



# COMUNE DI PADOVA

Settore Lavori Pubblici

Servizio Impianti Sportivi

## PROGETTO ESECUTIVO

### RISTRUTTURAZIONE SPOGLIATOI ALTICHIERO VIA QUERINI E CAMINESE VIA LISBONA

Progetto: LLPP EDP 2017/108

Nome file: APPR\_20\_ST.R01

Data: 10/11/2018

Oggetto elaborato:

**RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA,  
RELAZIONE DI CALCOLO DELLE  
STRUTTURE  
RELAZIONE GEOTECNICA**

Sigla elaborato:

**ST.R01**

Project Manager:

**IPT Project S.r.l. - Ing. Davide Ferro**

Progettazione strutture:

**Studio 5 S.r.l. - Ing. Igor Ivancic**

Progettazione opere edili:

**IPT Project S.r.l. - Geom. Marco Riolfo**

Progettazione impianti termoidraulici:

**Studio tecnico Tramarin - Per.ind. Stefano Tramarin**

Progettazione impianti elettrici:

**ISA S.r.l. - Per.ind. Luca Galante**

Capo settore:

**Ing. Massimo Benvenuti**

Responsabile per gli Impianti Sportivi:

**Ing. Claudio Rossi**

RUP:

**Arch. Stefano Benvegnù**

COMUNE DI PADOVA

PROVINCIA DI PADOVA

PROGETTO: RISTRUTTURAZIONE SPOGLIATOI ALTICHIERO VIA QUERINI E  
CAMINESE VIA LISBONA (PD)

COMMITTENTE: Comune di Padova – Settore Lavori Pubblici – Servizio Impianti Sportivi

## **RELAZIONE ILLUSTRATIVA**

## **RELAZIONE GEOTECNICA**

## **RELAZIONE DI CALCOLO**

CALCOLATORE DELLE STRUTTURE:

Studio 5 s.r.l

Ing. Igor Ivancic

Viale dell'Industria, 60 PD

Padova 12.11.2018

## **RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE**

La presente relazione di calcolo strutturale, in conformità al punto §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.

Il calcolo delle strutture portanti è stato eseguito con il metodo lineare dinamico per una zona sismica classificata di 4° categoria. Le verifiche sono state eseguite con il metodo degli stati limite sia ultimi che di esercizio tenendo conto, in particolare modo, della seguente normativa:

- D.M. del 14.01.2008                      “Norme tecniche per le costruzioni”  
e circolare 02/02/2009 n°617/C.S.LL.PP;

## **PRESCRIZIONI PER I MATERIALI DA IMPIEGARE**

### **CALCESTRUZZO :**

sottofondo	classe C20/25
fondazioni	classe C25/30
travi, pilastri, muri	classe C30/37 - UNI 11104:2016

### **ACCIAIO :**

per tondini	tipo B450C con	$f_{yk} = 4500 \text{ daN/cm}^2$
-------------	----------------	----------------------------------

## DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO:

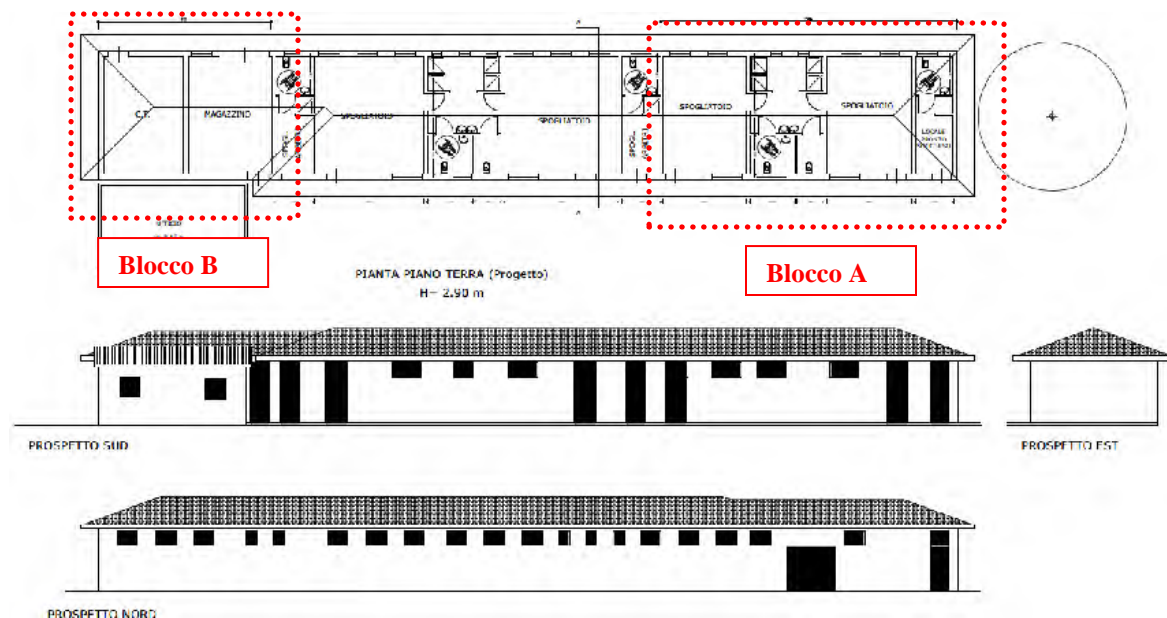
Nella presente relazione trattasi del progetto per la nuova costruzione, previa demolizione parziale dell'esistente, di due blocchi spogliatoi all'interno degli impianti sportivi in località Altichiero tra via Querini e Caminese via Lisbona a Padova.

Si riporta sotto un'immagine aerea dell'area in oggetto:



In particolare oggetto della presente relazione è la realizzazione di due blocchi spogliatoi, che saranno accostati ad entrambi i lati di un fabbricato esistente che verrà mantenuto in essere. In particolare si tratta di un fabbricato denominato “blocco A” avente dimensioni massime in pianta pari a 13.98x6.10 mt circa e un fabbricato denominato “blocco B” avente dimensioni massime in pianta pari a 8.10x6.10 mt circa. Entrambi i fabbricati si sviluppano, come anche il fabbricato esistente, per un unico piano fuori terra. Nel blocco A è prevista la predisposizione di due spogliatoi con i relativi servizi igienici e un locale di pronto soccorso, mentre nel blocco B è prevista la realizzazione di un magazzino e di una centrale termica.

Si riporta sotto un estratto del progetto architettonico:

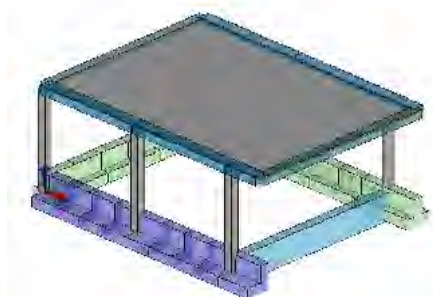


## DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE

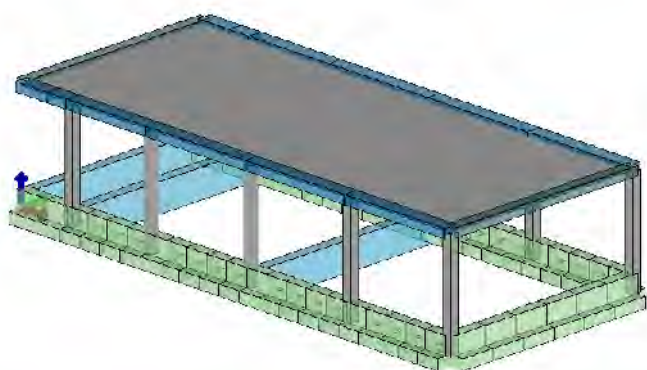
I fabbricati sono situati in un Comune di 4° categoria sismica e quindi tutti i suoi componenti strutturali sono stati calcolati per resistere alle conseguenti azioni derivanti.

I fabbricati sono stati progettati e calcolati indipendentemente, considerandoli accostati mediante un giunto sismico al fabbricato esistente. Entrambe le strutture sono state ipotizzate con pilastri in c.a. aventi dimensioni 25x25 cm. In particolare il fabbricato A presenta n°10 pilastri disposti sul perimetro ed il fabbricato B presenta n°6 pilastri disposti lungo il perimetro. Le fondazioni in entrambi i casi sono state ipotizzate continue a T rovescia poggianti su uno strato di magrone di spessore 10 cm con un batolo inferiore di sp.30 cm e con un batolo superiore di sp.50 cm. Le pareti in elevazioni sono previste in muratura in blocchi di laterizio non portante di spessore 25 cm e cappotto esterno. Il primo solaio in entrambi i casi è previsto piano con una soprastante copertura da realizzarsi in muretti e tavelloni. Il primo solaio è previsto di ripo Predalles H 4+20+5 cm poggianti sulle travature perimetrali. Solamente il blocco B presenta all'interno del solaio un vuoto per consentire la realizzazione di una botola di accesso al sottotetto in muretti e tavelloni.

Come precedentemente scritto sono stati realizzati due modelli di calcolo considerando indipendenti le due strutture. Si riportano alcune immagini dei modelli di calcolo:



**Figura 1\_vista assonometrica del modello del Blocco B**



**Figura 2\_vista assonometrica del modello del Blocco A**

## IPOTESI DI CALCOLO

L'analisi delle forze sismiche orizzontali è stata effettuata utilizzando l'analisi lineare dinamica considerando i primi 9 modi di vibrare che hanno sollecitato oltre l'85% della massa.

Le componenti traslazionali dell'azione sismica sono considerate parallele alle due direzioni principali ipotizzate per il sisma ortogonali tra loro.

Sono stati considerati i seguenti stati limite per il calcolo in assenza di azioni sismiche:

- Stato Limite Ultimo (SLU)
- Stato Limite di Esercizio (SLE)

Dove le azioni sia permanenti che accidentali sono state combinate nei seguenti modi:

- $\gamma_{G1} * G_1 + \gamma_{G2} * G_2 + \gamma_{Q1} * Q_{k1} + \sum_{j=2}^n \gamma_{Qj} * \psi_{0j} * Q_{kj}$  (Combinazione SLU)
- $G_1 + G_2 + Q_{k1} + \sum_{j=2}^n \psi_{0j} * Q_{kj}$  (Combinazione SLE rara)
- $G_1 + G_2 + \psi_{11} Q_{k1} + \sum_{j=2}^n \psi_{2j} * Q_{kj}$  (Combinazione SLE frequente)
- $G_1 + G_2 + \sum_{j=1}^n \psi_{2j} * Q_{kj}$  (Combinazione SLE q. permanente)

$G_1$ =azioni permanenti, elementi strutturali

$G_2$ =azioni permanenti, elementi non strutturali

$Q_{kj}$ =azioni variabili

$\gamma_G$ =coefficiente di amplificazione per le azioni permanenti

$\gamma_Q$ =coefficiente di amplificazione per le azioni variabili

$\psi_{0j}$ =coefficiente di combinazione per l'azione variabile istantanea

$\psi_{1j}$ =coefficiente di combinazione per l'azione variabile a breve termine

$\psi_{2j}$ =coefficiente di combinazione per l'azione variabile a lungo termine

Sono state utilizzate per il calcolo sismico i seguenti stati limite :

- Stato Limite di Danno (SLD)
- Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)

Per la combinazione dell'azione sismica con le altre azioni è stata considerata la seguente combinazione sismica, sia per gli stati limite ultimi sia per quelli di esercizio :

- $E + G_1 + G_2 + \sum_{j=1}^n \psi_{2j} * Q_{kj}$

E= azioni sismiche

G<sub>1</sub>=azioni permanenti, elementi strutturali

G<sub>2</sub>=azioni permanenti, elementi non strutturali

Q<sub>kj</sub>=azioni variabili

$\psi_{2j}$ =coefficiente di combinazione per l'azione variabile a lungo termine

**Analisi dei carichi –Solaio di copertura 4+20+5**

Azioni Permanenti (G <sub>1</sub> )		Azioni Variabili (Q)	
▪ P.p. solaio	390 daN/m <sup>2</sup>	▪ Sovraccarico neve	80 daN/m <sup>2</sup>
▪ Sovraccarico permanente	250 daN/m <sup>2</sup>		



## PARAMETRI PER IL CALCOLO DELL'AZIONE SISMICA

L'azione sismica viene definita in relazione ad un periodo di riferimento  $V_r$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale per il coefficiente d'uso. Fissato il periodo di riferimento  $V_r$  e la probabilità di superamento  $P_{ver}$  associata a ciascuno degli stati limite considerati, si ottiene il periodo di ritorno  $T_r$  e i relativi parametri di pericolosità sismica:

$a_g$ : accelerazione orizzontale massima del terreno;

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

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

Individuati su reticolo di riferimento i parametri di pericolosità sismica si valutano i parametri spettrali:

$S$  è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente  $S = S_s * S_t$  (3.2.5);

$F_0$  è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale;

$F_v$  è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima verticale, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno  $a_g$  su sito di riferimento rigido orizzontale;

$T_b$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante;

$T_c$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a velocità costante;

$T_d$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a spostamento costante.

I parametri della struttura utilizzati per il calcolo del periodo di riferimento sono :

- Tipo 2 (vita nominale  $V_N \geq 50$  anni)
- Classe III (coefficiente  $C_U=1.5$ )

Periodo di riferimento	$V_R = C_U * V_N \geq 50$ anni	
Tempo di ritorno	SLD	$T_R = V_R = 75$ anni
	SLV	$T_R = 9.5 * V_R = 712$ anni

Coordinate geografiche per la determinazione della pericolosità sismica di base:

- Località = PADOVA (PD)
- Longitudine : 11.8742; Latitudine : 45.4531

Stato Limite	$T_R$ (anni)	$a_g$ (g)	$F_0$	$T_c^*$ (s)
SLD	50	0.038	2.580	0.260
SLV	475	0.095	2.560	0.330

**Parametri dell'azione sismica**

Parametri per la determinazione delle forme spettrali:

- Categoria del suolo di fondazione = C
- Categoria topografica = T1 - Superficie pianeggiante
- $q$ =Fattore di Struttura  $q = q_0 \cdot K_R$ , (Struttura non regolare in pianta, non regolare in altezza, progettata in bassa duttilità. )  
Sistema costruttivo: Calcestruzzo  
Tipologia strutturale: Strutture a telaio, pareti accoppiate, miste  
Tipologia di edificio: Strutture a telaio di un piano  
 $q_0 = 3,00$  ;  $a_u/a_1 = 1,05$  ;  $K_r = 0,80$ ;  $K_w = 1,00$
- Valore fattore di struttura  $q$  da utilizzare: **2.52**
- Utilizzando il metodo semplificato per costruzioni in zona 4 il fattore di struttura massimo  **$q=2.52$**
- Classe di duttilità = CD "B" – bassa duttilità

Stato Limite	S	$\eta$	$T_B$ (s)	$T_C$ (s)	$T_D$ (s)
SLD	1.500	1.000	0.142	0.426	1.754
SLV	1.500	0.333	0.167	0.500	1.980

**Caratteristiche dello spettro di risposta elastico**

## RELAZIONE GEOTECNICA:

Per il terreno di fondazione si è fatto riferimento alla relazione geologica - geotecnica redatta dal Dott.Geol. Devi Fincato nella quale:

- la falda freatica è stata rilevata a -3.55 m da p.c.
- la categoria di suolo di fondazione secondo l'approccio semplificato di normativa ( D.M. 17/01/2018) è C , mentre la categoria topografica risulta T1.
- la frequenza caratteristica di risonanza di sito, generata dalla discontinuità sismica a più elevato rapporto spettrale ( $H/V = 2.2$ ), è di circa  $0.88 \text{ Hz} \pm 0.03 \text{ Hz}$ .

Le tensioni sul terreno sono state limitate a

- -0.63daN/cm<sup>2</sup> per il blocco A e -0.86daN/cm<sup>2</sup> per il blocco B in combinazione SLU A1;
- -0.51daN/cm<sup>2</sup> per il blocco A e -0.69daN/cm<sup>2</sup> per il blocco B in combinazione SLU A1 (SLV sismica);

- -0.52daN/cm<sup>2</sup> per il blocco A e -0.69daN/cm<sup>2</sup> per il blocco B in combinazione SLE (SLD danno sismico);
- -0.48daN/cm<sup>2</sup> per il blocco A e -0.64daN/cm<sup>2</sup> per il blocco B in combinazione SLE rara;

Nel caso in cui, durante l'esecuzione dei lavori, si d ai sensi del DM dovesse riscontrare una diversa situazione da quella prevista l'Impresa esecutrice provvederà a comunicarlo alla Direzione Lavori per le eventuali modifiche atte a garantire la sicurezza delle strutture.



**RISTRUTTURAZIONE SPOGLIATOI ALTICHIERO VIA QUERINI**

**E CAMINESE VIA LISBONA (PD)**

**RELAZIONE DI CALCOLO – BLOCCO A**

**Relazione di calcolo strutturale impostata e redatta secondo le modalità previste nel D.M. 14 Gennaio 2008 cap. 10 “Redazione dei progetti strutturali esecutivi e delle relazioni di calcolo”.**

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

<https://www.2si.it/it/prodotti/affidabilita/>

# INTESTAZIONE E CONTENUTI DELLA RELAZIONE

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*
- *Criteri 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:

12 novembre 2018

INTESTAZIONE E CONTENUTI DELLA RELAZIONE .....	3
Progetto .....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE .....	6
Premessa .....	6
Analisi storico-critica ed esito del rilievo geometrico-strutturale.....	6
Analisi storico-critica .....	6
Esito del rilievo geometrico-strutturale .....	6
Descrizione generale dell'opera .....	6
Descrizione generale dell'opera .....	6
Principali caratteristiche della struttura.....	6
Parametri della struttura .....	6
Fattore di struttura .....	7
Quadro normativo di riferimento adottato.....	7
Progetto-verifica degli elementi.....	7
Azione sismica .....	7
Livelli di conoscenza e fattori di confidenza.....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
Azioni di progetto sulla costruzione .....	7
Modello numerico .....	8
Tipo di analisi strutturale.....	8
Informazioni sul codice di calcolo.....	8
Affidabilità dei codici utilizzati.....	8
Modellazione della geometria e proprietà meccaniche:.....	8
Dimensione del modello strutturale [cm]: .....	8
Strutture verticali: .....	8
Strutture non verticali: .....	8
Orizzontamenti: .....	9
Tipo di vincoli:.....	9
Modellazione delle azioni.....	9
Combinazioni e/o percorsi di carico .....	9
Combinazioni dei casi di carico.....	9
Principali risultati.....	9
Informazioni generali sull'elaborazione e giudizio motivato di accettabilità dei risultati. ....	10
Verifiche agli stati limite ultimi.....	10

Verifiche agli stati limite di esercizio .....	10
RELAZIONE SUI MATERIALI .....	10
NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	11
CARATTERISTICHE MATERIALI UTILIZZATI .....	14
LEGENDA TABELLA DATI MATERIALI .....	14
MODELLAZIONE DELLE SEZIONI.....	21
LEGENDA TABELLA DATI SEZIONI .....	21
MODELLAZIONE STRUTTURA: NODI .....	23
LEGENDA TABELLA DATI NODI .....	23
TABELLA DATI NODI.....	23
MODELLAZIONE STRUTTURA: ELEMENTI TRAVE.....	25
TABELLA DATI TRAVI.....	25
MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA: ELEMENTI SOLAIO-PANNELLO.....	29
LEGENDA TABELLA DATI SOLAI-PANNELLI.....	29
MODELLAZIONE DELLE AZIONI .....	32
LEGENDA TABELLA DATI AZIONI.....	32
SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO.....	34
LEGENDA TABELLA CASI DI CARICO.....	34
DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI .....	39
LEGENDA TABELLA COMBINAZIONI DI CARICO.....	39
AZIONE SISMICA .....	42
VALUTAZIONE DELL' AZIONE SISMICA.....	42
Parametri della struttura .....	42
RISULTATI ANALISI SISMICHE .....	43
LEGENDA TABELLA ANALISI SISMICHE.....	43
RISULTATI NODALI .....	51
LEGENDA RISULTATI NODALI.....	51
RISULTATI OPERE DI FONDAZIONE.....	54
LEGENDA RISULTATI OPERE DI FONDAZIONE.....	54
RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE .....	61
LEGENDA RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE.....	61
VERIFICHE ELEMENTI TRAVE C.A. ....	75
LEGENDA TABELLA VERIFICHE ELEMENTI TRAVE C.A.....	75
Progettazione delle fondazioni.....	75
STATI LIMITE D' ESERCIZIO .....	85
LEGENDA TABELLA STATI LIMITE D' ESERCIZIO .....	85



# 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

Descrizione generale dell'opera	
Fabbricato ad uso	Spogliatoi sportivi
Ubicazione	Comune di PADOVA (PD) (Regione VENETO)
	Località PADOVA (PD)
	Longitudine 11.874, Latitudine 45.453
Numero di piani	Fuori terra:1
	Interrati:0
	le dimensioni dell'opera in pianta sono racchiuse in un rettangolo di 13.98x6.10 mt
Numero vani scale	0
Numero vani ascensore	0
Tipo di fondazione	Continua a T rovescia

Principali caratteristiche della struttura	
Struttura regolare in pianta	No
Struttura regolare in altezza	No
Classe di duttilità	B
Travi: ricalate o in spessore	Si
Pilastrì	Si 25x25 cm
Pilastrì in falso	No
Tipo di fondazione	Continua a T rovescio
Condizioni per cui è necessario considerare la componente verticale del sisma	

Parametri della struttura			
Classe d'uso	Vita Vn [anni]	Coeff. Uso	Periodo Vr [anni]
II	50.0	1.0	50.0

## Fattore di struttura

### Calcolo dei fattori di struttura secondo il D.M. 14/01/2008

La costruzione, nuova, è caratterizzata da non regolarità sia in pianta sia in altezza ed è progettata in classe di duttilità bassa (CD"B").

