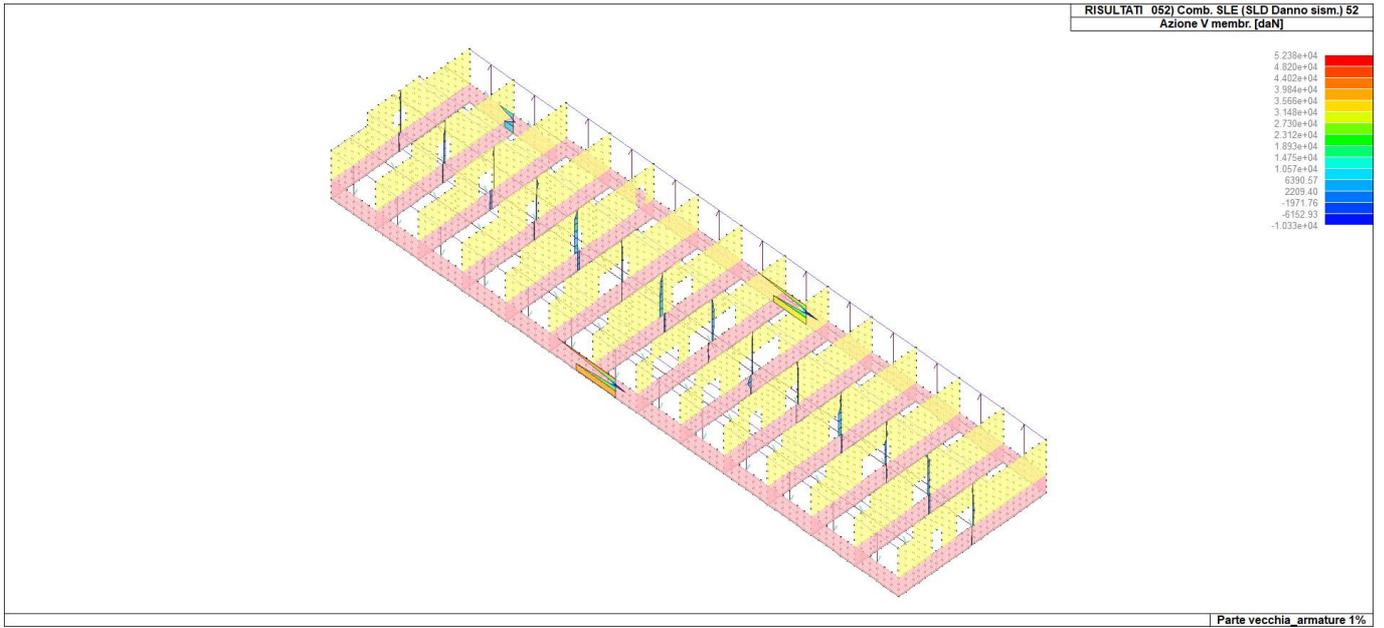
47\_RIS\_V\_011\_Comb. SLU A1 11



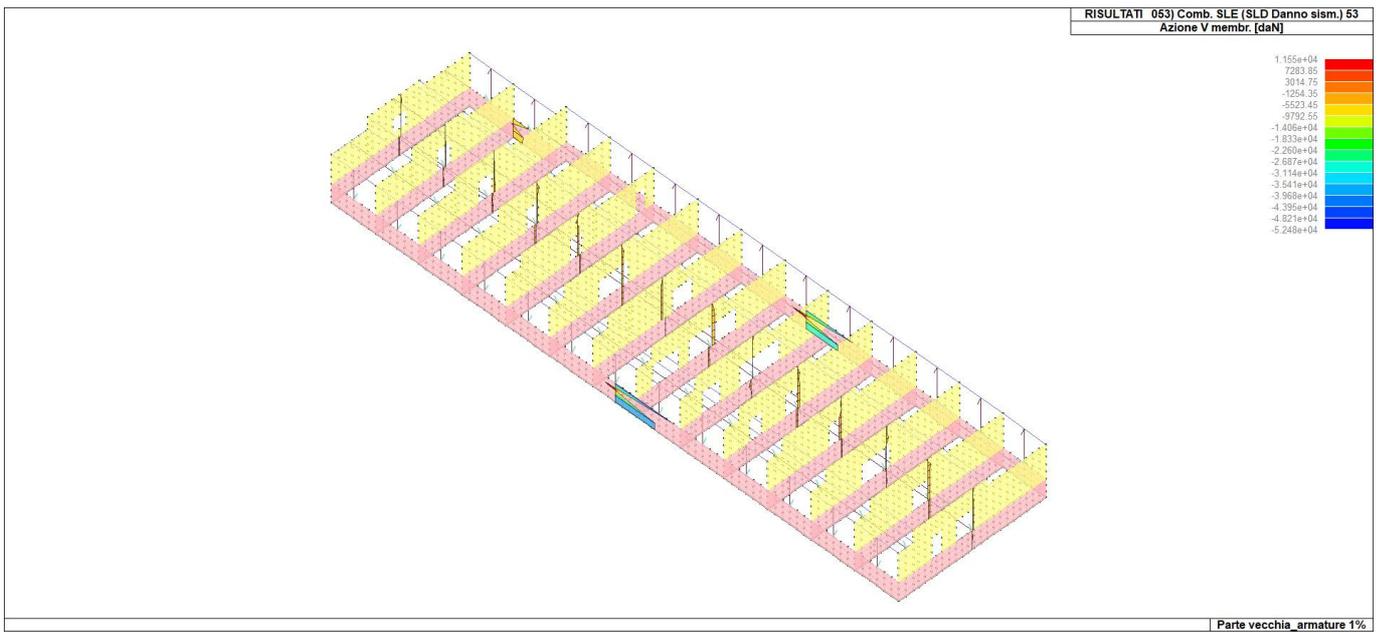
47\_RIS\_V\_020\_Comb. SLU A1 (SLV sism.) 20