#### Parametri fattore in direzione x e y

Sistema costruttivo:	calcestruzzo
Tipologia strutturale:	strutture a telaio, a pareti accoppiate, miste
Definizione rapporto $\alpha_u/\alpha_1$ :	media tra 1 e il valore da normativa
Riferimento normativo $\alpha_u/\alpha_1$ :	strutture a telaio di un piano
Valore rapporto $\alpha_u/\alpha_1 =$	1.050
Valore base fattore $q_0 = 3.000 \alpha_u/\alpha_1 =$	3.150
Fattore pareti $k_w =$	1.000
Fattore di regolarità $K_R =$	0.8
Fattore dissipativo $q_D = q_0 \cdot k_w \cdot K_R =$	2.520

#### Fattori di struttura utilizzati

	Dissipativi
q x-x	2.520
q y-y	2.520
q z-z	1.500

## 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.

### Progetto-verifica degli elementi

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

### Azione sismica

Norma applicata per l'azione sismica	D.M. 14-01-2008
--------------------------------------	-----------------

## 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:

$K \cdot u = F$  dove  
 $K$  = matrice di rigidezza  
 $u$  = vettore spostamenti nodali  
 $F$  = 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 <b>TRUSS</b>	(biella-D2)
Elemento tipo <b>BEAM</b>	(trave-D2)
Elemento tipo <b>MEMBRANE</b>	(membrana-D3)
Elemento tipo <b>PLATE</b>	(piastra-guscio-D3)
Elemento tipo <b>BOUNDARY</b>	(molla)
Elemento tipo <b>STIFFNESS</b>	(matrice di rigidezza)
Elemento tipo <b>BRICK</b>	(elemento solido)
Elemento tipo <b>SOLAIO</b>	(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	
Carichi verticali	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 2018-07-183)
Produttore-Distributore:	2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l., Ferrara
Codice Licenza:	Licenza dsi3230

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	63
elementi D2 (per aste, travi, pilastri...)	75
elementi D3 (per pareti, platee, gusci...)	0
elementi solaio	1
elementi solidi	0
Dimensione del modello strutturale [cm]:	
X min =	0.00
Xmax =	1396.00
Ymin =	0.00
Ymax =	595.00
Zmin =	0.00
Zmax =	300.00
Strutture verticali:	
Elementi di tipo asta	NO
Pilastri	SI
Pareti	NO
Setti (a comportamento membranale)	NO
Strutture non verticali:	
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	NO
<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.

<b>Combinazioni dei casi di carico</b>	
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)	SI
Combinazione frequente	NO
Combinazione quasi permanente (SLE)	SI
SLA (accidentale quale incendio)	SI

<b>Principali risultati</b>
<p>I risultati devono costituire una sintesi completa ed efficace, presentata in modo da riassumere il comportamento della struttura, per ogni tipo di analisi svolta.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>2.8.4. Reazioni vincolari Vengono riportate le reazioni dei vincoli nelle singole condizioni di carico e/o nelle combinazioni considerate.</p> <p>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.</p>

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 anormali. 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 dimensionamento 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.

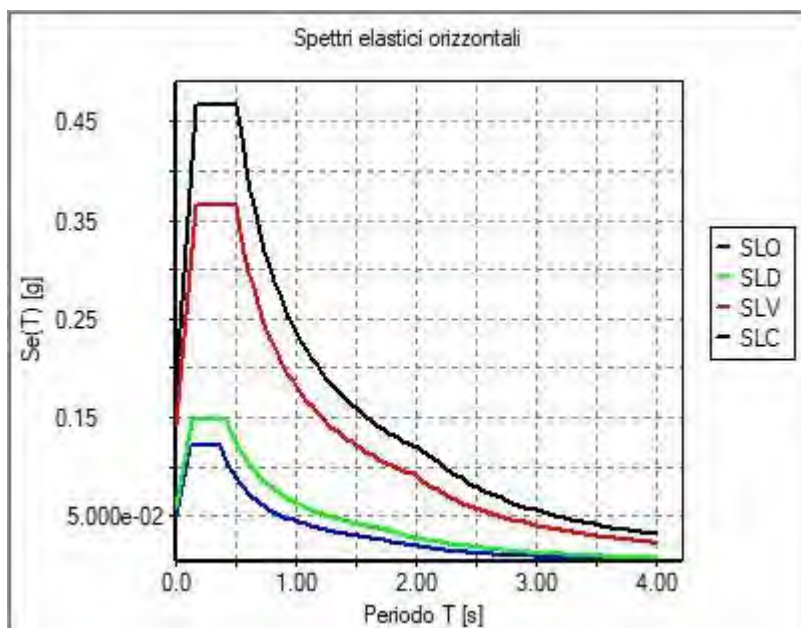
### **RELAZIONE SUI MATERIALI**

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

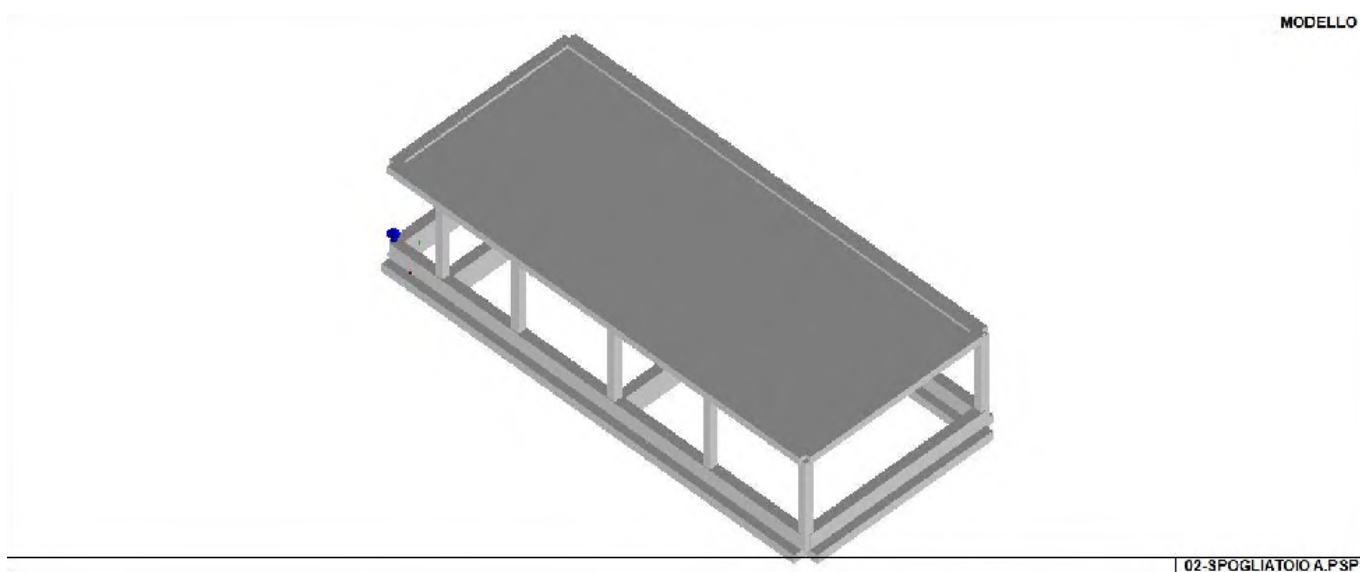
# NORMATIVA DI RIFERIMENTO

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 o a progettazione simulata di edificio esistente o ad applicazione del punto 2.7 del DM 14.01.08

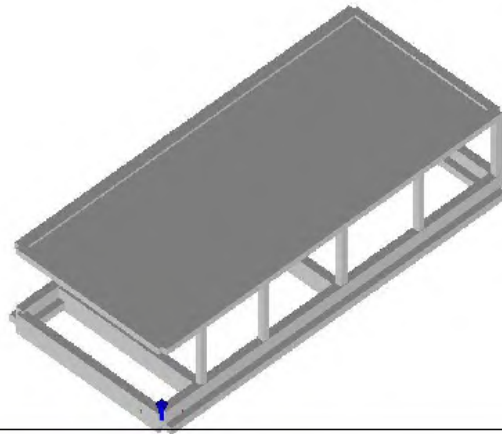


01\_INT\_SPETTRI\_ELASTICI\_O



01\_INT\_VISTA\_SOLIDA\_001

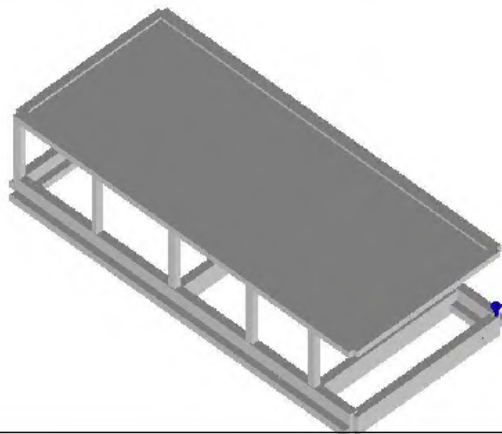
MODELLO



02-SPOGLIATOIO A.PSP

01\_INT\_VISTA\_SOLIDA\_002

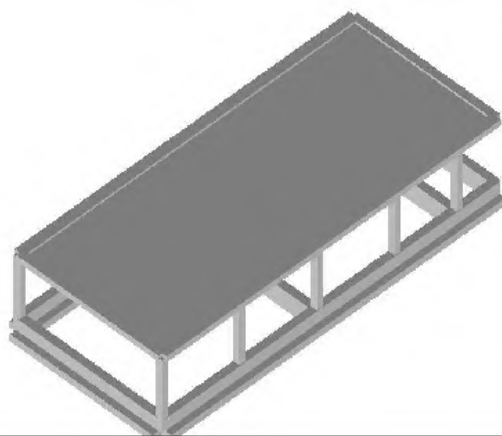
MODELLO



02-SPOGLIATOIO A.PSP

01\_INT\_VISTA\_SOLIDA\_003

MODELLO



02-SPOGLIATOIO A.PSP

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:

Young	modulo di elasticità normale
Poisson	coefficiente di contrazione trasversale
G	modulo di elasticità tangenziale
Gamma	peso specifico
Alfa	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	cemento armato	Rck Fctm	resistenza caratteristica cubica resistenza media a trazione semplice
2	acciaio	Ft Fy Fd Fdt Sadm Sadmt	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	muratura	Resist. Fk Resist. Fvko	resistenza caratteristica a compressione resistenza caratteristica a taglio
4	legno	Resist. fc0k Resist. ft0k Resist. fmk Resist. fvk Modulo E0,05 Lamellare	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](http://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
63	STABILITA' DI ASTE COMPOSTE IN ACCIAIO
73	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO CON PRESENZA IRRIGIDIMENTI TRASVERSALI
74	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO CON PRESENZA DI UN PIATTO DI RINFORZO SALDATO ALL'ANIMA DELLA COLONNA
75	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO CON PRESENZA DI DUE PIATTI DI RINFORZO SALDATI ALL'ANIMA DELLA COLONNA
76	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO A DUE VIE SU ALI COLONNA
77	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO A UNA VIA CON DUE COMBINAZIONI DI CARICO
78	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
79	VERIFICA DELLA PIASTRA NODO TRAVE COLONNA
85	TELAIO ACCIAIO: CONTROVENTI CONCENTRICI

Modellazione di strutture in muratura

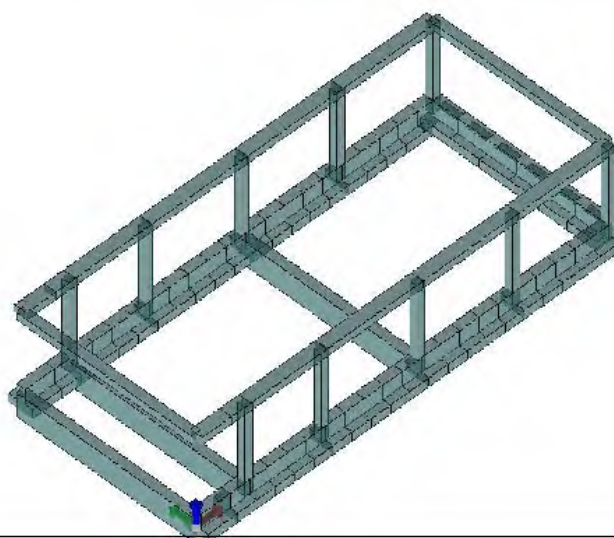
Test N°	Titolo
81	ANALISI PUSHOVER DI UNA STRUTTURA IN MURATURA
84	ANALISI ELASTO PLASTICA INCREMENTALE, PARETE IN MURATURA

86	VERIFICA NON SISMICA DELLE MURATURE (D.M. 87 TA)
87	VERIFICA NON SISMICA DELLE MURATURE (D.M. 2005 SL)
88	FATTORE DI STRUTTURA

Modellazione di strutture in legno

Test N°	Titolo
17	SOLAIO: MISTO LEGNO-CALCESTRUZZO
89	VERIFICA ALLO SLU DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
90	VERIFICA ALLO SLE DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
91	FATTORE DI STRUTTURA
92	VERIFICHE EC5
93	SNELLEZZE EC5
94	VERIFICA AL FUOCO DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
117	PROGETTO E VERIFICA DI GUSCI IN MATERIALE XLAM
118	PROGETTO E VERIFICA DI PARETI IN MATERIALE XLAM E RELATIVI COLLEGAMENTI
119	PROGETTO E VERIFICA DI SOLAI IN MATERIALE XLAM

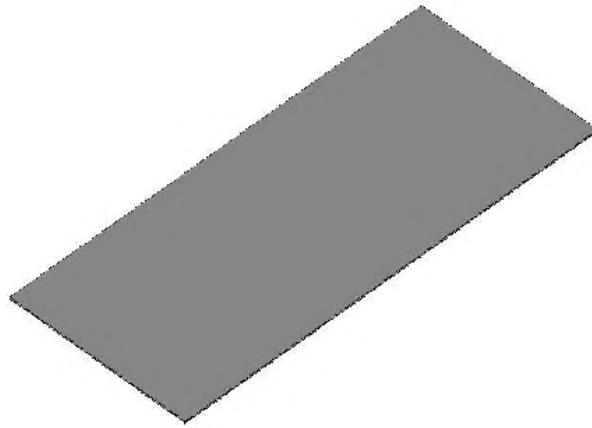
Id	Tipo / Note		Young	Poisson	G	Gamma	Alfa
		daN/cm2	daN/cm2		daN/cm2	daN/cm3	
1	Calcestruzzo Classe C25/30		3.145e+05	0.20	1.310e+05	2.50e-03	1.00e-05
	Rck	300.0					
	fctm	25.6					
3	Calcestruzzo Classe C28/35		3.260e+05	0.20	1.358e+05	2.50e-03	1.00e-05
	Rck	350.0					
	fctm	28.4					



MODELLO

02-3POGLIATOIO A.PSP

11\_MOD\_MATERIALI\_D2



## 11\_MOD\_MATERIALI\_SOLAI

Pareti c.a.	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
<b>Generalità</b>						
Progetto armatura	Parete sismica	Parete sismica				
<b>Armatura</b>						
Inclinazione Av [ gradi ]	90.00	90.00				
Angolo Av-Ao [ gradi ]	90.00	90.00				
Minima tesa	0.25	0.25				
Massima tesa	4.00	4.00				
Maglia unica centrale	No	No				
Unico strato verticale	No	No				
Unico strato orizzontale	No	No				
Copriferro [ cm ]	2.00	2.00				
<b>Maglia V</b>						
diametro	10	10				
passo	25	25				
diametro aggiuntivi	12	12				
<b>Maglia O</b>						
diametro	8	8				
passo	25	25				
diametro aggiuntivi	8	8				
<b>Stati limite ultimi</b>						
Tensione fy [daN/cm2 ]	4500.00	4500.00				
Tipo acciaio	tipo C	tipo C				
Coefficiente gamma s	1.15	1.15				
Coefficiente gamma c	1.50	1.50				
Fattore di confidenza FC	0.0	0.0				
Verifiche con N costante	Si	Si				
<b>Tensioni ammissibili</b>						
Tensione amm. cls [daN/cm2 ]	97.50	97.50				
Tensione amm. acciaio [daN/cm2 ]	2600.00	2600.00				
Rapporto omogeneizzazione N	15.00	15.00				
Massimo rapporto area compressa/tesa	1.00	1.00				
<b>Parete estesa debolmente armata</b>						
Fattore amplificazione taglio V	1.50	1.50				
Hcrit. par. 7.4.4.5.1 [ cm ]	0.0	0.0				
Hcrit. par. 7.4.6.1.4 [ cm ]	0.0	0.0				
Diagramma inviluppo taglio	Si	No				
Vincolo lati	nessun lato	nessun lato				
Verifica come fascia	No	No				
Diametro di estremità	0	0				
<b>Zona confinata</b>						
Minima tesa	1.00	1.00				
Massima tesa	4.00	4.00				
Distanza barre [ cm ]	2.00	2.00				
Interferro	2	2				
<b>Armatura inclinata</b>						
Area barre [ cm2 ]	0.0	0.0				
Angolo orizzontale [ gradi ]	0.0	0.0				

<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>
Distanza di base [ cm ]	0.0	0.0				
<b>Resistenza al fuoco</b>						
3- intradosso	No	No				
3+ estradosso	No	No				
Tempo di esposizione R	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				
Angolo Ax-Ay [ gradi ]	90.00	90.00				
Minima tesa	0.31	0.31				
Massima tesa	0.78	0.78				
Maglia unica centrale	No	No				
Copriferro [ cm ]	2.00	2.00				
<b>Maglia x</b>						
diametro	10	10				
passo	20	20				
diametro aggiuntivi	12	12				
<b>Maglia y</b>						
diametro	10	10				
passo	20	20				
diametro aggiuntivi	12	12				
<b>Stati limite ultimi</b>						
Tensione fy [daN/cm2 ]	4500.00	4500.00				
Tipo acciaio	tipo C	tipo C				
Coefficiente gamma s	1.15	1.15				
Coefficiente gamma c	1.50	1.50				
Fattore di confidenza FC	0.0	0.0				
Verifiche con N costante	Si	Si				
Applica SLU da DIN	No	No				
<b>Tensioni ammissibili</b>						
Tensione amm. cls [daN/cm2 ]	97.50	97.50				
Tensione amm. acciaio [daN/cm2 ]	2600.00	2600.00				
Rapporto omogeneizzazione N	15.00	15.00				
Massimo rapporto area compressa/tesa	1.00	1.00				
<b>Resistenza al fuoco</b>						
3- intradosso	No	No				
3+ estradosso	No	No				
Tempo di esposizione R	15	15				

<b>Travi 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>Generalità</b>						
Progetta a filo	No	Si				
Af inf: da q*L*L /	0.0	0.0				
<b>Armatura</b>						
Minima tesa	0.31	2.000e-02				
Minima compressa	0.31	2.000e-02				
Massima tesa	0.78	0.78				
Da sezione	Si	Si				
Usa armatura teorica	No	No				
<b>Stati limite ultimi</b>						
Tensione fy [daN/cm2 ]	4500.00	4500.00				
Tensione fy staffe [daN/cm2 ]	4500.00	4500.00				
Tipo acciaio	tipo C	tipo C				
Coefficiente gamma s	1.15	1.15				
Coefficiente gamma c	1.50	1.50				
Fattore di confidenza FC	0.0	0.0				
Verifiche con N costante	Si	Si				
Fattore di ridistribuzione	0.0	0.0				
<b>Modello per il confinamento</b>						
Relazione tensio-deformativa	Mander	Mander				
Incrudimento acciaio	5.000e-03	5.000e-03				
Fattore lambda	1.00	1.00				
epsilon max,s	4.000e-02	4.000e-02				
epsilon cu2	4.500e-03	4.500e-03				
epsilon c2	0.0	0.0				

Travi c.a.	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
epsilon cy	0.0	0.0				
<b>Tensioni ammissibili</b>						
Tensione amm. cls [daN/cm2]	97.50	97.50				
Tensione amm. acciaio [daN/cm2]	2600.00	2600.00				
Rapporto omogeneizzazione N	15.00	15.00				
Massimo rapporto area compressa/tesa	1.00	1.00				
<b>Staffe</b>						
Diametro staffe	0.0	0.0				
Passo minimo [ cm ]	4.00	5.00				
Passo massimo [ cm ]	30.00	30.00				
Passo raffittito [ cm ]	15.00	15.00				
Lunghezza zona raffittita [ cm ]	50.00	50.00				
Ctg(Teta) Max	2.50	2.50				
Percentuale sagomati	0.0	0.0				
Luce di taglio per GR [ cm ]	1.00	1.00				
Adotta scorrimento medio	No	No				
Torsione non essenziale inclusa	Si	Si				

Pilastrì c.a.	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
<b>Generalità</b>						
Progetto armatura	Privilegia lati	Privilegia lati				
Progetta a filo	No	No				
Effetti del 2 ordine	Si	Si				
Beta per 2-2	1.00	1.00				
Beta per 3-3	1.00	1.00				
<b>Armatura</b>						
Massima tesa	4.00	4.00				
Minima tesa	1.00	1.00				
<b>Stati limite ultimi</b>						
Tensione fy [daN/cm2]	4500.00	4500.00				
Tensione fy staffe [daN/cm2]	4500.00	4500.00				
Tipo acciaio	tipo C	tipo C				
Coefficiente gamma s	1.15	1.15				
Coefficiente gamma c	1.50	1.50				
Fattore di confidenza FC	0.0	0.0				
Verifiche con N costante	Si	Si				
<b>Modello per il confinamento</b>						
Relazione tensio-deformativa	Mander	Mander				
Incrudimento acciaio	5.000e-03	5.000e-03				
Fattore lambda	1.00	1.00				
epsilon max,s	4.000e-02	4.000e-02				
epsilon cu2	4.500e-03	4.500e-03				
epsilon c2	0.0	0.0				
epsilon cy	0.0	0.0				
<b>Tensioni ammissibili</b>						
Tensione amm. cls [daN/cm2]	97.50	97.50				
Tensione amm. acciaio [daN/cm2]	2600.00	2600.00				
Rapporto omogeneizzazione N	15.00	15.00				
<b>Staffe</b>						
Diametro staffe	0.0	0.0				
Passo minimo [ cm ]	5.00	5.00				
Passo massimo [ cm ]	25.00	25.00				
Passo raffittito [ cm ]	15.00	15.00				
Lunghezza zona raffittita [ cm ]	45.00	45.00				
Ctg(Teta) Max	2.50	2.50				
Luce di taglio per GR [ cm ]	1.00	1.00				
Massimizza gerarchia	Si	Si				

Solai e pannelli	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
<b>Generalità</b>						
Usa tensioni ammissibili	No	No				
Af inf: da traliccio	Si	Si				
Consenti armatura a taglio	No	No				
Incrementa armatura longitudinale per taglio	Si	Si				
Af inf: da q*L*L /	20.00	20.00				
Incremento fascia piena [ cm ]	5.00	5.00				

<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>Armatura</b>						
Minima tesa	0.15	0.15				
Massima tesa	3.00	3.00				
Minima compressa	0.0	0.0				
Af/h [ cm ]	7.000e-02	7.000e-02				
<b>Stati limite ultimi</b>						
Tensione fy [daN/cm2 ]	4500.00	4500.00				
Tipo acciaio	tipo C	tipo C				
Coefficiente gamma s	1.15	1.15				
Coefficiente gamma c	1.50	1.50				
Fattore di ridistribuzione	0.0	0.0				
<b>Tensioni ammissibili</b>						
Tensione amm. cls [daN/cm2 ]	85.00	85.00				
Tensione amm. acciaio [daN/cm2 ]	2600.00	2600.00				
Rapporto omogeneizzazione N	15.00	15.00				
Massimo rapporto area compressa/tesa	1.00	1.00				
<b>Verifica freccia</b>						
Infinita	250.00	500.00				
Istantanea	500.00	1000.00				
Fattore viscosità	3.00	3.00				
Usa J non fessurato	No	No				
<b>Elementi non strutturali</b>						
Tamponatura antiespulsione	No	Si				
Tamponatura con armatura	No	No				
Fattore di struttura/comportamento	2.00	2.00				
Coefficiente gamma m	0.0	0.0				
Periodo Ta	0.0	0.0				
Altezza pannello	0.0	0.0				

# MODELLAZIONE DELLE SEZIONI

## LEGENDA TABELLA DATI SEZIONI

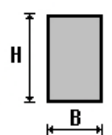
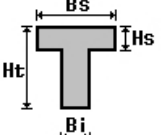
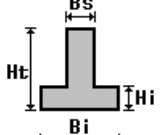
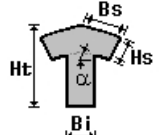
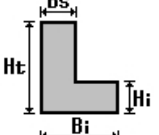
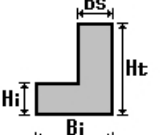
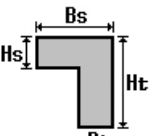
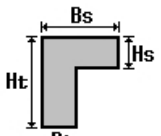
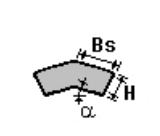
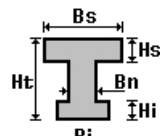
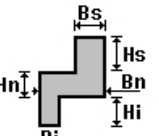
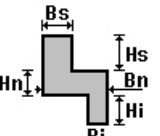
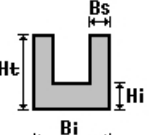
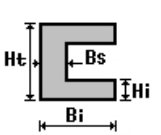
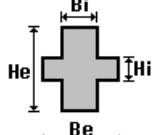
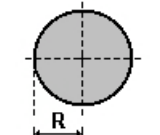
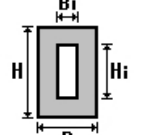
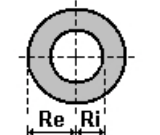
Il programma consente l'uso di sezioni diverse. Sono previsti i seguenti tipi di sezione:

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



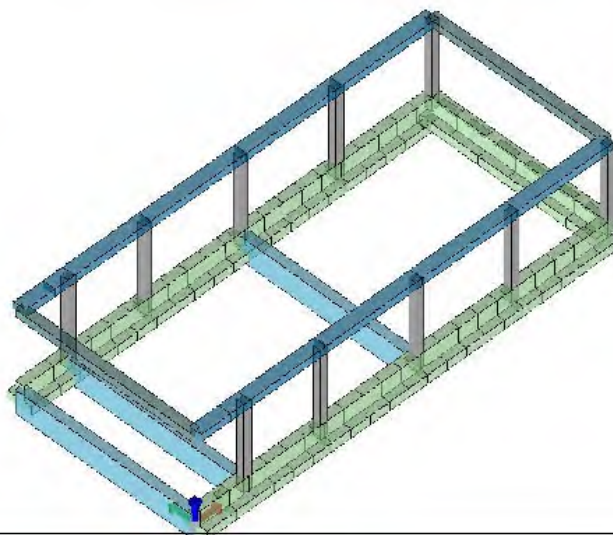
Per quanto concerne i profilati semplici ed accoppiati l'asse 2 del riferimento coincide con l'asse x riportato nei più diffusi profilati.

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	PILASTRI	625.00	520.83	520.83	5.491e+04	3.255e+04	3.255e+04	2604.17	2604.17	3906.25	3906.25
2	T 40X25	1000.00	833.33	833.33	1.263e+05	1.333e+05	5.208e+04	6666.67	4166.67	1.000e+04	6250.00
3	T 30X25	750.00	625.00	625.00	7.787e+04	5.625e+04	3.906e+04	3750.00	3125.00	5625.00	4687.50
4	T rovescia: bi=80 ht=80 bs=30 hi=30	3900.00	0.0	0.0	1.100e+06	1.393e+06	1.969e+06	3.481e+04	3.969e+04	5.925e+04	7.097e+04
5	Rettangolare: b=30 h=80	2400.00	2000.00	2000.00	5.499e+05	1.800e+05	1.280e+06	1.200e+04	3.200e+04	1.800e+04	4.800e+04



MODELLO

02-3POGLIATOIO A.PSP

### 13\_MOD\_SEZIONI

# MODELLAZIONE STRUTTURA: NODI

## LEGENDA TABELLA DATI NODI

Il programma utilizza per la modellazione nodi strutturali.

Ogni nodo è individuato dalle coordinate cartesiane nel sistema di riferimento globale (X Y Z).

Ad ogni nodo è eventualmente associato un codice di vincolamento rigido, un codice di fondazione speciale, ed un set di sei molle (tre per le traslazioni, tre per le rotazioni). Le tabelle sottoriportate riflettono le succitate possibilità. In particolare per ogni nodo viene indicato in tabella:

<b>Nodo</b>	numero del nodo.
<b>X</b>	valore della coordinata X
<b>Y</b>	valore della coordinata Y
<b>Z</b>	valore della coordinata Z

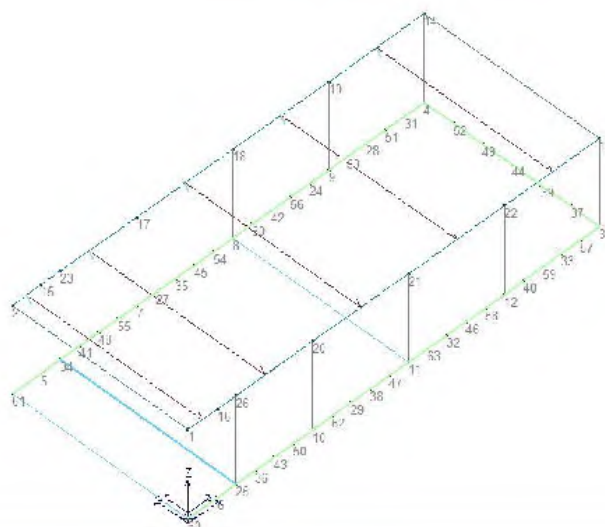
Per i nodi ai quali sia associato un codice di vincolamento rigido, un codice di fondazione speciale o un set di molle viene indicato in tabella:

<b>Nodo</b>	numero del nodo.
<b>X</b>	valore della coordinata X
<b>Y</b>	valore della coordinata Y
<b>Z</b>	valore della coordinata Z
<b>Note</b>	eventuale codice di vincolo (es. v=110010 sei valori relativi ai sei gradi di libertà previsti per il nodo TxTyTzRxRyRz, il valore 1 indica che lo spostamento o rotazione relativo è impedito, il valore 0 indica che lo spostamento o rotazione relativo è libero).
<b>Note</b>	(FS = 1, 2,...) eventuale codice del tipo di fondazione speciale (1, 2,... fanno riferimento alle tipologie: plinto, palo, plinto su pali,...) che è collegato al nodo. (ISO = "id SIGLA") indice e sigla identificativa dell' eventuale isolatore sismico assegnato al nodo
<b>Rig. TX</b>	valore della rigidezza dei vincoli elastici eventualmente applicati al nodo, nello specifico TX (idem per TY, TZ, RX, RY, RZ).

Per strutture sismicamente isolate viene inoltre inserita la tabella delle caratteristiche per gli isolatori utilizzati; le caratteristiche sono indicate in conformità al cap. 7.10 del D.M. 14/01/08

## TABELLA DATI NODI

<b>Nodo</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>	<b>Nodo</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>	<b>Nodo</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
	cm	cm	cm		cm	cm	cm		cm	cm	cm
1	0.0	0.0	300.0	2	0.0	595.0	300.0	3	1396.0	0.0	0.0
4	1396.0	595.0	0.0	5	100.0	595.0	0.0	6	100.0	0.0	0.0
7	424.0	595.0	0.0	8	748.0	595.0	0.0	9	1072.0	595.0	0.0
10	424.0	0.0	0.0	11	748.0	0.0	0.0	12	1072.0	0.0	0.0
13	1396.0	0.0	300.0	14	1396.0	595.0	300.0	15	100.0	595.0	300.0
16	100.0	0.0	300.0	17	424.0	595.0	300.0	18	748.0	595.0	300.0
19	1072.0	595.0	300.0	20	424.0	0.0	300.0	21	748.0	0.0	300.0
22	1072.0	0.0	300.0	23	164.8	595.0	300.0	24	1007.2	595.0	0.0
25	164.8	0.0	0.0	26	164.8	0.0	300.0	27	488.8	595.0	0.0
28	1201.6	595.0	0.0	29	553.6	0.0	0.0	30	812.8	595.0	0.0
31	1331.2	595.0	0.0	32	877.6	0.0	0.0	33	1266.4	0.0	0.0
34	164.8	595.0	0.0	35	553.6	595.0	0.0	36	229.6	0.0	0.0
37	1396.0	99.2	0.0	38	618.4	0.0	0.0	39	1396.0	198.3	0.0
40	1136.8	0.0	0.0	41	229.6	595.0	0.0	42	877.6	595.0	0.0
43	294.4	0.0	0.0	44	1396.0	297.5	0.0	45	618.4	595.0	0.0
46	942.4	0.0	0.0	47	683.2	0.0	0.0	48	294.4	595.0	0.0
49	1396.0	396.7	0.0	50	359.2	0.0	0.0	51	1266.4	595.0	0.0
52	1396.0	495.8	0.0	53	1136.8	595.0	0.0	54	683.2	595.0	0.0
55	359.2	595.0	0.0	56	942.4	595.0	0.0	57	1331.2	0.0	0.0
58	1007.2	0.0	0.0	59	1201.6	0.0	0.0	60	0.0	0.0	0.0
61	0.0	595.0	0.0	62	488.8	0.0	0.0	63	812.8	0.0	0.0



14\_MOD\_NUMERAZIONE\_NODI

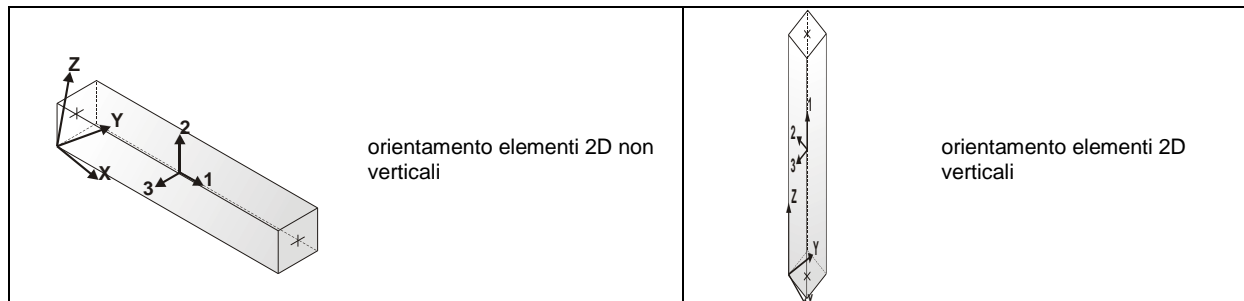
# MODELLAZIONE STRUTTURA: ELEMENTI TRAVE

## TABELLA DATI TRAVI

Il programma utilizza per la modellazione elementi a due nodi denominati in generale travi.

Ogni elemento trave è individuato dal nodo iniziale e dal nodo finale.

Ogni elemento è caratterizzato da un insieme di proprietà riportate in tabella che ne completano la modellazione.



In particolare per ogni elemento viene indicato in tabella:

<b>Elem.</b>	numero dell'elemento
<b>Note</b>	codice di comportamento: trave, trave di fondazione, pilastro, asta, asta tesa, asta compressa,
<b>Nodo I (J)</b>	numero del nodo iniziale (finale)
<b>Mat.</b>	codice del materiale assegnato all'elemento
<b>Sez.</b>	codice della sezione assegnata all'elemento
<b>Rotaz.</b>	valore della rotazione dell'elemento, attorno al proprio asse, nel caso in cui l'orientamento di default non sia adottabile; l'orientamento di default prevede per gli elementi non verticali l'asse 2 contenuto nel piano verticale e l'asse 3 orizzontale, per gli elementi verticali l'asse 2 diretto secondo X negativo e l'asse 3 diretto secondo Y negativo
<b>Svincolo I (J)</b>	codici di svincolo per le azioni interne; i primi sei codici si riferiscono al nodo iniziale, i restanti sei al nodo finale (il valore 1 indica che la relativa azione interna non è attiva)
<b>Wink V</b>	costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione della trave su suolo elastico
<b>Wink O</b>	costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione del suolo elastico orizzontale

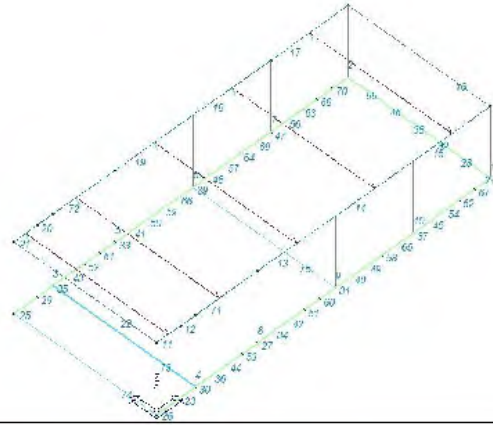
Con riferimento al **Documento di Affidabilità** "Test di validazione del software di calcolo PRO\_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO\_SAP Modulo Geotecnico, PRO\_CAD nodi acciaio e PRO\_MST" - versione Settembre 2014, disponibile per il download sul sito **www.2si.it**, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

Test N°	Titolo
2	TRAVI A UNA CAMPATA
3	TRAVE A PIU' CAMPATE
4	TRAVE A UNA CAMPATA SU TERRENO ALLA WINKLER
5	TRAVI SU TERRENO ALLA WINKLER CON CARICO TRASVERSALE
6	TELAI PIANI CON CERNIERE ALLA BASE
7	TELAI PIANI CON INCASTRI ALLA BASE
11	STRUTTURE SOGGETTE A VARIAZIONI TERMICHE
12	STRUTTURE SU TERRENO ALLA WINKLER SOTTOPOSTE A CARICHI DISTRIBUITI TRIANGOLARI
21	DRILLING
24	TENSIONI E ROTAZIONI RISPETTO ALLA CORDA DI ELEMENTI TRAVE
27	FRECCIA DI ELEMENTI TRAVE
42	GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER TRAVI IN C.A.
43	GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER PILASTRI IN C.A.
44	VERIFICA ALLE TA DI STRUTTURE IN C.A.
45	VERIFICA AGLI SLU DI STRUTTURE IN C.A.
47	VERIFICA A PUNZONAMENTO ALLO SLU DI TRAVI 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.
52	FATTORE DI STRUTTURA
53	SOVRARESISTENZE
54	DETTAGLI COSTRUTTIVI C.A.: LIMITI D'ARMATURA PILASTRI E NODI TRAVE-PILASTRO
56	VERIFICA DI STABILITA' DI ASTE COMPRESSE IN ACCIAIO – METODO OMEGA
57	LUCE LIBERA DI TRAVI E ASTE IN ACCIAIO
58	LUCE LIBERA DI COLONNE IN ACCIAIO
59	SVERGOLAMENTO DI TRAVI IN ACCIAIO
64	STABILITA' DI ASTE COMPOSTE IN ACCIAIO
73	VALUTAZIONE EFFETTO P- $\delta$ SU PILASTRATA
74	VALUTAZIONE EFFETTO P- $\delta$ SU TELAIO 3D
85	ANALISI PUSHOVER DI UN EDIFICIO IN C.A.
87	ANALISI ELASTO PLASTICA INCREMENTALE
88	ANALISI ELASTO PLASTICA INCREMENTALE
98	VERIFICA ALLO SLU DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
99	VERIFICA ALLO SLE DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
102	SNELLEZZE EC5
130	PROGETTO E VERIFICA DI TRAVI PREM

Elem.	Note	Nodo I	Nodo J	Mat.	Sez.	Rotaz. gradi	Svincolo I	Svincolo J	Wink V daN/cm3	Wink O daN/cm3
1	Pilas.	3	13	3	1					
2	Pilas.	4	14	3	1					
3	Pilas.	34	23	3	1					
4	Pilas.	25	26	3	1					
5	Pilas.	7	17	3	1					
6	Pilas.	8	18	3	1					
7	Pilas.	9	19	3	1					
8	Pilas.	10	20	3	1					
9	Pilas.	11	21	3	1					
10	Pilas.	12	22	3	1					

11	Trave	1	16	3	2		
12	Trave	16	26	3	2		
13	Trave	20	21	3	2		
14	Trave	21	22	3	2		
15	Trave	22	13	3	2		
16	Trave	13	14	3	3		
17	Trave	19	14	3	2		
18	Trave	18	19	3	2		
19	Trave	17	18	3	2		
20	Trave	15	23	3	2		
21	Trave	2	15	3	2		
22	Trave	1	2	3	3		
23	Trave f.	6	25	3	4	1.00	1.00
24	Trave f.	3	37	3	4	1.00	1.00
25	Trave f.	61	5	3	4	1.00	1.00
26	Trave f.	60	6	3	4	1.00	1.00
27	Trave f.	10	62	3	4	1.00	1.00
28	Trave f.	37	39	3	4	1.00	1.00
29	Trave f.	5	34	3	4	1.00	1.00
30	Trave f.	25	36	3	4	1.00	1.00
31	Trave f.	11	63	3	4	1.00	1.00
32	Trave f.	39	44	3	4	1.00	1.00
33	Trave f.	7	27	3	4	1.00	1.00
34	Trave f.	62	29	3	4	1.00	1.00
35	Trave f.	34	41	3	4	1.00	1.00
36	Trave f.	36	43	3	4	1.00	1.00
37	Trave f.	12	40	3	4	1.00	1.00
38	Trave f.	44	49	3	4	1.00	1.00
39	Trave f.	8	30	3	4	1.00	1.00
40	Trave f.	63	32	3	4	1.00	1.00
41	Trave f.	27	35	3	4	1.00	1.00
42	Trave f.	29	38	3	4	1.00	1.00
43	Trave f.	41	48	3	4	1.00	1.00
44	Trave f.	43	50	3	4	1.00	1.00
45	Trave f.	40	59	3	4	1.00	1.00
46	Trave f.	49	52	3	4	1.00	1.00
47	Trave f.	9	53	3	4	1.00	1.00
48	Trave f.	30	42	3	4	1.00	1.00
49	Trave f.	32	46	3	4	1.00	1.00
50	Trave f.	35	45	3	4	1.00	1.00
51	Trave f.	38	47	3	4	1.00	1.00
52	Trave f.	48	55	3	4	1.00	1.00
53	Trave f.	50	10	3	4	1.00	1.00
54	Trave f.	59	33	3	4	1.00	1.00
55	Trave f.	52	4	3	4	1.00	1.00
56	Trave f.	53	28	3	4	1.00	1.00
57	Trave f.	42	56	3	4	1.00	1.00
58	Trave f.	46	58	3	4	1.00	1.00
59	Trave f.	45	54	3	4	1.00	1.00
60	Trave f.	47	11	3	4	1.00	1.00
61	Trave f.	55	7	3	4	1.00	1.00
62	Trave f.	33	57	3	4	1.00	1.00
63	Trave f.	28	51	3	4	1.00	1.00
64	Trave f.	56	24	3	4	1.00	1.00
65	Trave f.	58	12	3	4	1.00	1.00
66	Trave f.	54	8	3	4	1.00	1.00
67	Trave f.	57	3	3	4	1.00	1.00
68	Trave f.	51	31	3	4	1.00	1.00
69	Trave f.	24	9	3	4	1.00	1.00
70	Trave f.	31	4	3	4	1.00	1.00
71	Trave	26	20	3	2		
72	Trave	23	17	3	2		
73	Trave f.	25	34	3	5	1.00	1.00
74	Trave	60	61	3	5		
75	Trave	11	8	3	5		

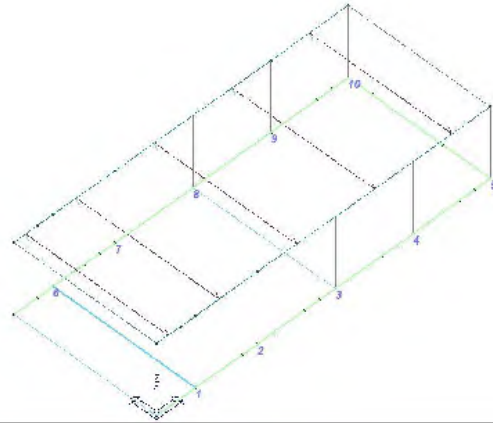
MODELLO



02-SPOGLIATOIO A.PSP

15\_MOD\_NUMERAZIONE\_D2

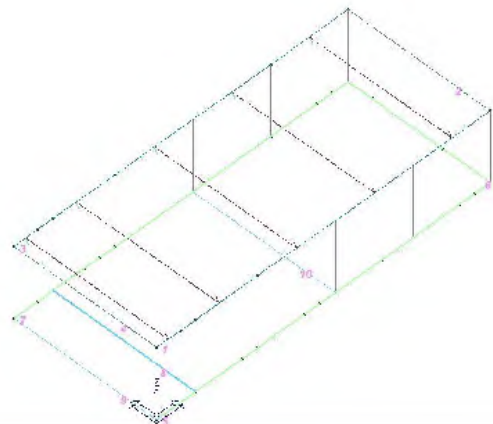
MODELLO



02-SPOGLIATOIO A.PSP

15\_MOD\_NUMERAZIONE\_D2\_PILASTRATE

MODELLO



02-SPOGLIATOIO A.PSP

15\_MOD\_NUMERAZIONE\_D2\_TRAVATE

# MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA: ELEMENTI SOLAIO-PANNELLO

## LEGENDA TABELLA DATI SOLAI-PANNELLI

Il programma utilizza per la modellazione elementi a tre o più nodi denominati in generale solaio o pannello.