47\_RIS\_V\_021\_Comb. SLU A1 (SLV sism.) 21



47\_RIS\_V\_052\_Comb. SLE (SLD Danno sism.) 52



47\_RIS\_V\_053\_Comb. SLE (SLD Danno sism.) 53

# VERIFICHE ELEMENTI ESISTENTI

## LEGENDA TABELLA VERIFICHE ELEMENTI ESISTENTI

Le verifiche degli elementi esistenti sono state condotte con riferimento al Capitolo 8 del D.M. 14 gennaio 2008. Il metodo adottato è quello previsto nella circolare 617 del 2 febbraio 2009 al punto C8.7.2.4 analisi lineare con spettro elastico.

Le modalità di analisi e le verifiche, che consistono nel confronto tra domanda e capacità, sono riassunte nella tabella C8.4 del succitato documento. Il programma consente di effettuare analisi lineare statica e dinamica e analisi non lineare statica. Qualora l'analisi effettuata sia lineare le verifiche sono precedute da un controllo di accettazione del modello lineare, atto a valutare la dispersione dei rapporti domanda/capacità.

Per gli elementi in c.a. sono previste le seguenti verifiche:

- flessione con e senza sforzo normale
- taglio
- nodi trave-pilastro

Con riferimento ai punti succitati le verifiche vengono così tabellate:

Tabella relativa alle verifiche di accettazione del modello lineare

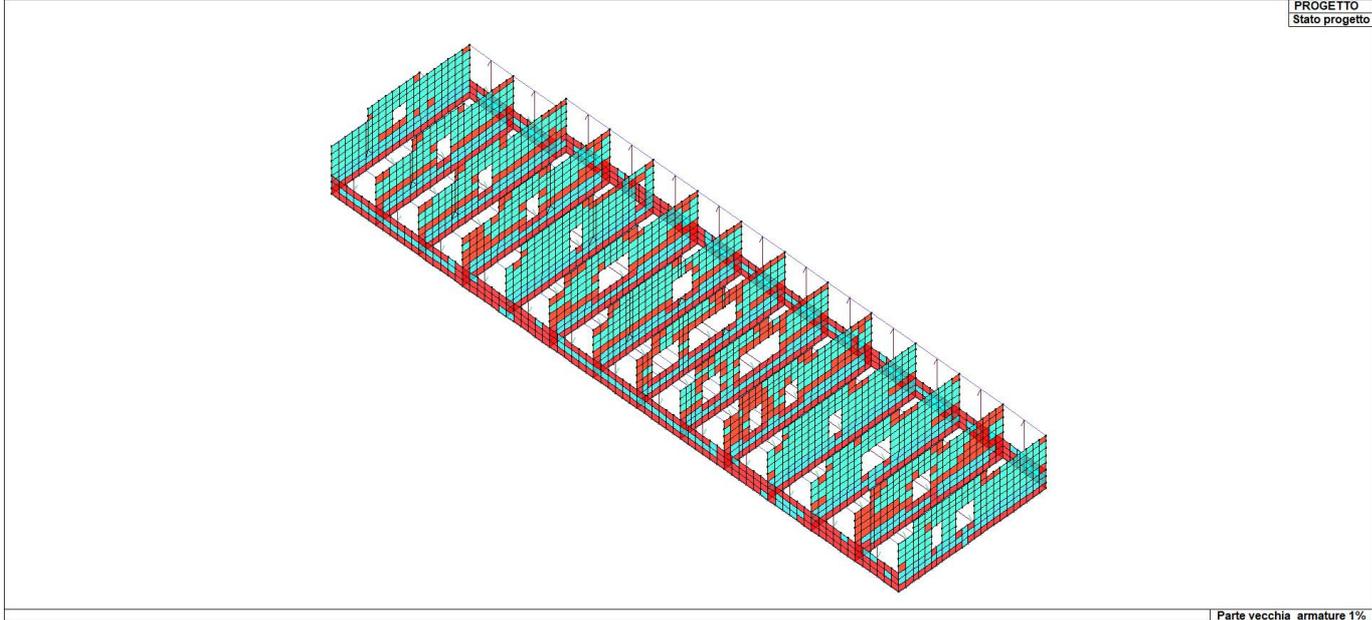
<b>Pilas. / Trave</b>	numero dell'elemento considerato
<b>ro I (J) acc.</b>	massimo rapporto domanda/capacità in termini di momento flettente di cui al p.to C8.7.2.4 per la verifica di accettazione
<b>ver. f. acc.</b>	massimo rapporto domanda/capacità in termini di taglio di cui al p.to C8.7.2.4 per la verifica di accettazione
<b>Rif. cmb</b>	combinazioni per le quali si sono attinti i valori riportati

Tabella relativa alle verifiche degli elementi duttili e fragili

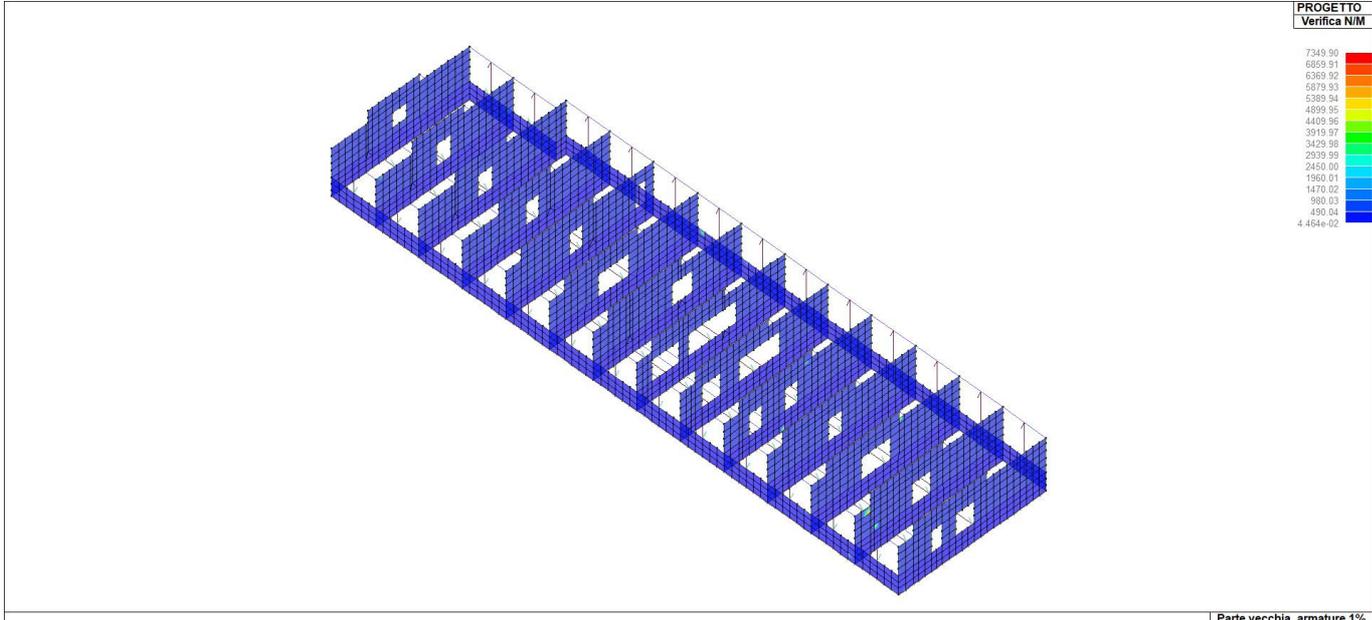
<b>Pilas. / Trave</b>	numero dell'elemento considerato
<b>SL cod</b>	Stato limite considerato e relativo esito delle verifica ( <b>NV</b> non verifica, <b>ok</b> verifica)
<b>ver. (d)</b>	massimo rapporto domanda capacità in termini di deformazione per gli elementi duttili; nello specifico: <b>rot. c / ThetaU</b> per SLC <b>rot. c / 0.75 ThetaU</b> per SLV <b>rot. c / ThetaY</b> per SLD
<b>ver. (f)</b>	massimo rapporto domanda capacità in termini di verifica a taglio
<b>rot. c</b>	valore di rotazione rispetto alla corda (rappresenta la domanda in termini di deformazione) per cui si attinge il massimo valore della verifica <b>ver. (d)</b>
<b>Theta Y</b>	capacità di rotazione rispetto alla corda allo snervamento, calcolata con la formula [8.7.2.1 <sup>o</sup> ]
<b>Theta U</b>	capacità di rotazione rispetto alla corda in condizioni di collasso
<b>curv. Y</b>	curvatura della sezione allo snervamento dell'acciaio
<b>curv. U</b>	curvatura ultima della sezione valutata considerando le deformazioni ultime di conglomerato (tenuto conto del confinamento) e acciaio
<b>Lv</b>	luce di taglio; rapporto momento/taglio utilizzato nelle succitate formule per il calcolo di <b>Theta Y (U)</b>
<b>V2(V3)</b>	valore del taglio 2 (3) per cui si attinge il massimo valore della verifica <b>ver. (f)</b>
<b>ro V I (V J)</b>	indicatori del rapporto domanda/capacità per gli elementi duttili; se inferiori a 1 le sollecitazioni degli elementi fragili sono assunte dall'analisi, in caso contrario sono assunte per equilibrio considerando le capacità degli elementi duttili
<b>Rif. cmb</b>	Combinazioni in cui si attingono i massimi valori dei rapporti domanda/capacità; per i pilastri, il numero tra parentesi indica l'asse( locale ) di riferimento per le rotazioni riportate

Tabella relativa alle verifiche dei nodi trave pilastro

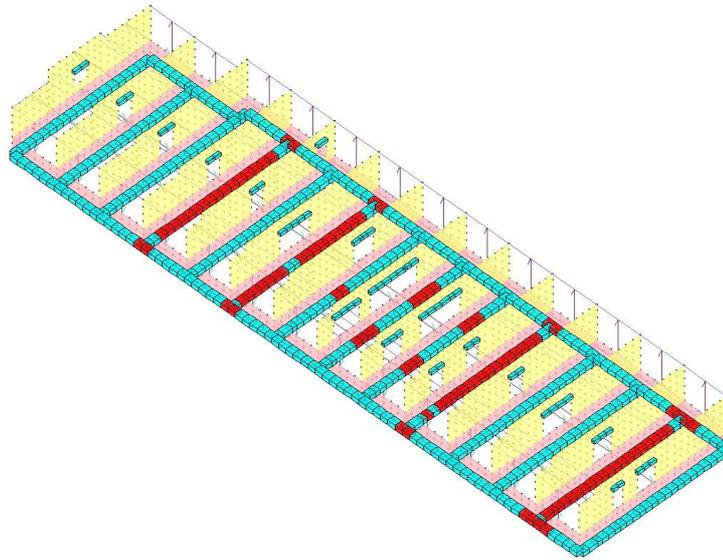
<b>Pilas. S</b>	numero del pilastro considerato (superiore al nodo)
<b>Pilas. I</b>	numero del relativo pilastro inferiore
<b>Nodo</b>	numero del nodo tra i pilastri
<b>SL cod</b>	Stato limite considerato e relativo esito delle verifica ( <b>NV</b> non verifica, <b>ok</b> verifica, <b>nrC</b> non richiesta in quanto confinato)
<b>ver. (+)</b>	massimo rapporto domanda capacità con riferimento alla formula 8.7.2.2 (resistenza per trazione)
<b>ver. (-)</b>	massimo rapporto domanda capacità con riferimento alla formula 8.7.2.3 (resistenza per compressione)
<b>V +</b>	valore del taglio, nel pilastro superiore, in direzione 2 o 3 per cui si attinge il massimo valore della verifica <b>ver. (+)</b>
<b>V + af s</b>	sollecitazione di trazione presente nell'armatura longitudinale superiore della trave da sommare (con segno) a <b>V +</b>
<b>N +</b>	azione assiale presente nel pilastro superiore contemporanea a <b>V +</b>
<b>V -</b>	valore del taglio, nel pilastro superiore, in direzione 2 o 3 per cui si attinge il massimo valore della verifica <b>ver. (-)</b>
<b>V - af s</b>	sollecitazione di trazione presente nell'armatura longitudinale superiore della trave da sommare (con segno) a <b>V -</b>
<b>N -</b>	azione assiale presente nel pilastro superiore contemporanea a <b>V -</b>
<b>Area g</b>	area del nodo ( <b>da Pilas. I</b> )
<b>Rif. cmb</b>	combinazioni in cui si attingono i massimi valori dei rapporti domanda/capacità; per i nodi, il numero tra parentesi indica l'asse( locale ) di riferimento per le sollecitazioni di taglio