Ogni elemento solaio-pannello è individuato da una poligonale di nodi 1,2, ..., N.

L'elemento solaio è utilizzato in primo luogo per la modellazione dei carichi agenti sugli elementi strutturali. In secondo luogo può essere utilizzato per la corretta ripartizione delle forze orizzontali agenti nel proprio piano. L'elemento balcone è derivato dall'elemento solaio.

I carichi agenti sugli elementi solaio, raccolti in un archivio, sono direttamente assegnati agli elementi utilizzando le informazioni raccolte nell'archivio (es. i coefficienti combinatori). La tabella seguente riporta i dati utilizzati per la definizione dei carichi e delle masse.

L'elemento pannello è utilizzato solo per l'applicazione dei carichi, quali pesi delle tamponature o spinte dovute al vento o terre. In questo caso i carichi sono applicati in analogia agli altri elementi strutturali (si veda il cap. SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO).

<b>Id.Arch.</b>	Identificativo dell' archivio
<b>Tipo</b>	Tipo di carico <b>Variab.</b> Carico variabile generico <b>Var. rid.</b> Carico variabile generico con riduzione in funzione dell' area (c.5.5. ...) <b>Neve</b> Carico di neve
<b>G1k</b>	carico permanente (comprensivo del peso proprio)
<b>G2k</b>	carico permanente non strutturale e non compiutamente definito
<b>Qk</b>	carico variabile
<b>Fatt. A</b>	fattore di riduzione del carico variabile (0.5 o 0.75) per tipo "Var.rid."
<b>S sis.</b>	fattore di riduzione del carico variabile per la definizione delle masse sismiche per D.M. 96 (vedi NOTA sul capitolo "normativa di riferimento")
<b>Psi 0</b>	Coefficiente combinatorio dei valori caratteristici delle azioni variabili: <b>per valore raro</b>
<b>Psi 1</b>	Coefficiente combinatorio dei valori caratteristici delle azioni variabili: <b>per valore frequente</b>
<b>Psi 2</b>	Coefficiente combinatorio dei valori caratteristici delle azioni variabili: <b>per valore quasi permanente</b>
<b>Psi S 2</b>	Coefficiente di combinazione che fornisce il valore quasi-permanente dell'azione variabile: <b>per la definizione delle masse sismiche</b>
<b>Fatt. Fi</b>	Coefficiente di correlazione dei carichi per edifici

Ogni elemento è caratterizzato da un insieme di proprietà riportate in tabella che ne completano la modellazione. In particolare per ogni elemento viene indicato in tabella:

<b>Elem</b>	numero dell'elemento
<b>Tipo</b>	codice di comportamento <b>S</b> elemento utilizzato solo per scarico <b>C</b> elemento utilizzato per scarico e per modellazione piano rigido <b>P</b> elemento utilizzato come pannello <b>M</b> scarico monodirezionale <b>B</b> scarico bidirezionale
<b>Id.Arch.</b>	Identificativo dell' archivio
<b>Mat</b>	codice del materiale assegnato all'elemento
<b>Spessore</b>	spessore dell'elemento (costante)
<b>Orditura</b>	angolo (rispetto all'asse X) della direzione dei travetti principali
<b>Gk</b>	carico permanente solaio (comprensivo del peso proprio)
<b>Qk</b>	carico variabile solaio
<b>Nodi</b>	numero dei nodi che definiscono l'elemento (5 per riga)

Nel caso in cui si sia proceduto alla progettazione dei solai con le tensioni ammissibili vengono riportate le massime tensioni nell'elemento (massima compressione nel calcestruzzo, massima tensione nell'acciaio, massima tensione tangenziale); nel caso in cui si sia proceduto alla progettazione con il metodo degli stati limite vengono riportati il rapporto  $x/d$  e le verifiche per sollecitazioni proporzionali nonché le verifiche in esercizio.

In particolare i simboli utilizzati in tabella assumono il seguente significato:

<b>Elem.</b>	numero identificativo dell'elemento
<b>Stato</b>	Codici di verifica relativi alle tensioni normali e alle tensioni tangenziali
<b>Note</b>	Viene riportato il codice relativo alla sezione(s) e relativo al materiale(m);
<b>Pos.</b>	Ascissa del punto di verifica
<b>F ist, F infi</b>	Frecce istantanee e a tempo infinito
<b>Momento</b>	Momento flettente
<b>Taglio</b>	Sollecitazione di taglio
<b>Af inf.</b>	Area di armatura longitudinale posta all'intradosso della trave
<b>Af sup.</b>	Area di armatura longitudinale posta all'estradosso della trave
<b>AfV</b>	Area dell'armatura atta ad assorbire le azioni di taglio
<b>Beff</b>	Base della sezione di cls per l'assorbimento del taglio
<b>simboli utilizzati con il metodo delle tensioni ammissibili:</b>	
<b>sc max</b>	Massima tensione di compressione del calcestruzzo
<b>sf max</b>	Massima tensione nell'acciaio
<b>tau max</b>	Massima tensione tangenziale nel cls



<b>simboli utilizzati con il metodo degli stati limite:</b>	
<b>x/d</b>	rapporto tra posizione dell'asse neutro e altezza utile alla rottura della sezione (per sola flessione)
<b>verif.</b>	rapporto $S_d/S_u$ con sollecitazioni ultime proporzionali: valore minore o uguale a 1 per verifica positiva
<b>Verif.V</b>	rapporto $S_d/S_u$ con sollecitazioni taglianti proporzionali: valore minore o uguale a 1 per verifica positiva
<b>rRfck</b>	rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione fck in combinazioni rare [normalizzato a 1]
<b>rFfck</b>	rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione fck in combinazioni frequenti [normalizzato a 1]
<b>rPfck</b>	rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione fck in combinazioni quasi permanenti [normalizzato a 1]
<b>rRfyk</b>	rapporto tra la massima tensione nell'acciaio e la tensione fyk in combinazioni frequenti [normalizzato a 1]
<b>rFyk</b>	rapporto tra la massima tensione nell'acciaio e la tensione fyk in combinazioni rare [normalizzato a 1]
<b>rPfyk</b>	rapporto tra la massima tensione nell'acciaio e la tensione fyk in combinazioni quasi permanenti [normalizzato a 1]
<b>wR</b>	apertura caratteristica delle fessure in combinazioni rare [mm]
<b>wF</b>	apertura caratteristica delle fessure in combinazioni frequenti [mm]
<b>wP</b>	apertura caratteristica delle fessure in combinazioni quasi permanenti [mm]

Nel caso in cui si sia proceduto alla verifica delle tamponature secondo il D.M. 14.01.2008 - §7.2.3 viene riportata una tabella riassuntiva delle verifiche degli elementi pannello. La verifica confronta i momenti sollecitanti indotti dal sisma con i momenti resistenti, secondo tre ipotesi, due basate sulla resistenza a pressoflessione della tamponatura ed una basata sul cinemismo a seguito della formazione di tre cerniere plastiche sulla tamponatura (rif. Ufficio di Vigilanza sulle Costruzioni, Provincia di Terni).

Qualora la tamponatura sia di tipo antiespulsione (nelle due possibili varianti ordinaria o armata) viene condotta una verifica con meccanismo ad arco con degrado di resistenza. La verifica confronta le pressioni sollecitanti indotte dal sisma con le pressioni resistenti che la tamponatura sviluppa attraverso il meccanismo ad arco. La verifica considera anche il degrado di resistenza dovuto al danneggiamento nel piano della tamponatura.

Per quest'ultima tamponatura sono disponibili, in funzione del materiale impiegato (materiale [52] o materiale [53]):

- **Tamponatura Antiespulsione ordinaria Poroton® Cis Edil** sp.30 cm; con metodo di verifica per meccanismo ad arco con degrado di resistenza, sviluppato attraverso i risultati di un progetto di ricerca sperimentale condotto dall'Università degli Studi di Padova. Utilizzabile per il materiale [52].
- **Tamponatura Antiespulsione armata Poroton® Cis Edil** sp.30 cm; con metodo di verifica per meccanismo ad arco con degrado di resistenza, sviluppato attraverso i risultati di un progetto di ricerca sperimentale condotto dall'Università degli Studi di Padova. Utilizzabile per il materiale [53].

La verifica è stata calibrata sulla base di prove sperimentali sul sistema di Tamponatura Antiespulsione anche in presenza di aperture.

(rif. Rapporti di Prova redatti dal Dipartimento ICEA - Università degli Studi di Padova di test sperimentali condotti sul sistema Tamponatura Antiespulsione di Cis Edil)

In particolare i simboli utilizzati in tabella assumono il seguente significato:

<b>Elem.</b>	Numero identificativo dell'elemento
<b>Stato</b>	Codice di verifica
<b>Ver. c.c.</b>	Verifica nell'ipotesi di trave appoggiata con carico concentrato in mezzzeria
<b>Ver. c.d.</b>	Verifica nell'ipotesi di trave appoggiata con carico distribuito
<b>Ver. c.cin.</b>	Verifica nell'ipotesi di cinemismo con formazione di cerniere plastiche in appoggio e mezzzeria
<b>Ver. CIS</b>	Rapporto $p_a/p_r$ (valore minore o uguale a 1 per verifica positiva)
<b>Z</b>	Quota del baricentro dell'elemento
<b>T1</b>	Periodo proprio dell'edificio nella direzione di interesse (ortogonale al pannello)
<b>Ta</b>	Periodo proprio della parete
<b>Sa</b>	Accelerazione massima, adimensionalizzata allo SLV
<b>pa</b>	Pressione sulla parete causata dall'azione sismica
<b>pr</b>	Pressione resistente del meccanismo ad arco
<b>Drift</b>	Spostamento relativo interpiano allo SLV valutato secondo il D.M. 14.01.2008 - § 7.3.3.3
<b>Beta a</b>	Coef. riduttivo per tener conto del danneggiamento del piano dipendente dallo spostamento, ottenuto sperimentalmente

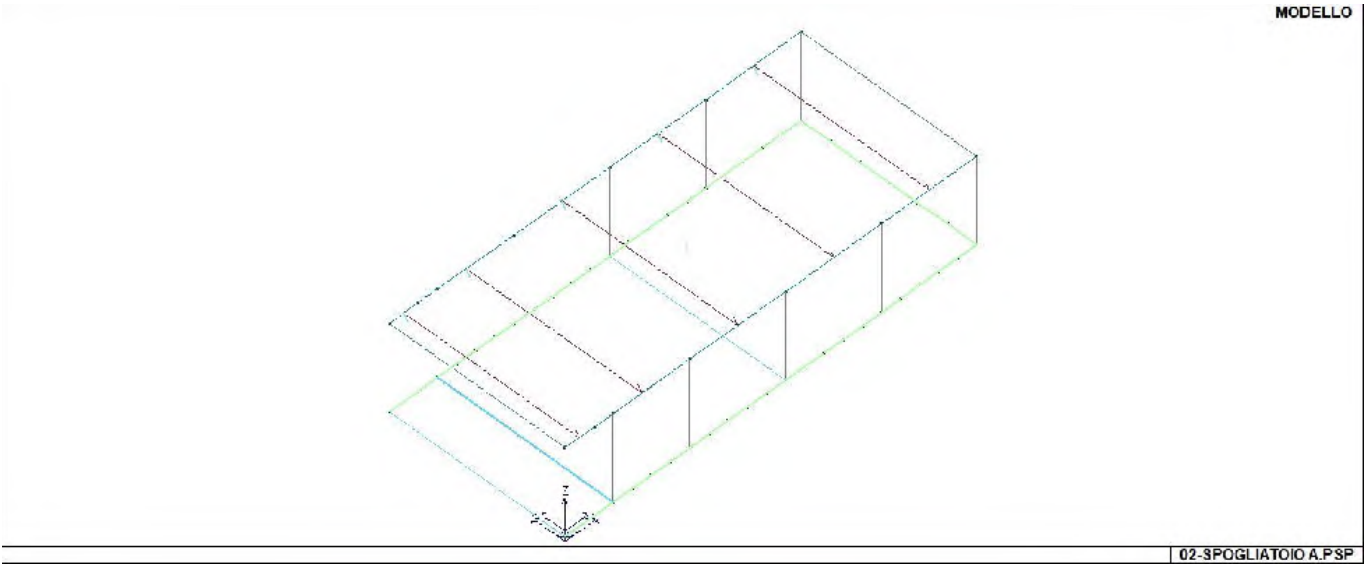
Con riferimento al **Documento di Affidabilità "Test di validazione del software di calcolo PRO\_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO\_SAP Modulo Geotecnico, PRO\_CAD nodi acciaio e PRO\_MST"** - versione Maggio 2011, disponibile per il download sul sito [www.2si.it](http://www.2si.it), si segnalano i seguenti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

Test N°	Titolo
14	ANALISI DEI CARICHI PER UN SOLAIO DI COPERTURA
15	EFFETTI DELLO SPESSORE SULLA RIGIDEZZA DEI SOLAI
16	SOLAIO: CONFRONTO FRA RIGIDO E DEFORMABILE
17	SOLAIO: MISTO LEGNO-CALCESTRUZZO

28	FRECCIA DI SOLAI IN C.A.
119	PROGETTO E VERIFICA DI SOLAI IN MATERIALE XLAM

ID Arch.	Tipo	G1k daN/cm2	G2k daN/cm2	Qk daN/cm2	Fatt. A	s sis.	Psi 0	Psi 1	Psi 2	Psi S 2	Fatt. Fi
1	Neve	3.90e-02	2.50e-02	8.00e-03		1.00	0.50	0.20	0.0	0.0	1.00

Elem.	Tipo	ID Arch.	Mat.	Spessore	Orditura	G1k daN/cm2	G2k daN/cm2	Qk daN/cm2	Nodo 1/6..	Nodo 2/7..	Nodo 3/8..	Nodo..	Nodo..
1	CM	1	m=1	5.0	90.0	3.90e-02	2.50e-02	8.00e-03	2 22 17	1 13 15	16 14	20 19	21 18



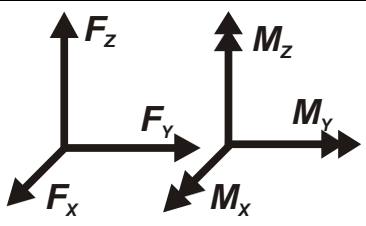
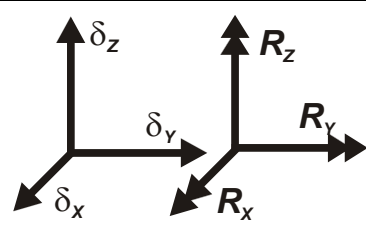
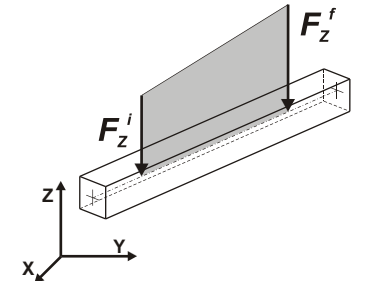
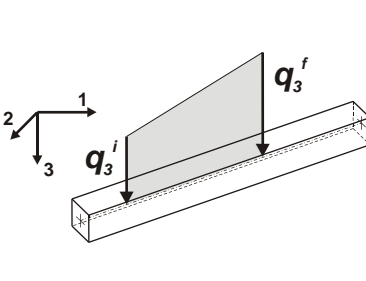
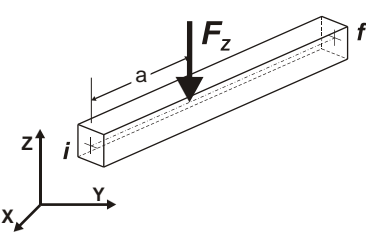
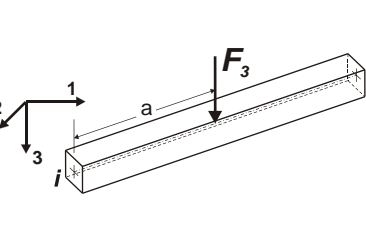
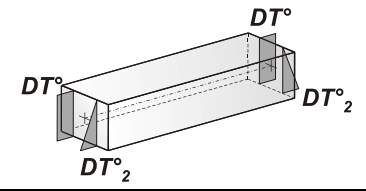
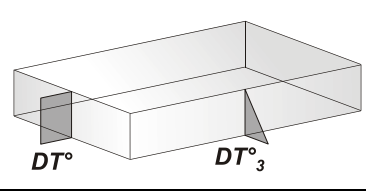
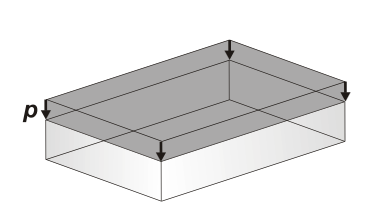
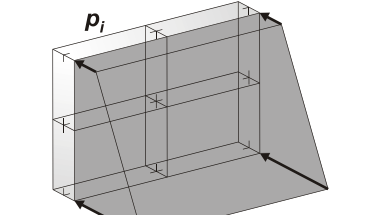
17\_MOD\_NUMERAZIONE\_SOLAI

# MODELLAZIONE DELLE AZIONI

## LEGENDA TABELLA DATI AZIONI

Il programma consente l'uso di diverse tipologie di carico (azioni). Le azioni utilizzate nella modellazione sono individuate da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni azione applicata alla struttura viene di riportato il codice, il tipo e la sigla identificativa. Le tabelle successive dettagliano i valori caratteristici di ogni azione in relazione al tipo. Le tabelle riportano infatti i seguenti dati in relazione al tipo:

<b>1</b>	<b>carico concentrato nodale</b> 6 dati (forza $F_x$ , $F_y$ , $F_z$ , momento $M_x$ , $M_y$ , $M_z$ )
<b>2</b>	<b>spostamento nodale impresso</b> 6 dati (spostamento $T_x, T_y, T_z$ , rotazione $R_x, R_y, R_z$ )
<b>3</b>	<b>carico distribuito globale su elemento tipo trave</b> 7 dati ( $f_x, f_y, f_z, m_x, m_y, m_z$ , ascissa di inizio carico) 7 dati ( $f_x, f_y, f_z, m_x, m_y, m_z$ , ascissa di fine carico)
<b>4</b>	<b>carico distribuito locale su elemento tipo trave</b> 7 dati ( $f_1, f_2, f_3, m_1, m_2, m_3$ , ascissa di inizio carico) 7 dati ( $f_1, f_2, f_3, m_1, m_2, m_3$ , ascissa di fine carico)
<b>5</b>	<b>carico concentrato globale su elemento tipo trave</b> 7 dati ( $F_x, F_y, F_z, M_x, M_y, M_z$ , ascissa di carico)
<b>6</b>	<b>carico concentrato locale su elemento tipo trave</b> 7 dati ( $F_1, F_2, F_3, M_1, M_2, M_3$ , ascissa di carico)
<b>7</b>	<b>variazione termica applicata ad elemento tipo trave</b> 7 dati (variazioni termiche: uniforme, media e differenza in altezza e larghezza al nodo iniziale e finale)
<b>8</b>	<b>carico di pressione uniforme su elemento tipo piastra</b> 1 dato (pressione)
<b>9</b>	<b>carico di pressione variabile su elemento tipo piastra</b> 4 dati (pressione, quota, pressione, quota)
<b>10</b>	<b>variazione termica applicata ad elemento tipo piastra</b> 2 dati (variazioni termiche: media e differenza nello spessore)
<b>11</b>	<b>carico variabile generale su elementi tipo trave e piastra</b> 1 dato descrizione della tipologia 4 dati per segmento (posizione, valore, posizione, valore) la tipologia precisa l'ascissa di definizione, la direzione del carico, la modalità di carico e la larghezza d'influenza per gli elementi tipo trave
<b>12</b>	<b>gruppo di carichi con impronta su piastra</b> 9 dati (numero di ripetizioni in direzione X e Y, valore di ciascun carico, posizione centrale del primo, dimensioni dell'impronta, interasse tra i carichi)

 <p>Carico concentrato nodale</p>	 <p>Spostamento impresso</p>
 <p>Carico distribuito globale</p>	 <p>Carico distribuito locale</p>
 <p>Carico concentrato globale</p>	 <p>Carico concentrato locale</p>
 <p>Carico termico 2D</p>	 <p>Carico termico 3D</p>
 <p>Carico pressione uniforme</p>	 <p>Carico pressione variabile</p>

carico distribuito globale su trave								
Id	Tipo	Pos.	fx	fy	fz	mx	my	mz
		cm	daN/cm	daN/cm	daN/cm	daN	daN	daN
1	DG:Fzi=-10.50 Fzf=-10.50	0.0	0.0	0.0	-10.50	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	-10.50	0.0	0.0	0.0

# SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO

## LEGENDA TABELLA CASI DI CARICO

Il programma consente l'applicazione di diverse tipologie di casi di carico.

Sono previsti i seguenti 11 tipi di casi di carico:

	<b>Sigla</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descrizione</b>
<b>1</b>	<b>Ggk</b>	A	caso di carico comprensivo del peso proprio struttura
<b>2</b>	<b>Gk</b>	NA	caso di carico con azioni permanenti
<b>3</b>	<b>Qk</b>	NA	caso di carico con azioni variabili
<b>4</b>	<b>Gsk</b>	A	caso di carico comprensivo dei carichi permanenti sui solai e sulle coperture
<b>5</b>	<b>Qsk</b>	A	caso di carico comprensivo dei carichi variabili sui solai
<b>6</b>	<b>Qnk</b>	A	caso di carico comprensivo dei carichi di neve sulle coperture
<b>7</b>	<b>Qtk</b>	SA	caso di carico comprensivo di una variazione termica agente sulla struttura
<b>8</b>	<b>Qvk</b>	NA	caso di carico comprensivo di azioni da vento sulla struttura
<b>9</b>	<b>Esk</b>	SA	caso di carico sismico con analisi statica equivalente
<b>10</b>	<b>Edk</b>	SA	caso di carico sismico con analisi dinamica
<b>11</b>	<b>Etk</b>	NA	caso di carico comprensivo di azioni derivanti dall' incremento di spinta delle terre in condizione sismica
<b>12</b>	<b>Pk</b>	NA	caso di carico comprensivo di azioni derivanti da coazioni, cedimenti e precompressioni

Sono di tipo automatico A (ossia non prevedono introduzione dati da parte dell'utente) i seguenti casi di carico: 1-Ggk; 4-Gsk; 5-Qsk; 6-Qnk.

Sono di tipo semi-automatico SA (ossia prevedono una minima introduzione dati da parte dell'utente) i seguenti casi di carico:

7-Qtk, in quanto richiede solo il valore della variazione termica;

9-Esk e 10-Edk, in quanto richiedono il valore dell'angolo di ingresso del sisma e l'individuazione dei casi di carico partecipanti alla definizione delle masse.

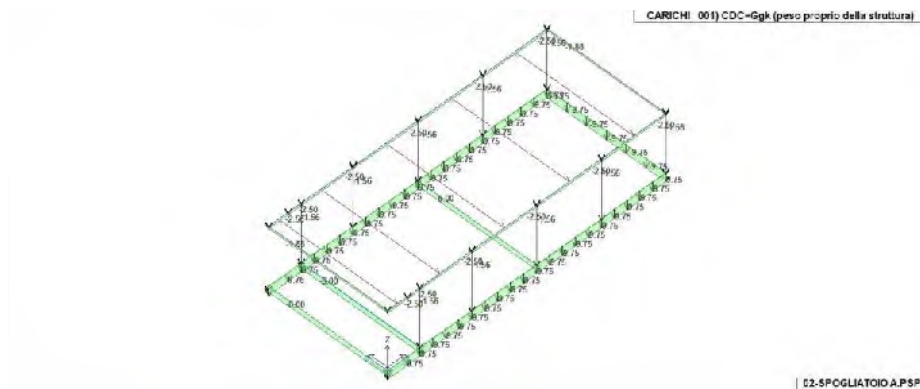
Sono di tipo non automatico NA ossia prevedono la diretta applicazione di carichi generici agli elementi strutturali (si veda il precedente punto Modellazione delle Azioni) i restanti casi di carico.

Nella tabella successiva vengono riportati i casi di carico agenti sulla struttura, con l'indicazione dei dati relativi al caso di carico stesso: *Numero Tipo e Sigla identificativa, Valore di riferimento del caso di carico (se previsto).*

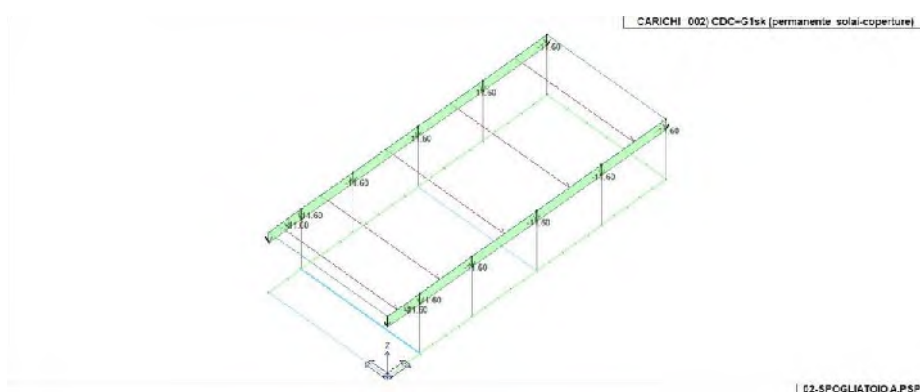
In successione, per i casi di carico non automatici, viene riportato l'elenco di nodi ed elementi direttamente caricati con la sigla identificativa del carico.

Per i casi di carico di tipo sismico (9-Esk e 10-Edk), viene riportata la tabella di definizione delle masse: per ogni caso di carico partecipante alla definizione delle masse viene indicata la relativa aliquota (partecipazione) considerata. Si precisa che per i caso di carico 5-Qsk e 6-Qnk la partecipazione è prevista localmente per ogni elemento solaio o copertura presente nel modello (si confronti il valore Sksol nel capitolo relativo agli elementi solaio) e pertanto la loro partecipazione è di norma pari a uno.

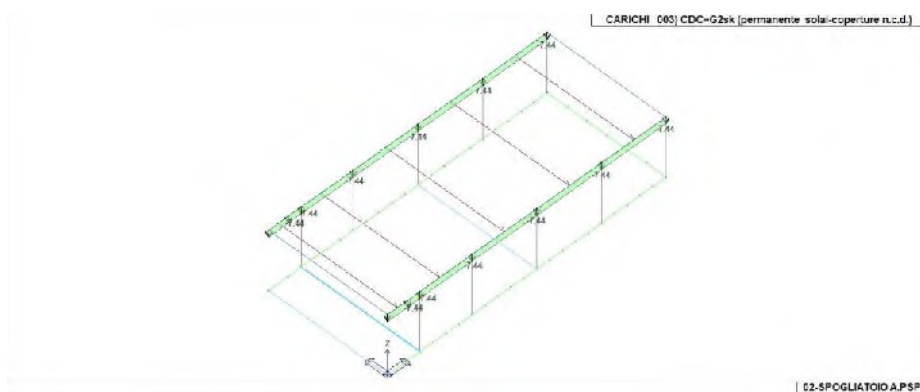
<b>CDC</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sigla Id</b>	<b>Note</b>
1	Ggk	CDC=Ggk (peso proprio della struttura)	
2	Gsk	CDC=G1sk (permanente solai-coperture)	
3	Gsk	CDC=G2sk (permanente solai-coperture n.c.d.)	
4	Qnk	CDC=Qnk (carico da neve)	
5	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. +)	partecipazione:1.00 per 1 CDC=Ggk (peso proprio della struttura)
			partecipazione:1.00 per 2 CDC=G1sk (permanente solai-coperture)
			partecipazione:1.00 per 3 CDC=G2sk (permanente solai-coperture n.c.d.)
			partecipazione:1.00 per 4 CDC=Qnk (carico da neve)
			partecipazione:1.00 per 13 CDC=G1k (permanente generico) .....
6	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
7	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. +)	come precedente CDC sismico
8	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
9	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. +)	come precedente CDC sismico
10	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
11	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. +)	come precedente CDC sismico
12	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
13	Gk	CDC=G1k (permanente generico) .....	D2 :da 23 a 70 Azione : DG:Fzi=-10.50 Fzf=-10.50



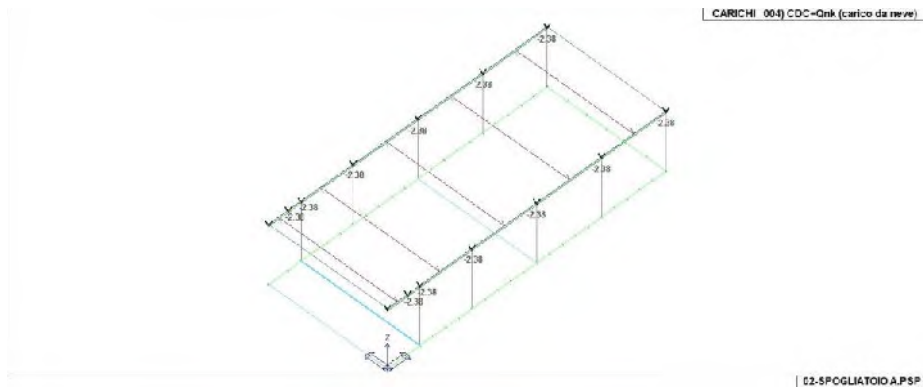
22\_CDC\_001\_CDC=Ggk (peso proprio della struttura)



22\_CDC\_002\_CDC=G1sk (permanente solai-coperture)



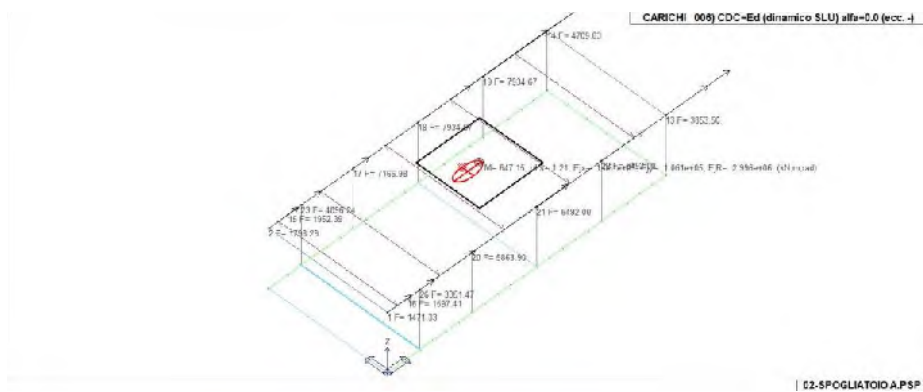
22\_CDC\_003\_CDC=G2sk (permanente solai-coperture n.c.d.)



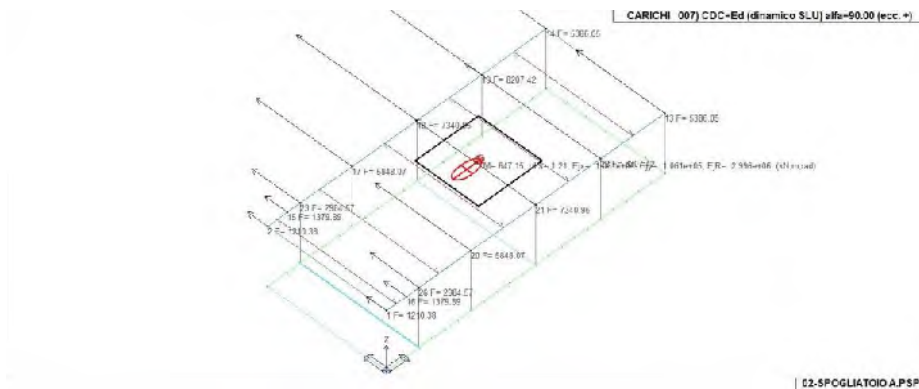
22\_CDC\_004\_CDC=Qnk (carico da neve)



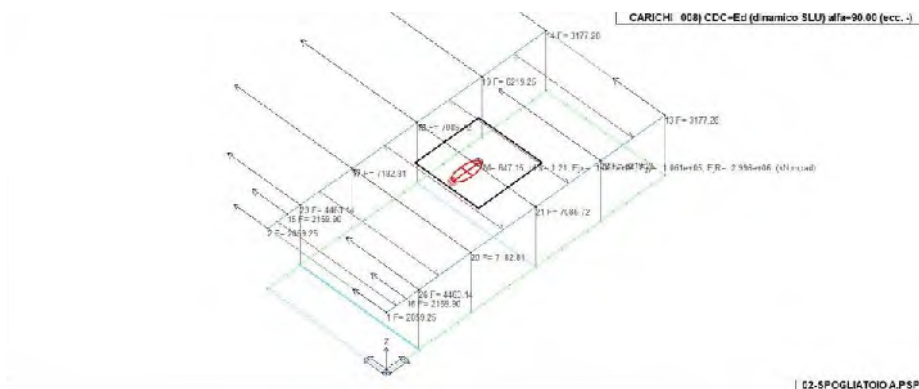
22\_CDC\_005\_CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. +)



22\_CDC\_006\_CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. -)



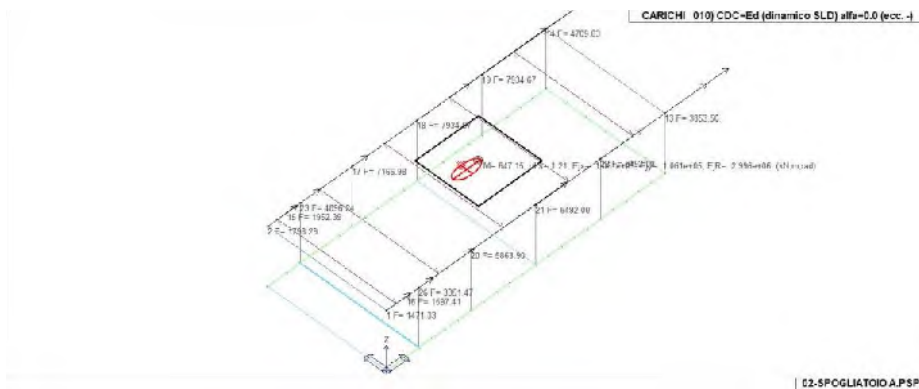
22\_CDC\_007\_CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. +)



22\_CDC\_008\_CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. -)

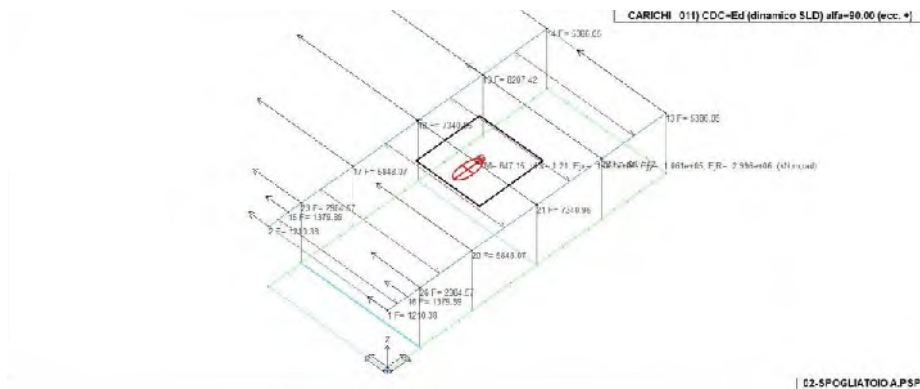


22\_CDC\_009\_CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. +)

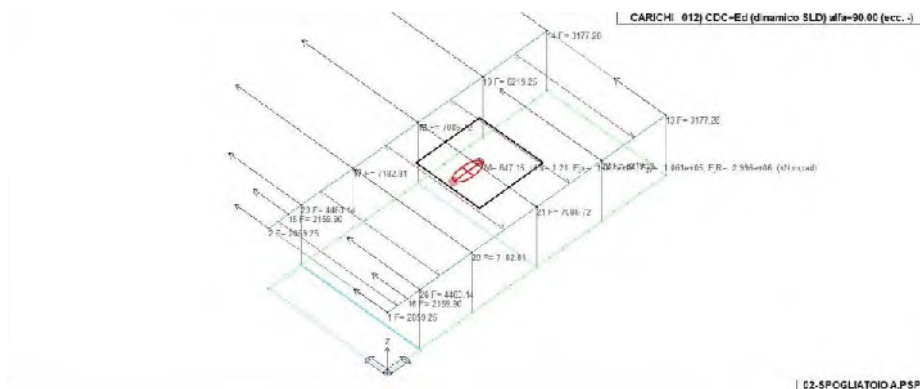


22\_CDC\_010\_CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. -)

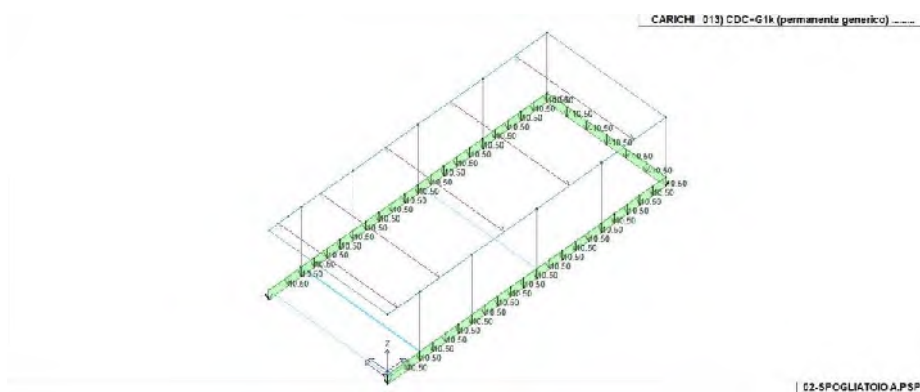




22\_CDC\_011\_CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. +)



22\_CDC\_012\_CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. -)



22\_CDC\_013\_CDC=G1k (permanente generico) .....

# DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI

## LEGENDA TABELLA COMBINAZIONI DI CARICO

Il programma combina i diversi tipi di casi di carico (CDC) secondo le regole previste dalla normativa vigente.

Le combinazioni previste sono destinate al controllo di sicurezza della struttura ed alla verifica degli spostamenti e delle sollecitazioni.

La prima tabella delle combinazioni riportata di seguito comprende le seguenti informazioni: Numero, Tipo, Sigla identificativa. Una seconda tabella riporta il peso nella combinazione assunto per ogni caso di carico.

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni:

### Combinazione fondamentale SLU

$$\gamma G_1 \cdot G_1 + \gamma G_2 \cdot G_2 + \gamma P \cdot P + \gamma Q_1 \cdot Q_{k1} + \gamma Q_2 \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma Q_3 \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

### Combinazione caratteristica (rara) SLE

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

### Combinazione frequente SLE

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

### Combinazione quasi permanente SLE

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

### Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

### Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite connessi alle azioni eccezionali

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

Dove:

NTC 2008 Tabella 2.5.I

Destinazione d'uso/azione	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Categoria A residenziali	0,70	0,50	0,30
Categoria B uffici	0,70	0,50	0,30
Categoria C ambienti suscettibili di affollamento	0,70	0,70	0,60
Categoria D ambienti ad uso commerciale	0,70	0,70	0,60
Categoria E biblioteche, archivi, magazzini, ...	1,00	0,90	0,80
Categoria F Rimesse e parcheggi (autoveicoli $\leq 30kN$ )	0,70	0,70	0,60
Categoria G Rimesse e parcheggi (autoveicoli $> 30kN$ )	0,70	0,50	0,30
Categoria H Coperture	0,00	0,00	0,00
Vento	0,60	0,20	0,00
Neve a quota $\leq 1000 m$	0,50	0,20	0,00
Neve a quota $> 1000 m$	0,70	0,50	0,20
Variazioni Termiche	0,60	0,50	0,00

Nelle verifiche possono essere adottati in alternativa due diversi approcci progettuali:

- per l'approccio 1 si considerano due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti di sicurezza parziali per le azioni, per i materiali e per la resistenza globale (combinazione 1 con coefficienti A1 e combinazione 2 con coefficienti A2),
- per l'approccio 2 si definisce un'unica combinazione per le azioni, per la resistenza dei materiali e per la resistenza globale (con coefficienti A1).

NTC 2008 Tabella 2.6.I

		Coefficiente $\gamma_f$	<b>EQU</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>
Carichi permanenti	Favorevoli	$\gamma G_1$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali (Non compiutamente definiti)	Favorevoli	$\gamma G_2$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	Favorevoli	$\gamma Q_i$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

Cmb	Tipo	Sigla Id	effetto P-delta
1	SLU	Comb. SLU A1 1	
2	SLU	Comb. SLU A1 2	
3	SLU	Comb. SLU A1 3	
4	SLU	Comb. SLU A1 4	
5	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 5	
6	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 6	
7	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 7	
8	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 8	

Cmb	Tipo	Sigla Id	effetto P-delta
9	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 9	
10	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 10	
11	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 11	
12	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 12	
13	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 13	
14	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 14	
15	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 15	
16	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 16	
17	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 17	
18	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 18	
19	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 19	
20	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 20	
21	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 21	
22	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 22	
23	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 23	
24	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 24	
25	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 25	
26	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 26	
27	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 27	
28	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 28	
29	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 29	
30	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 30	
31	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 31	
32	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 32	
33	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 33	
34	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 34	
35	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 35	
36	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 36	
37	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 37	
38	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 38	
39	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 39	
40	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 40	
41	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 41	
42	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 42	
43	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 43	
44	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 44	
45	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 45	
46	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 46	
47	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 47	
48	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 48	
49	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 49	
50	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 50	
51	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 51	
52	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 52	
53	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 53	
54	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 54	
55	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 55	
56	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 56	
57	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 57	
58	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 58	
59	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 59	
60	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 60	
61	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 61	
62	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 62	
63	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 63	
64	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 64	
65	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 65	
66	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 66	
67	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 67	
68	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 68	
69	SLU(acc.)	Comb. SLU (Accid.) 69	
70	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 70	
71	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 71	
72	SLE(p)	Comb. SLE(perm.) 72	

Cmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...	CDC 3/17...	CDC 4/18...	CDC 5/19...	CDC 6/20...	CDC 7/21...	CDC 8/22...	CDC 9/23...	CDC 10/24...	CDC 11/25...	CDC 12/26...	CDC 13/27...	CDC 14/28...
1	1.30	1.30	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	
2	1.30	1.30	1.50	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	
3	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	

Cmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...	CDC 3/17...	CDC 4/18...	CDC 5/19...	CDC 6/20...	CDC 7/21...	CDC 8/22...	CDC 9/23...	CDC 10/24...	CDC 11/25...	CDC 12/26...	CDC 13/27...	CDC 14/28...
4	1.00	1.00	0.0	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
5	1.00	1.00	1.00	0.0	-1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
6	1.00	1.00	1.00	0.0	-1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
7	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
8	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
9	1.00	1.00	1.00	0.0	-1.00	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
10	1.00	1.00	1.00	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
11	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
12	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
13	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	-1.00	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
14	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	-1.00	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
15	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
16	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
17	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	-1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
18	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
19	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
20	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
21	1.00	1.00	1.00	0.0	-0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
22	1.00	1.00	1.00	0.0	-0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
23	1.00	1.00	1.00	0.0	0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
24	1.00	1.00	1.00	0.0	0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
25	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	-0.30	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
26	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	-0.30	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
27	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.30	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
28	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.30	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
29	1.00	1.00	1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
30	1.00	1.00	1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
31	1.00	1.00	1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
32	1.00	1.00	1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
33	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	-0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
34	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	-0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
35	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
36	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
37	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	-0.30	0.0	1.00	
38	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.30	0.0	1.00	
39	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	-0.30	0.0	1.00	
40	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.30	0.0	1.00	
41	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	-0.30	1.00	
42	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.30	1.00	
43	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	-0.30	1.00	
44	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.30	1.00	
45	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	-0.30	0.0	1.00	
46	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.30	0.0	1.00	
47	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	-0.30	0.0	1.00	
48	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.30	0.0	1.00	
49	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	-0.30	1.00	
50	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.30	1.00	
51	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	-0.30	1.00	
52	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.30	1.00	
53	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	-1.00	0.0	1.00	
54	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	1.00	0.0	1.00	
55	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	-1.00	0.0	1.00	
56	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	1.00	0.0	1.00	
57	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	-1.00	0.0	1.00	
58	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	1.00	0.0	1.00	
59	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	-1.00	0.0	1.00	
60	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	1.00	0.0	1.00	
61	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0	-1.00	1.00	
62	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0	1.00	1.00	
63	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	-1.00	1.00	
64	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	1.00	1.00	
65	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	-1.00	1.00	
66	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	1.00	1.00	
67	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	-1.00	1.00	
68	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	1.00	1.00	
69	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
70	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
71	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
72	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	

# AZIONE SISMICA

## VALUTAZIONE DELL' AZIONE SISMICA

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire dalla "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>. Per punti non coincidenti con il reticolo di riferimento e periodi di ritorno non contemplati direttamente si opera come indicato nell' allegato alle NTC (rispettivamente media pesata e interpolazione).