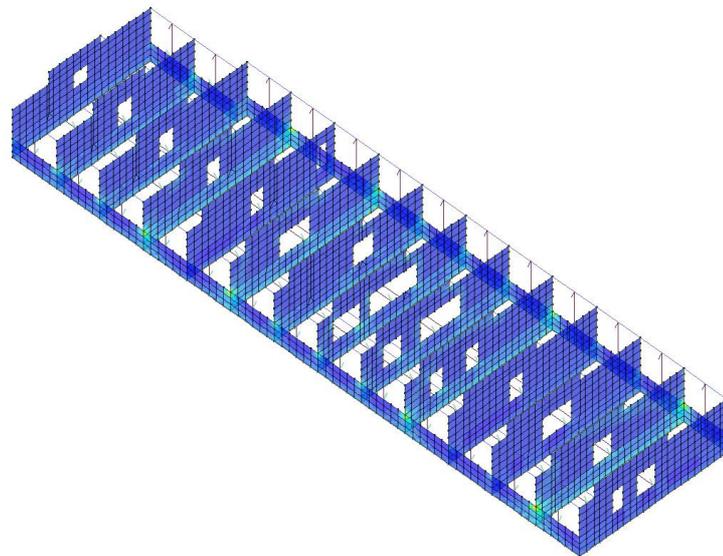
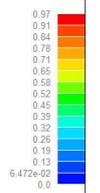
Verifiche negative dei pannelli prefabbricati in c.a. per l'1% dell'accelerazione attesa al suolo



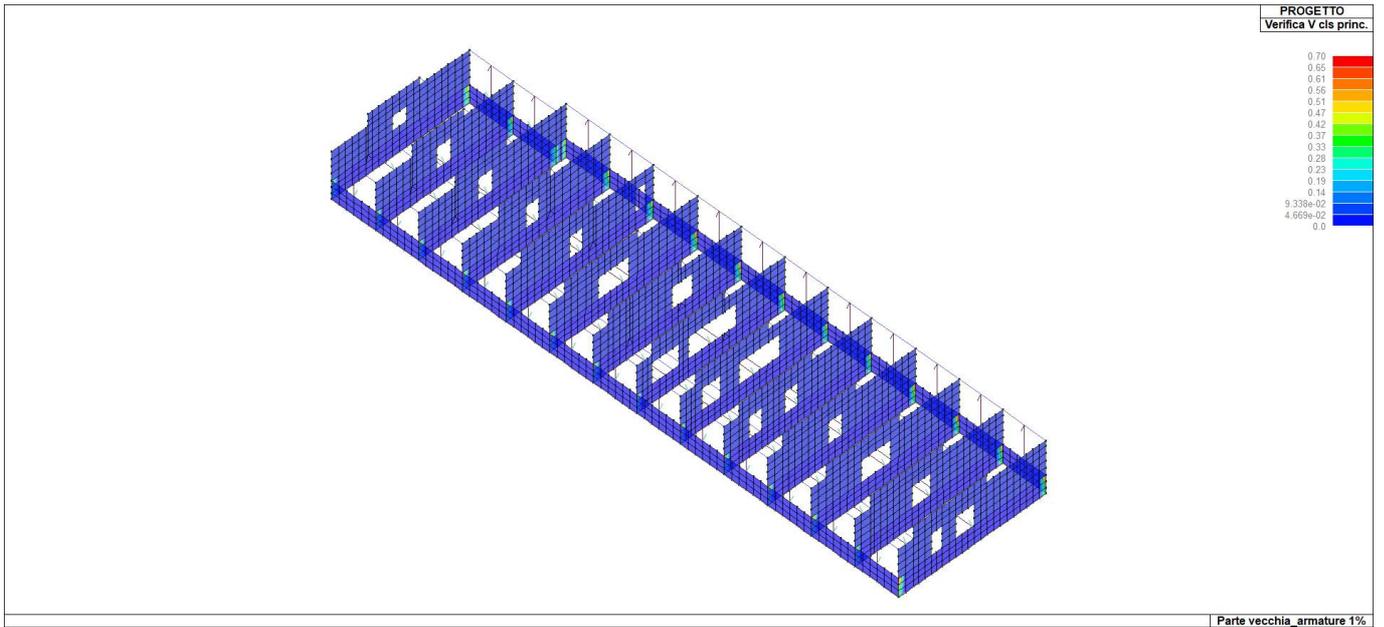
Verifiche negative sollecitazione N/M dei pannelli prefabbricati in c.a. per l'1% dell'accelerazione attesa al suolo