L' azione sismica viene definita in relazione ad un periodo di riferimento  $V_r$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale per il coefficiente d'uso (vedi tabella Parametri della struttura). Fissato il periodo di riferimento  $V_r$  e la probabilità di superamento  $P_{ver}$  associata a ciascuno degli stati limite considerati, si ottiene il periodo di ritorno  $T_r$  e i relativi parametri di pericolosità sismica (vedi tabella successiva):

$a_g$ : accelerazione orizzontale massima del terreno;

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

$T^*c$ : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

Parametri della struttura					
Classe d'uso	Vita $V_n$ [anni]	Coeff. Uso	Periodo $V_r$ [anni]	Tipo di suolo	Categoria topografica
II	50.0	1.0	50.0	C	T1

Individuati su reticolo di riferimento i parametri di pericolosità sismica si valutano i parametri spettrali riportati in tabella:

$S$  è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche

mediante la relazione seguente  $S = S_s \cdot S_t$  (3.2.5)

$F_o$  è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale

$F_v$  è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima verticale, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno  $a_g$  su sito di riferimento rigido orizzontale

$T_b$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante.

$T_c$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a velocità costante.

$T_d$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a spostamento costante.

Id nodo	Longitudine	Latitudine	Distanza
			Km
Loc.	11.874	45.453	
12742	11.853	45.424	3.622
12743	11.925	45.425	5.030
12521	11.923	45.475	4.503
12520	11.852	45.474	2.888

SL	$P_{ver}$	$T_r$	$a_g$	$F_o$	$T^*c$
		Anni	g		sec
SLO	81.0	30.0	0.032	2.540	0.210
SLD	63.0	50.0	0.038	2.580	0.260
SLV	10.0	475.0	0.095	2.560	0.330
SLC	5.0	975.0	0.122	2.550	0.340

SL	$a_g$	$S$	$F_o$	$F_v$	$T_b$	$T_c$	$T_d$
	g				sec	sec	sec
SLO	0.032	1.500	2.540	0.611	0.123	0.369	1.727
SLD	0.038	1.500	2.580	0.683	0.142	0.426	1.754
SLV	0.095	1.500	2.560	1.065	0.167	0.500	1.980
SLC	0.122	1.500	2.550	1.203	0.170	0.510	2.088

# RISULTATI ANALISI SISMICHE

## LEGENDA TABELLA ANALISI SISMICHE

Il programma consente l'analisi di diverse configurazioni sismiche.

Sono previsti, infatti, i seguenti casi di carico:

- |                |  |
|----------------|--|
| <b>9. Esk</b>  | caso di carico sismico con analisi statica equivalente |
| <b>10. Edk</b> | caso di carico sismico con analisi dinamica            |

Ciascun caso di carico è caratterizzato da un angolo di ingresso e da una configurazione di masse determinante la forza sismica complessiva (si rimanda al capitolo relativo ai casi di carico per chiarimenti inerenti questo aspetto).

Nella colonna Note, in funzione della norma in uso sono riportati i parametri fondamentali che caratterizzano l'azione sismica: in particolare possono essere presenti i seguenti valori:

<b>Angolo di ingresso</b>	Angolo di ingresso dell'azione sismica orizzontale
<b>Fattore di importanza</b>	Fattore di importanza dell'edificio, in base alla categoria di appartenenza
<b>Zona sismica</b>	Zona sismica
<b>Accelerazione ag</b>	Accelerazione orizzontale massima sul suolo
<b>Categoria suolo</b>	Categoria di profilo stratigrafico del suolo di fondazione
<b>Fattore di struttura q</b>	Fattore dipendente dalla tipologia strutturale
<b>Fattore di sito S</b>	Fattore dipendente dalla stratigrafia e dal profilo topografico
<b>Classe di duttilità CD</b>	Classe di duttilità della struttura – "A" duttilità alta, "B" duttilità bassa
<b>Fattore riduz. SLD</b>	Fattore di riduzione dello spettro elastico per lo stato limite di danno
<b>Periodo proprio T1</b>	Periodo proprio di vibrazione della struttura
<b>Coefficiente Lambda</b>	Coefficiente dipendente dal periodo proprio T1 e dal numero di piani della struttura
<b>Ordinata spettro Sd(T1)</b>	Valore delle ordinate dello spettro di progetto per lo stato limite ultimo, componente orizzontale (verticale Svd)
<b>Ordinata spettro Se(T1)</b>	Valore delle ordinate dello spettro elastico ridotta del fattore SLD per lo stato limite di danno, componente orizzontale (verticale Sve)
<b>Ordinata spettro S (Tb-Tc)</b>	Valore dell' ordinata dello spettro in uso nel tratto costante
<b>numero di modi considerati</b>	Numero di modi di vibrare della struttura considerati nell'analisi dinamica

Per ciascun caso di carico sismico viene riportato l'insieme di dati sotto riportati (le masse sono espresse in unità di forza):

- a) **analisi sismica statica equivalente:**
  - quota, posizione del centro di applicazione e azione orizzontale risultante, posizione del baricentro delle rigidezze, rapporto  $r/Ls$  (per strutture a nucleo), indici di regolarità e/r secondo EC8 4.2.3.2
  - azione sismica complessiva
- b) **analisi sismica dinamica con spettro di risposta:**
  - quota, posizione del centro di massa e massa risultante, posizione del baricentro delle rigidezze, rapporto  $r/Ls$  (per strutture a nucleo), indici di regolarità e/r secondo EC8 4.2.3.2
  - frequenza, periodo, accelerazione spettrale, massa eccitata nelle tre direzioni globali per tutti i modi
  - massa complessiva ed aliquota di massa complessiva eccitata.

Per ciascuna combinazione sismica definita SLD o SLO viene riportato il livello di deformazione  $\eta_T$  (dr) degli elementi strutturali verticali. Per semplicità di consultazione il livello è espresso anche in unità  $1000 \cdot \eta_T/h$  da confrontare direttamente con i valori forniti nella norma (es. 5 per edifici con tamponamenti collegati rigidamente alla struttura, 10.0 per edifici con tamponamenti collegati elasticamente, 3 per edifici in muratura ordinaria, 4 per edifici in muratura armata).

Qualora si applichi il D.M. 96 (vedi NOTA sul capitolo "normativa di riferimento") l'analisi sismica dinamica può essere comprensiva di sollecitazione verticale contemporanea a quella orizzontale, nel qual caso è effettuata una sovrapposizione degli effetti in ragione della radice dei quadrati degli effetti stessi. Per ciascuna combinazione sismica - analisi effettuate con il D.M. 96 (vedi NOTA sul capitolo "normativa di riferimento") - viene riportato il livello di deformazione  $\eta_T$ ,  $\eta_P$  e  $\eta_D$  degli elementi strutturali verticali. Per semplicità di consultazione il livello è espresso in unità  $1000 \cdot \eta_T/h$  da confrontare direttamente con il valore 2 o 4 per la verifica.

Per gli edifici sismicamente isolati si riportano di seguito le verifiche condotte sui dispositivi di isolamento. Le verifiche sono effettuate secondo l'allegato 10.A dell'Ordinanza 3274 e smi. In particolare la tabella, per ogni combinazione SLU (SLC per il DM 14-01-2008) sismica riporta il codice di verifica e i valori utilizzati per la verifica: spostamento dE, area ridotta e dimensione A2, azione verticale, deformazioni di taglio dell' elastomero e tensioni nell' acciaio.

<b>Nodo</b>	Nodo di appoggio dell' isolatore
<b>Cmb</b>	Combinazione oggetto della verifica
<b>Verif.</b>	Codice di verifica ok – verifica positiva, NV – verifica negativa, ND – verifica non completata
<b>dE</b>	Spostamento relativo tra le due facce (amplificato del 20% per Ordinanza 3274 e smi) combinato con la regola del 30%
<b>Ang fi</b>	Angolo utilizzato per il calcolo dell' area ridotta $A_r$ (per dispositivi circolari)
<b>V</b>	Azione verticale agente
<b>Ar</b>	Area ridotta efficace

<b>Dim A2</b>	Dimensione utile per il calcolo della deformazione per rotazione
<b>Sig s</b>	Tensione nell' inserto in acciaio
<b>Gam c(a,s,t)</b>	Deformazioni di taglio dell' elastomero
<b>Vcr</b>	Carico critico per instabilità

Affinché la verifica sia positiva deve essere:

- 1)  $V > 0$
- 2)  $Sig s < f_{yk}$
- 3)  $G_{am t} < 5$
- 4)  $G_{am s} < G_{am}^*$  (caratteristica dell' elastomero)
- 5)  $G_{am s} < 2$
- 6)  $V < 0.5 V_{cr}$

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](http://www.2si.it), si segnalano i seguenti esempi applicativi:

Test N°	Titolo
23	DM 2008: SPETTRO
29	SISMICA 1000/H, SOMMA V, EFFETTO P-δ
30	ANALISI DI UN EDIFICIO CON ISOLATORI SISMICI
70	MASSE SISMICHE
75	PROGETTO DI ISOLATORI ELASTOMERICI
76	VERIFICA DI ISOLATORI ELASTOMERICI
77	VERIFICA DI ISOLATORI FRICTION PENDULUM

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
5	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. +)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.145 g
			angolo di ingresso: 0.0
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.285 sec.
			fattore q: 2.520
			fattore per spost. mu d: 3.665
			classe di duttilità CD: B
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	rapp. r/Ls	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
300.00	6.471e+04	700.28	297.50	0.0	-29.75	760.96	297.50	1.213	0.114	0.0
Risulta	6.471e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	2.295	0.436	0.145	27.97	4.32e-02	6.161e+04	95.2	4.98e-03	7.69e-06	0.0	0.0
2	3.255	0.307	0.145	1.162e+04	17.9	2442.57	3.8	11.40	1.76e-02	0.0	0.0
3	3.507	0.285	0.145	5.192e+04	80.2	309.99	0.5	76.26	0.1	0.0	0.0
4	7.743	0.129	0.144	1014.93	1.6	1.37e-03	2.12e-06	1.649e+04	25.5	0.0	0.0
5	8.576	0.117	0.144	3.07e-04	0.0	204.47	0.3	5.66e-04	0.0	0.0	0.0
6	10.410	0.096	0.144	47.06	7.27e-02	0.01	2.03e-05	4.533e+04	70.0	0.0	0.0
7	10.426	0.096	0.144	0.01	2.02e-05	118.47	0.2	5.28	8.16e-03	0.0	0.0
8	13.149	0.076	0.143	0.02	3.05e-05	17.11	2.64e-02	0.15	2.31e-04	0.0	0.0
9	13.162	0.076	0.143	70.20	0.1	7.12e-03	1.10e-05	388.78	0.6	0.0	0.0
Risulta				6.469e+04		6.471e+04		6.230e+04			
In				99.97		99.99		96.26			

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
percentuale											

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
6	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. -)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.145 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.285 sec.
			fattore q: 2.520
			fattore per spost. mu d: 3.665
			classe di duttilità CD: B
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	rapp. r/Ls	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
300.00	6.471e+04	700.28	297.50	0.0	29.75	760.96	297.50	1.213	0.114	0.0
Risulta	6.471e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	2.295	0.436	0.145	27.97	4.32e-02	6.161e+04	95.2	5.00e-03	7.73e-06	0.0	0.0
2	3.255	0.307	0.145	1.161e+04	17.9	2442.66	3.8	11.40	1.76e-02	0.0	0.0
3	3.507	0.285	0.145	5.192e+04	80.2	309.90	0.5	76.26	0.1	0.0	0.0
4	7.743	0.129	0.144	1014.93	1.6	1.40e-03	2.17e-06	1.649e+04	25.5	0.0	0.0
5	8.576	0.117	0.144	3.12e-04	0.0	204.47	0.3	6.10e-04	0.0	0.0	0.0
6	10.410	0.096	0.144	47.06	7.27e-02	8.69e-03	1.34e-05	4.533e+04	70.0	0.0	0.0
7	10.426	0.096	0.144	0.01	1.55e-05	118.48	0.2	3.52	5.44e-03	0.0	0.0
8	13.149	0.076	0.143	0.01	2.23e-05	17.11	2.64e-02	0.11	1.72e-04	0.0	0.0
9	13.162	0.076	0.143	70.21	0.1	5.61e-03	8.66e-06	388.82	0.6	0.0	0.0
Risulta				6.469e+04		6.471e+04		6.230e+04			
In percentuale				99.97		99.99		96.26			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
7	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. +)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.145 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.427 sec.
			fattore q: 2.520
			fattore per spost. mu d: 2.778
			classe di duttilità CD: B
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	rapp. r/Ls	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
300.00	6.471e+04	700.28	297.50	69.80	0.0	760.96	297.50	1.213	0.114	0.0



Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	rapp. r/Ls	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
Risulta	6.471e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	2.340	0.427	0.145	0.0	0.0	6.397e+04	98.8	0.0	0.0	0.0	0.0
2	3.248	0.308	0.145	1.99e-05	0.0	402.02	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
3	3.462	0.289	0.145	6.356e+04	98.2	1.10e-06	0.0	86.97	0.1	0.0	0.0
4	7.742	0.129	0.144	1013.17	1.6	0.0	0.0	1.649e+04	25.5	0.0	0.0
5	8.575	0.117	0.144	0.0	0.0	203.36	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
6	10.410	0.096	0.144	47.02	7.27e-02	1.19e-04	0.0	4.533e+04	70.1	0.0	0.0
7	10.425	0.096	0.144	5.11e-05	0.0	117.78	0.2	0.05	7.21e-05	0.0	0.0
8	13.149	0.076	0.143	9.71e-05	0.0	16.94	2.62e-02	6.67e-04	1.03e-06	0.0	0.0
9	13.162	0.076	0.143	70.19	0.1	2.10e-05	0.0	388.93	0.6	0.0	0.0
Risulta				6.469e+04		6.471e+04		6.230e+04			
In percentuale				99.97		99.99		96.26			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
8	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. -)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.145 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.450 sec.
			fattore q: 2.520
			fattore per spost. mu d: 2.691
			classe di duttilità CD: B
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	rapp. r/Ls	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
300.00	6.471e+04	700.28	297.50	-69.80	0.0	760.96	297.50	1.213	0.114	0.0
Risulta	6.471e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	2.224	0.450	0.145	0.0	0.0	5.921e+04	91.5	0.0	0.0	0.0	0.0
2	3.437	0.291	0.145	6.43e-03	9.94e-06	5156.31	8.0	1.15e-05	0.0	0.0	0.0
3	3.462	0.289	0.145	6.356e+04	98.2	5.34e-04	0.0	86.97	0.1	0.0	0.0
4	7.742	0.129	0.144	1013.17	1.6	0.0	0.0	1.649e+04	25.5	0.0	0.0
5	8.577	0.117	0.144	0.0	0.0	206.89	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
6	10.410	0.096	0.144	47.02	7.27e-02	1.07e-04	0.0	4.533e+04	70.1	0.0	0.0
7	10.427	0.096	0.144	4.59e-05	0.0	119.75	0.2	0.04	6.44e-05	0.0	0.0
8	13.150	0.076	0.143	1.08e-04	0.0	17.35	2.68e-02	7.28e-04	1.12e-06	0.0	0.0
9	13.162	0.076	0.143	70.19	0.1	2.39e-05	0.0	388.93	0.6	0.0	0.0
Risulta				6.469e+04		6.471e+04		6.230e+04			
In percentuale				99.97		99.99		96.26			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
9	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. +)	

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.149 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.285 sec.
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	rapp. r/Ls	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
300.00	6.471e+04	700.28	297.50	0.0	-29.75	760.96	297.50	1.213	0.114	0.0
Risulta	6.471e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	2.295	0.436	0.145	27.97	4.32e-02	6.161e+04	95.2	4.98e-03	7.69e-06	0.0	0.0
2	3.255	0.307	0.149	1.162e+04	17.9	2442.57	3.8	11.40	1.76e-02	0.0	0.0
3	3.507	0.285	0.149	5.192e+04	80.2	309.99	0.5	76.26	0.1	0.0	0.0
4	7.743	0.129	0.140	1014.93	1.6	1.37e-03	2.12e-06	1.649e+04	25.5	0.0	0.0
5	8.576	0.117	0.132	3.07e-04	0.0	204.47	0.3	5.66e-04	0.0	0.0	0.0
6	10.410	0.096	0.119	47.06	7.27e-02	0.01	2.03e-05	4.533e+04	70.0	0.0	0.0
7	10.426	0.096	0.119	0.01	2.02e-05	118.47	0.2	5.28	8.16e-03	0.0	0.0
8	13.149	0.076	0.106	0.02	3.05e-05	17.11	2.64e-02	0.15	2.31e-04	0.0	0.0
9	13.162	0.076	0.106	70.20	0.1	7.12e-03	1.10e-05	388.78	0.6	0.0	0.0
Risulta				6.469e+04		6.471e+04		6.230e+04			
In percentuale				99.97		99.99		96.26			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
10	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. -)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.149 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.285 sec.
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	rapp. r/Ls	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
300.00	6.471e+04	700.28	297.50	0.0	29.75	760.96	297.50	1.213	0.114	0.0
Risulta	6.471e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	2.295	0.436	0.145	27.97	4.32e-02	6.161e+04	95.2	5.00e-03	7.73e-06	0.0	0.0
2	3.255	0.307	0.149	1.161e+04	17.9	2442.66	3.8	11.40	1.76e-02	0.0	0.0
3	3.507	0.285	0.149	5.192e+04	80.2	309.90	0.5	76.26	0.1	0.0	0.0
4	7.743	0.129	0.140	1014.93	1.6	1.40e-03	2.17e-06	1.649e+04	25.5	0.0	0.0
5	8.576	0.117	0.132	3.12e-04	0.0	204.47	0.3	6.10e-04	0.0	0.0	0.0
6	10.410	0.096	0.119	47.06	7.27e-02	8.69e-03	1.34e-05	4.533e+04	70.0	0.0	0.0

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
7	10.426	0.096	0.119	0.01	1.55e-05	118.48	0.2	3.52	5.44e-03	0.0	0.0
8	13.149	0.076	0.106	0.01	2.23e-05	17.11	2.64e-02	0.11	1.72e-04	0.0	0.0
9	13.162	0.076	0.106	70.21	0.1	5.61e-03	8.66e-06	388.82	0.6	0.0	0.0
Risulta				6.469e+04		6.471e+04		6.230e+04			
In percentuale				99.97		99.99		96.26			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
11	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. +)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.149 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.427 sec.
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	rapp. r/Ls	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
300.00	6.471e+04	700.28	297.50	69.80	0.0	760.96	297.50	1.213	0.114	0.0
Risulta	6.471e+04									

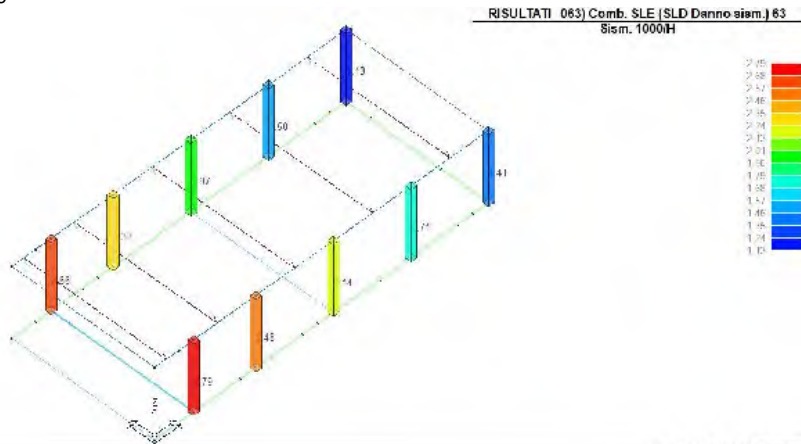
Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	2.340	0.427	0.148	0.0	0.0	6.397e+04	98.8	0.0	0.0	0.0	0.0
2	3.248	0.308	0.149	1.99e-05	0.0	402.02	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
3	3.462	0.289	0.149	6.356e+04	98.2	1.10e-06	0.0	86.97	0.1	0.0	0.0
4	7.742	0.129	0.140	1013.17	1.6	0.0	0.0	1.649e+04	25.5	0.0	0.0
5	8.575	0.117	0.132	0.0	0.0	203.36	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
6	10.410	0.096	0.119	47.02	7.27e-02	1.19e-04	0.0	4.533e+04	70.1	0.0	0.0
7	10.425	0.096	0.119	5.11e-05	0.0	117.78	0.2	0.05	7.21e-05	0.0	0.0
8	13.149	0.076	0.106	9.71e-05	0.0	16.94	2.62e-02	6.67e-04	1.03e-06	0.0	0.0
9	13.162	0.076	0.106	70.19	0.1	2.10e-05	0.0	388.93	0.6	0.0	0.0
Risulta				6.469e+04		6.471e+04		6.230e+04			
In percentuale				99.97		99.99		96.26			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
12	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. -)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.149 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.450 sec.
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	rapp. r/Ls	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
300.00	6.471e+04	700.28	297.50	-69.80	0.0	760.96	297.50	1.213	0.114	0.0
Risulta	6.471e+04									

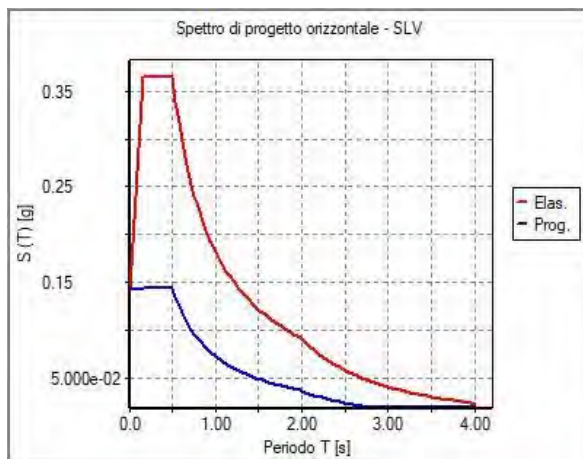
Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	2.224	0.450	0.141	0.0	0.0	5.921e+04	91.5	0.0	0.0	0.0	0.0
2	3.437	0.291	0.149	6.43e-03	9.94e-06	5156.31	8.0	1.15e-05	0.0	0.0	0.0
3	3.462	0.289	0.149	6.356e+04	98.2	5.34e-04	0.0	86.97	0.1	0.0	0.0
4	7.742	0.129	0.140	1013.17	1.6	0.0	0.0	1.649e+04	25.5	0.0	0.0
5	8.577	0.117	0.132	0.0	0.0	206.89	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
6	10.410	0.096	0.119	47.02	7.27e-02	1.07e-04	0.0	4.533e+04	70.1	0.0	0.0
7	10.427	0.096	0.119	4.59e-05	0.0	119.75	0.2	0.04	6.44e-05	0.0	0.0
8	13.150	0.076	0.106	1.08e-04	0.0	17.35	2.68e-02	7.28e-04	1.12e-06	0.0	0.0
9	13.162	0.076	0.106	70.19	0.1	2.39e-05	0.0	388.93	0.6	0.0	0.0
Risulta				6.469e+04		6.471e+04		6.230e+04			
In percentuale				99.97		99.99		96.26			

Cmb	Pilas. 1000 etaT/h		etaT cm	inter. h cm	Pilas. 1000 etaT/h		etaT cm	inter. h cm	Pilas. 1000 etaT/h		etaT cm	inter. h cm
37	1	1.20	0.36	300.0	2	1.26	0.38	300.0	3	0.79	0.24	300.0
	4	0.70	0.21	300.0	5	0.87	0.26	300.0	6	0.86	0.26	300.0
	7	1.13	0.34	300.0	8	0.79	0.24	300.0	9	0.78	0.23	300.0
	10	1.10	0.33	300.0								
38	1	0.63	0.19	300.0	2	0.61	0.18	300.0	3	1.14	0.34	300.0
	4	1.14	0.34	300.0	5	0.99	0.30	300.0	6	0.96	0.29	300.0
	7	0.68	0.21	300.0	8	1.00	0.30	300.0	9	0.97	0.29	300.0
	10	0.68	0.20	300.0								
...												
68	10	1.50	0.45	300.0	8	2.33	0.70	300.0	9	1.97	0.59	300.0
Cmb	1000 etaT/h		2.79									



02-SPOGLIATOIO A.PSP

31\_RIS\_SLE\_063\_Comb. SLE (SLD Danno sism.) 63



31\_RIS\_SPETTRI\_PROGETTO\_SLV\_O

# RISULTATI NODALI

## LEGENDA RISULTATI NODALI

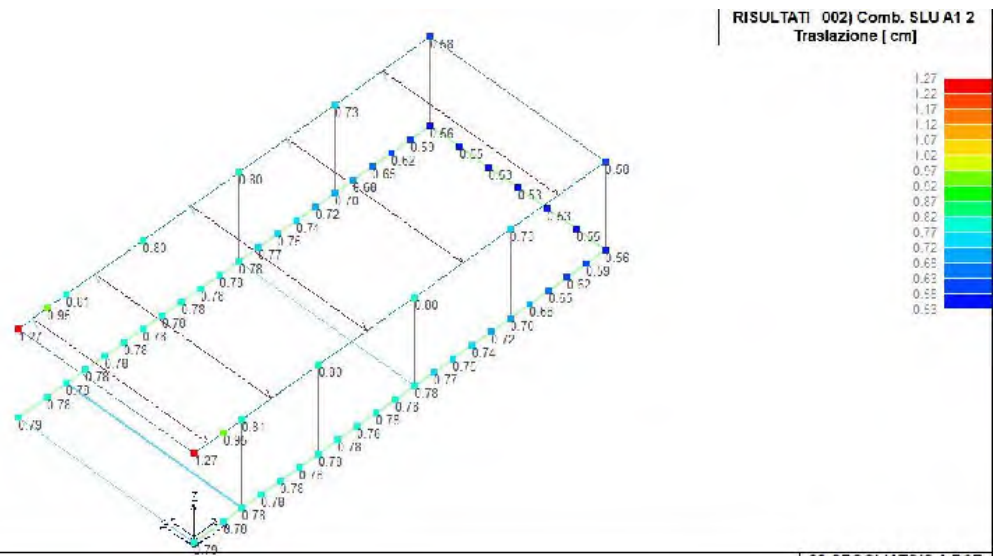
Il controllo dei risultati delle analisi condotte, per quanto concerne i nodi strutturali, è possibile in relazione alle tabelle sottoportate.

Una prima tabella riporta infatti per ogni nodo e per ogni combinazione (o caso di carico) gli spostamenti nodali.

Una seconda tabella riporta per ogni nodo a cui sia associato un vincolo rigido e/o elastico o una fondazione speciale e per ogni combinazione (o caso di carico) i valori delle azioni esercitate dalla struttura sui vincoli (reazioni vincolari cambiate di segno).

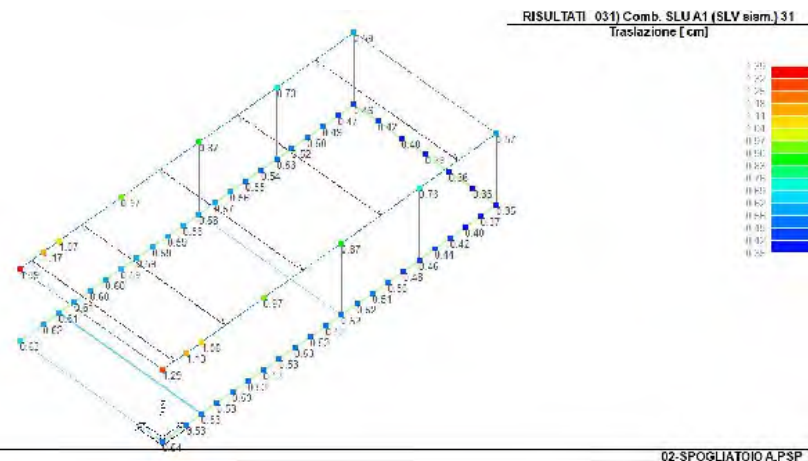
Una terza tabella, infine riassume per ogni nodo le sei combinazioni in cui si attingono i valori minimi e massimi della reazione Fz, della reazione Mx e della reazione My.

Nodo	Cmb	Traslazione X	Traslazione Y	Traslazione Z	Rotazione X	Rotazione Y	Rotazione Z
		cm	cm	cm			
1	2	-0.11	1.90e-05	-1.26	-6.92e-04	-3.32e-03	0.0
1	16	-0.36	-0.33	-1.05	-4.24e-05	-3.00e-03	2.25e-04
1	19	-0.40	0.15	-0.99	-8.72e-04	-2.77e-03	7.28e-05
1	31	-0.28	0.94	-0.84	-2.01e-03	-2.09e-03	-4.61e-04
1	48	-0.36	-0.34	-1.05	-3.04e-05	-3.01e-03	2.31e-04
1	51	-0.41	0.14	-0.99	-8.58e-04	-2.79e-03	8.03e-05
1	63	-0.28	0.92	-0.84	-1.98e-03	-2.10e-03	-4.55e-04
1	69	-0.07	1.29e-05	-0.89	-5.29e-04	-2.28e-03	0.0
...							
63	72	-3.59e-05	-4.62e-05	-0.54	-4.02e-05	-1.13e-04	0.0
Nodo		Traslazione X	Traslazione Y	Traslazione Z	Rotazione X	Rotazione Y	Rotazione Z
		-0.41	-0.90	-1.26	-3.18e-03	-3.32e-03	-4.81e-04
		0.05	0.94	-0.34	3.18e-03	3.46e-04	4.81e-04

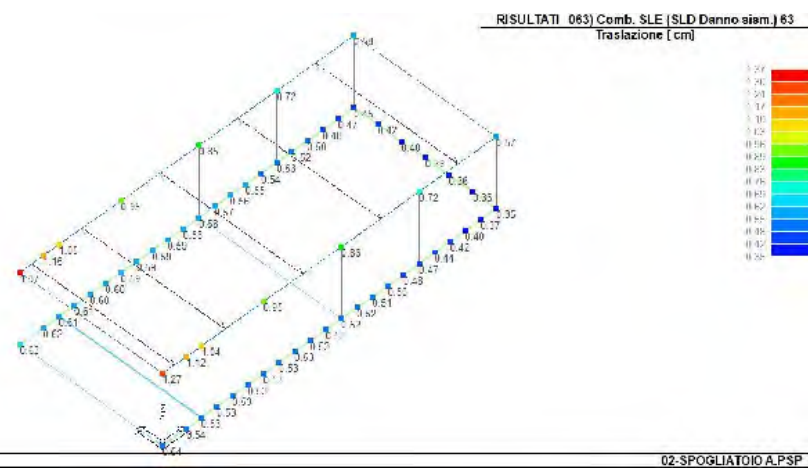


41\_RIS\_SPOSTAMENTI\_002\_Comb. SLU A1 2

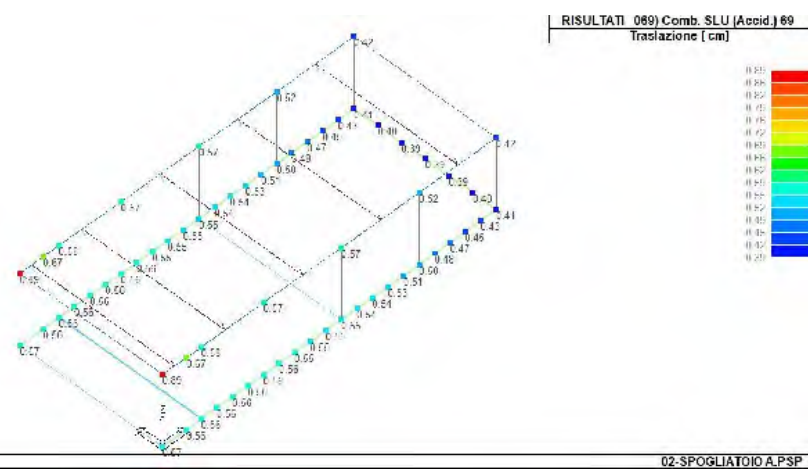
02-3POGLIATOIO A.PSP



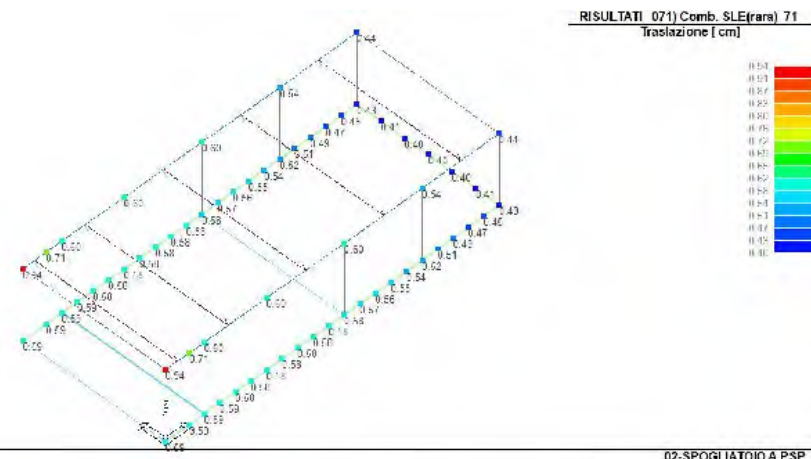
41\_RIS\_SPOSTAMENTI\_031\_Comb. SLU A1 (SLV sism.) 31



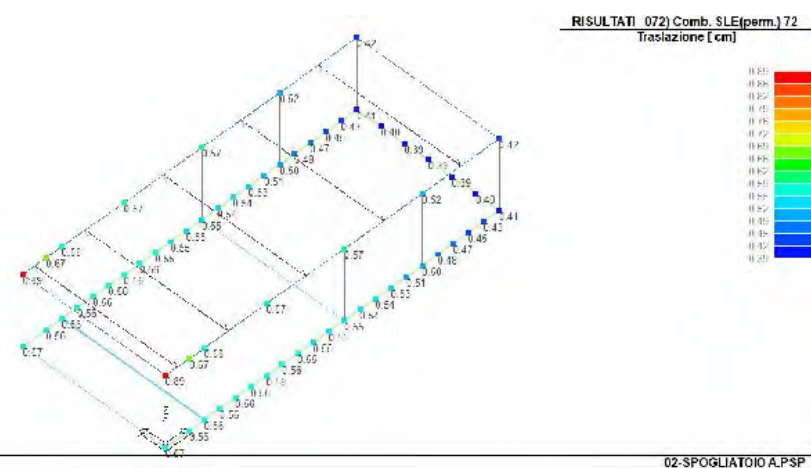
41\_RIS\_SPOSTAMENTI\_063\_Comb. SLE (SLD Danno sism.) 63



41\_RIS\_SPOSTAMENTI\_069\_Comb. SLU (Accid.) 69



41\_RIS\_SPOSTAMENTI\_071\_Comb. SLE(rara) 71



41\_RIS\_SPOSTAMENTI\_072\_Comb. SLE(perm.) 72



# RISULTATI OPERE DI FONDAZIONE

## LEGENDA RISULTATI OPERE DI FONDAZIONE

Il controllo dei risultati delle analisi condotte, per quanto concerne le opere di fondazione, è possibile in relazione alle tabelle sotto riportate.

La prima tabella è riferita alle fondazioni tipo palo e plinto su pali.

Per questo tipo di fondazione vengono riportate le sei componenti di sollecitazione (espresse nel riferimento globale della struttura) per ogni palo componente l'opera.

In particolare viene riportato:

<b>Nodo</b>	numero del nodo a cui è applicato il plinto
<b>Tipo</b>	codice corrispondente al nome assegnato al tipo di plinto di fondazione: 3) palo singolo ( <i>PALO</i> ) 4) plinto su palo 5) plinto su due pali ( <i>PL.2P</i> ) 6) plinto su tre pali ( <i>PL.3P</i> ) 7) plinto su quattro pali ( <i>PL.4P</i> ) 8) plinto rettangolare su cinque pali ( <i>PL.5P.R</i> ) 9) plinto pentagonale su cinque pali ( <i>PL.5P</i> ) 10) plinto su sei pali ( <i>PL.6P</i> )
<b>Palo</b>	numero del palo
<b>Comb.</b>	combinazione di carico in cui si verificano le sei componenti di sollecitazione.
<b>Quota</b>	quota assoluta della sezione del palo per cui si riportano le sei componenti di sollecitazione.

L'azione  $F_z$  ( corrispondente allo sforzo normale nel palo) è costante poiché il peso del palo stesso non è considerato nella modellazione.

La seconda tabella è riferita alle fondazioni tipo plinto su suolo elastico.

Per questo tipo di fondazione vengono riportate le pressioni nei quattro vertici dell'impronta sul terreno.

In particolare viene riportato:

<b>Nodo</b>	numero del nodo a cui è applicato il plinto
<b>Tipo</b>	Codice identificativo del nome assegnato al plinto
<b>area</b>	area dell'impronta del plinto
<b>Wink O</b> <b>Wink V</b>	coefficienti di Winkler (orizzontale e verticale) adottati
<b>Comb</b>	Combinazione di carico in cui si verificano i valori riportati
<b>Pt (P1 P2 P3 P4)</b>	valori di pressione nei vertici

La terza tabella è riferita alle fondazioni tipo platea su suolo elastico.

Per questo tipo di fondazione vengono riportate le pressioni in ogni vertice (nodo) degli elementi costituenti la platea.

La quarta tabella è riferita alle fondazioni tipo trave su suolo elastico.

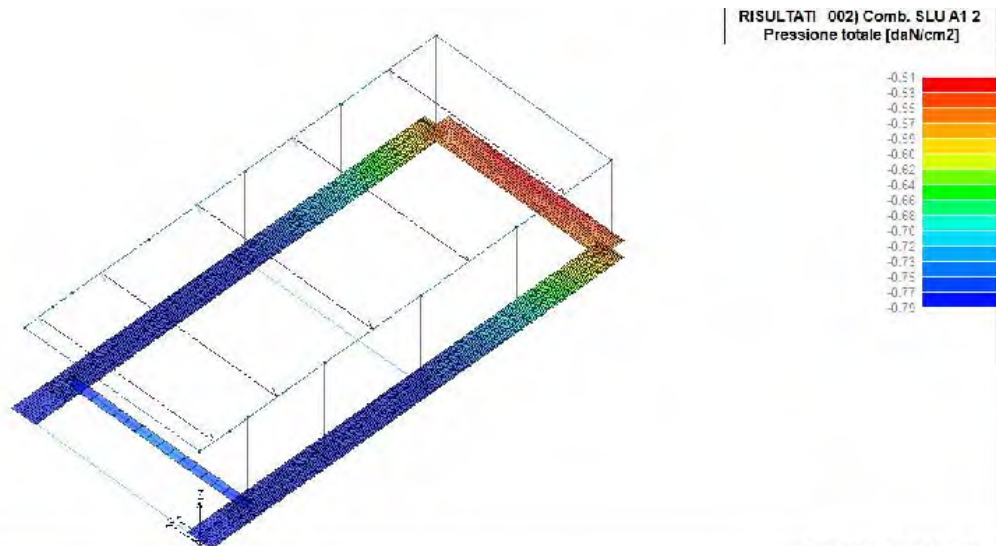
Per questo tipo di fondazione vengono riportate le pressioni alle estremità dell'elemento e la massima (in valore assoluto) pressione lungo lo sviluppo dell'elemento.

Vengono inoltre riportati, con funzione statistica, i valori massimo e minimo delle pressioni che compaiono nella tabella.