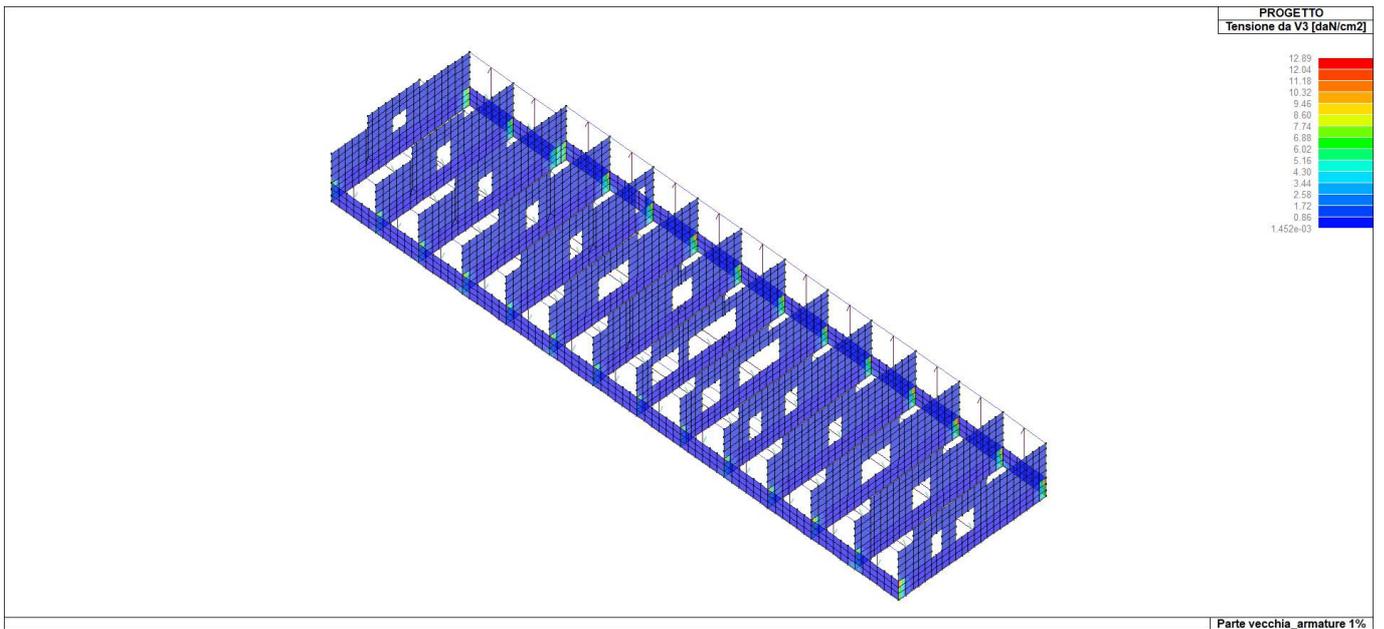
Verifiche negative delle travi in c.a. per l'1% dell'accelerazione attesa al suolo



Verifiche negative dei pannelli prefabbricati in c.a. per rapporto  $N_d/N_u$  per l'1% dell'accelerazione attesa al suolo



Verifiche dei pannelli prefabbricati in c.a. a taglio nel cls per l'1% dell'accelerazione attesa al suolo



Verifiche negative dei pannelli prefabbricati in c.a. a taglio per l'1% dell'accelerazione attesa al suolo