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**, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

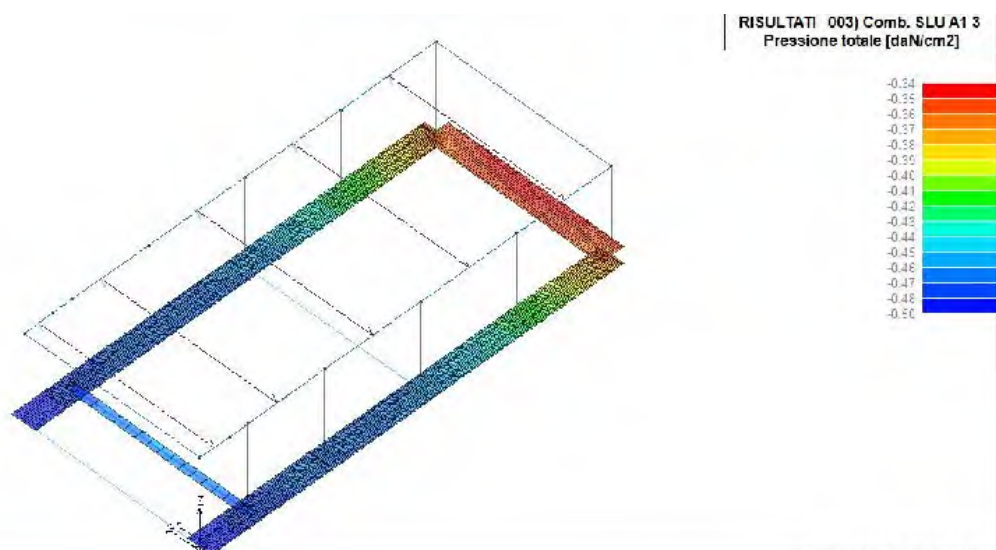
Test N°	Titolo
105	PLINTO SUPERFICIALE
106	PLINTO SUPERFICIALE
107	PLINTO SUPERFICIALE
108	PLINTO SUPERFICIALE
109	PLINTO SUPERFICIALE
110	PLINTO SUPERFICIALE
111	PLINTO SUPERFICIALE
112	PLINTO SUPERFICIALE
113	PLINTO SUPERFICIALE
114	PLINTO SUPERFICIALE
115	PLINTO SUPERFICIALE
116	PLINTO SUPERFICIALE
117	PLINTO SUPERFICIALE
118	PLINTO SUPERFICIALE
119	PLINTO SUPERFICIALE
120	PLINTO SUPERFICIALE
121	PLINTO SUPERFICIALE
122	PLINTO SUPERFICIALE
123	PLINTO SUPERFICIALE
124	FONDAZIONE NASTRIFORME
125	CALCOLO DEI K DI WINKLER

Elem.	Cmb	Pt ini daN/cm2	Pt fin daN/cm2	Pt max daN/cm2	Cmb	Pt ini daN/cm2	Pt fin daN/cm2	Pt max daN/cm2	Cmb	Pt ini daN/cm2	Pt fin daN/cm2	Pt max daN/cm2
23	2	-0.79	-0.79	-0.79	21	-0.63	-0.63	-0.63	53	-0.63	-0.63	-0.63
	69	-0.56	-0.56	-0.56	71	-0.59	-0.59	-0.59	72	-0.56	-0.56	-0.56
24	2	-0.58	-0.56	-0.58	21	-0.50	-0.46	-0.50	53	-0.50	-0.46	-0.50
	69	-0.42	-0.41	-0.42	71	-0.44	-0.42	-0.44	72	-0.42	-0.41	-0.42
25	2	-0.79	-0.79	-0.79	21	-0.64	-0.63	-0.64	53	-0.64	-0.63	-0.64
	69	-0.57	-0.56	-0.57	71	-0.59	-0.59	-0.59	72	-0.57	-0.56	-0.57
26	2	-0.79	-0.79	-0.79	21	-0.64	-0.63	-0.64	53	-0.64	-0.63	-0.64
	69	-0.57	-0.56	-0.57	71	-0.59	-0.59	-0.59	72	-0.57	-0.56	-0.57
...												
73	69	-0.56	-0.56	-0.56	71	-0.59	-0.59	-0.59	72	-0.56	-0.56	-0.56
Elem.		Pt ini -0.79 -0.40	Pt fin	Pt max		Pt ini	Pt fin	Pt max		Pt ini	Pt fin	Pt max



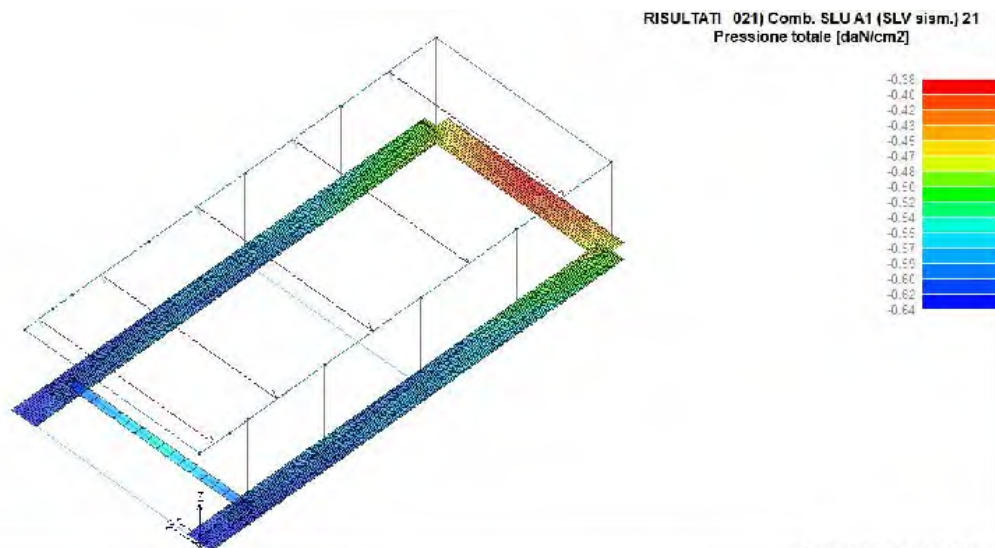
02-3POGLIATOIO A.PSP

46\_RIS\_PRESSIONI\_002\_Comb. SLU A1 2

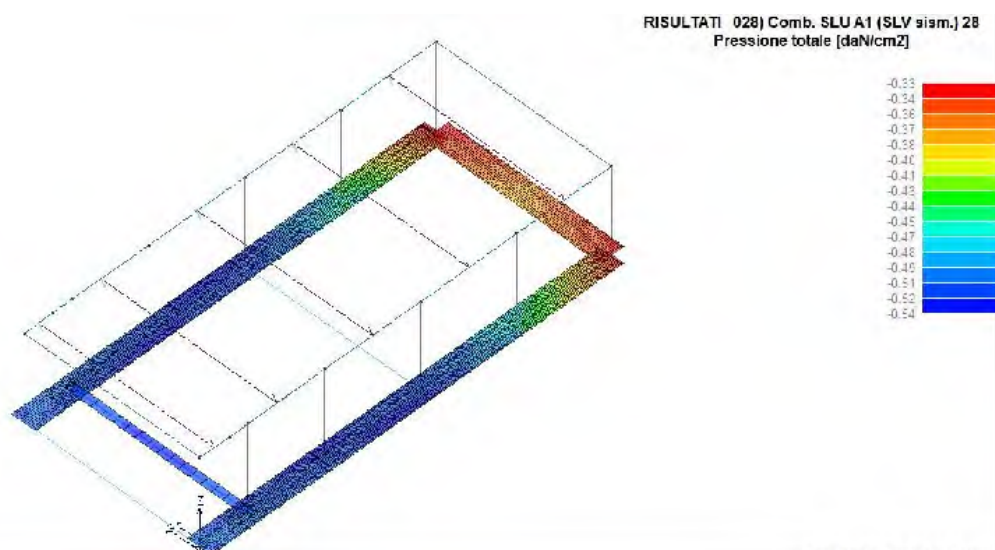


02-3POGLIATOIO A.PSP

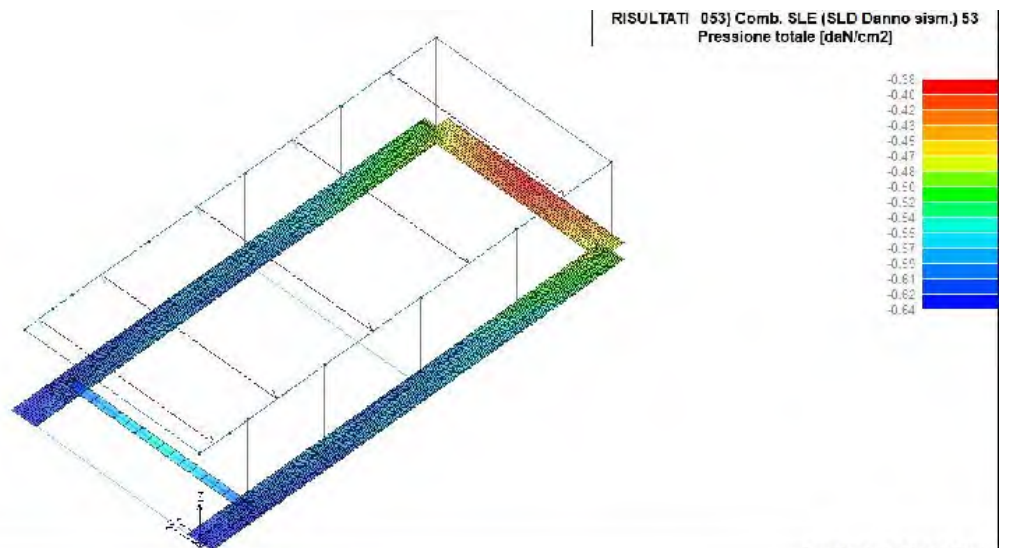
46\_RIS\_PRESSIONI\_003\_Comb. SLU A1 3



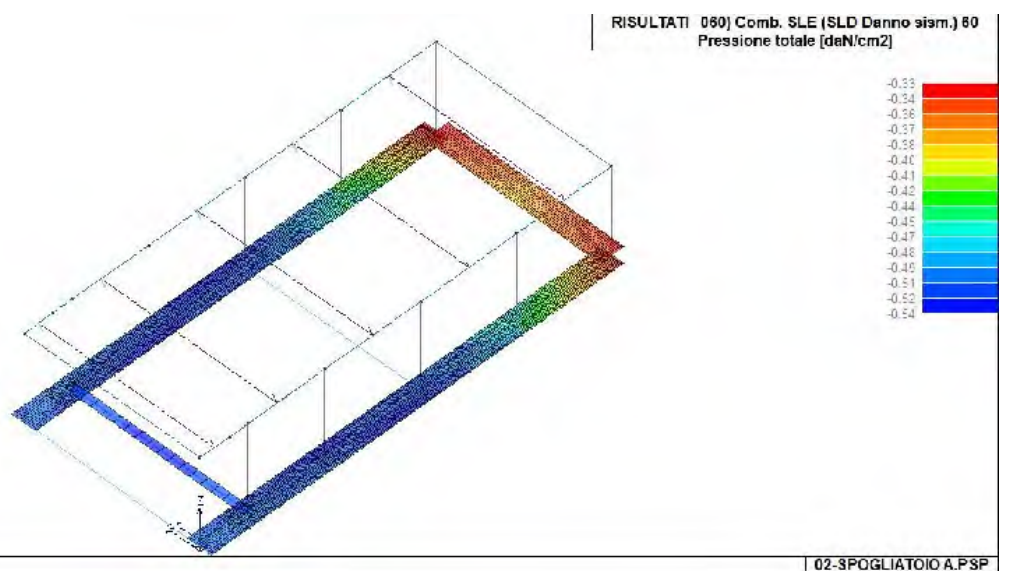
46\_RIS\_PRESSIONI\_021\_Comb. SLU A1 (SLV sism.) 21



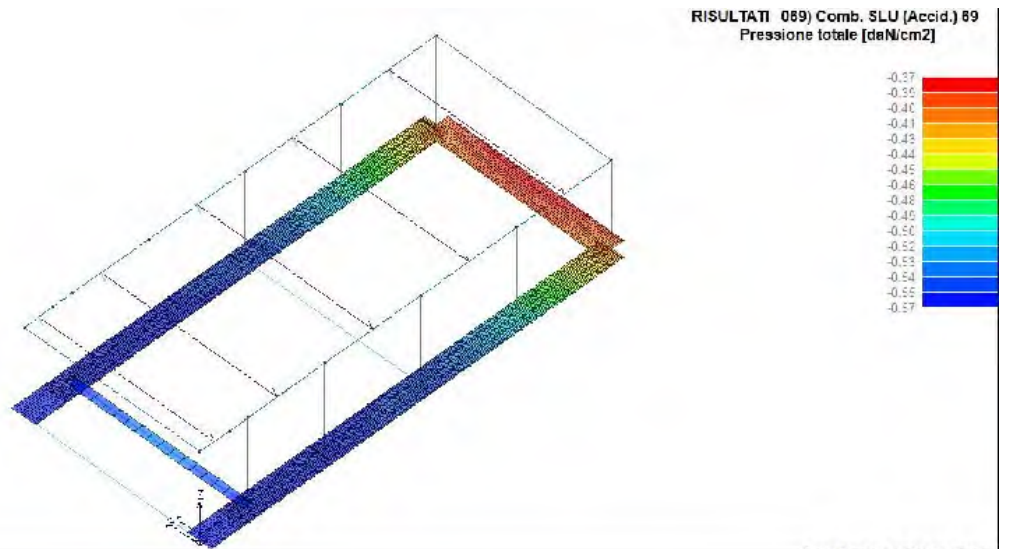
46\_RIS\_PRESSIONI\_028\_Comb. SLU A1 (SLV sism.) 28



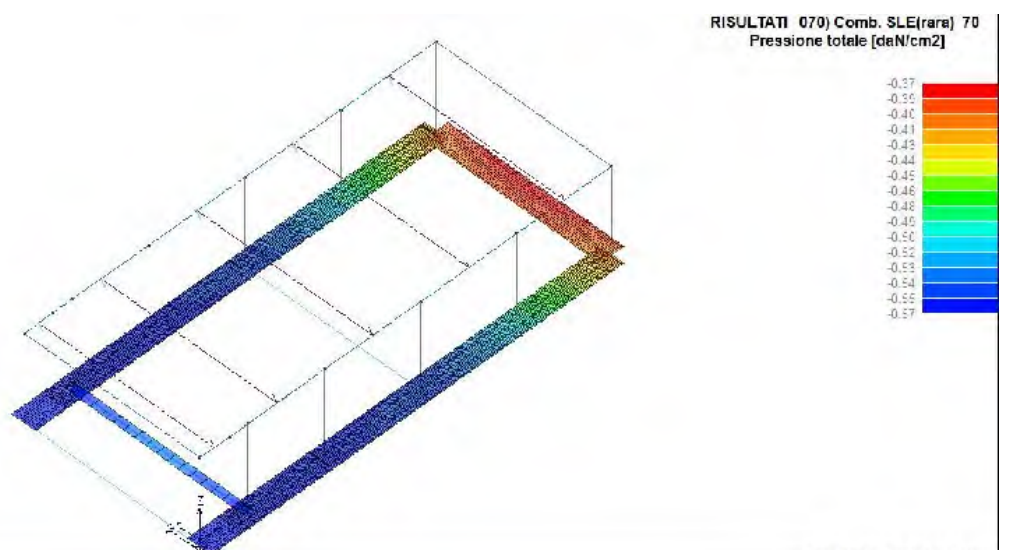
46\_RIS\_PRESSIONI\_053\_Comb. SLE (SLD Danno sism.) 53



46\_RIS\_PRESSIONI\_060\_Comb. SLE (SLD Danno sism.) 60

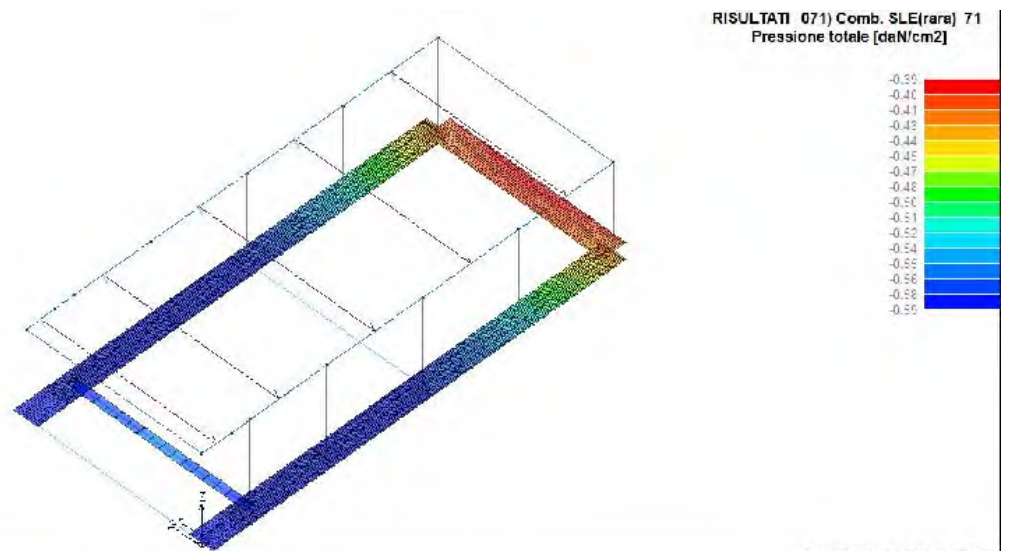


46\_RIS\_PRESSIONI\_069\_Comb. SLU (Accid.) 69



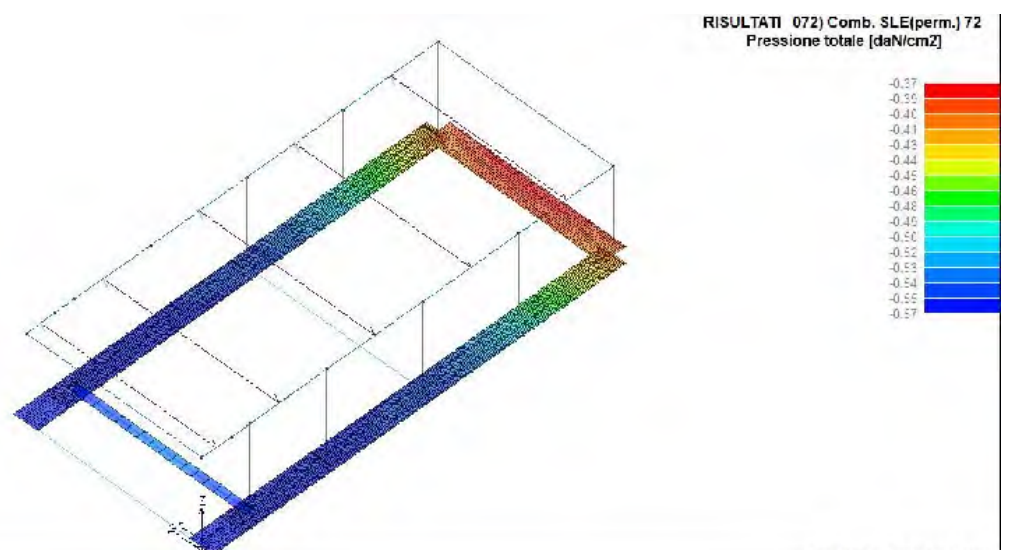
46\_RIS\_PRESSIONI\_070\_Comb. SLE(rara) 70





02-SPOGLIATOIO A.PSP

46\_RIS\_PRESSIONI\_071\_Comb. SLE(rara) 71



02-SPOGLIATOIO A.PSP

46\_RIS\_PRESSIONI\_072\_Comb. SLE(perm.) 72

# RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE

## LEGENDA RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE

Il controllo dei risultati delle analisi condotte, per quanto concerne gli elementi tipo trave, è possibile in relazione alle tabelle sotto riportate.

Gli elementi vengono suddivisi in relazione alle proprietà in elementi:

- tipo **pilastro**
- tipo **trave in elevazione**
- tipo **trave in fondazione**

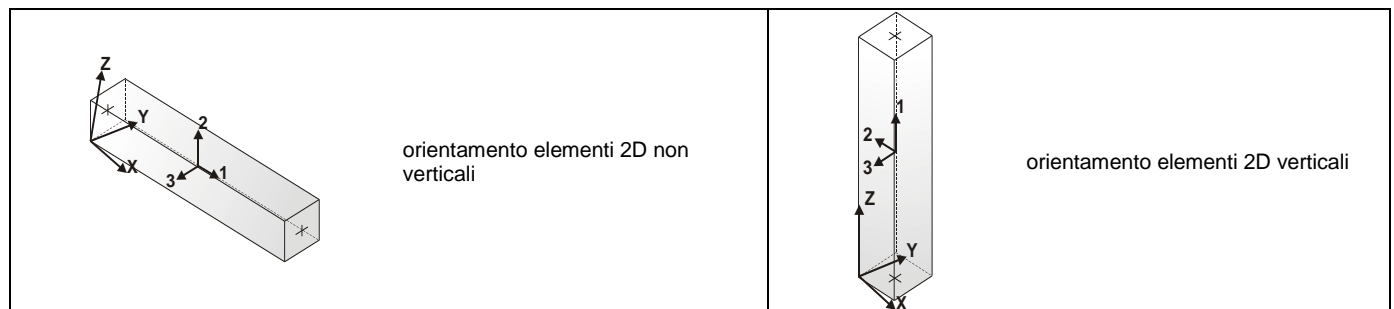
Per ogni elemento e per ogni combinazione (o caso di carico) vengono riportati i risultati più significativi.

Per gli elementi tipo *pilastro* sono riportati in tabella i seguenti valori:

<b>Pilas.</b>	numero dell'elemento pilastro
<b>Cmb</b>	combinazione in cui si verificano i valori riportati
<b>M3 mx/mn</b>	momento flettente in campata M3 max (prima riga) / min (seconda riga)
<b>M2 mx/mn</b>	momento flettente in campata M2 max (prima riga) / min (seconda riga)
<b>D2/D3</b>	freccia massima in direzione 2 (prima riga) / direzione 3 (seconda riga)
<b>Q2/Q3</b>	carico totale in direzione 2 (prima riga) / direzione 3 (seconda riga)
<b>Pos.</b>	ascissa del punto iniziale e finale dell'elemento
<b>N, V2, ecc..</b>	sei componenti di sollecitazione al piede ed in sommità dell'elemento

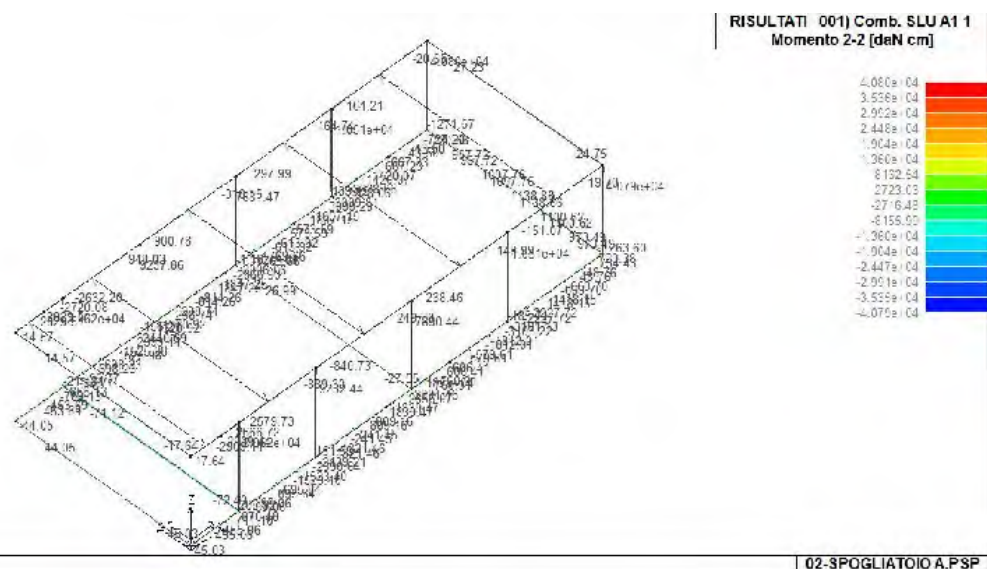
Per gli elementi tipo *trave in elevazione* sono riportati, oltre al numero dell'elemento, i medesimi risultati visti per i pilastri.

Per gli elementi tipo *trave in fondazione* (trave f.) sono riportati, oltre al numero dell'elemento, i medesimi risultati visti per i pilastri e la massima pressione sul terreno.

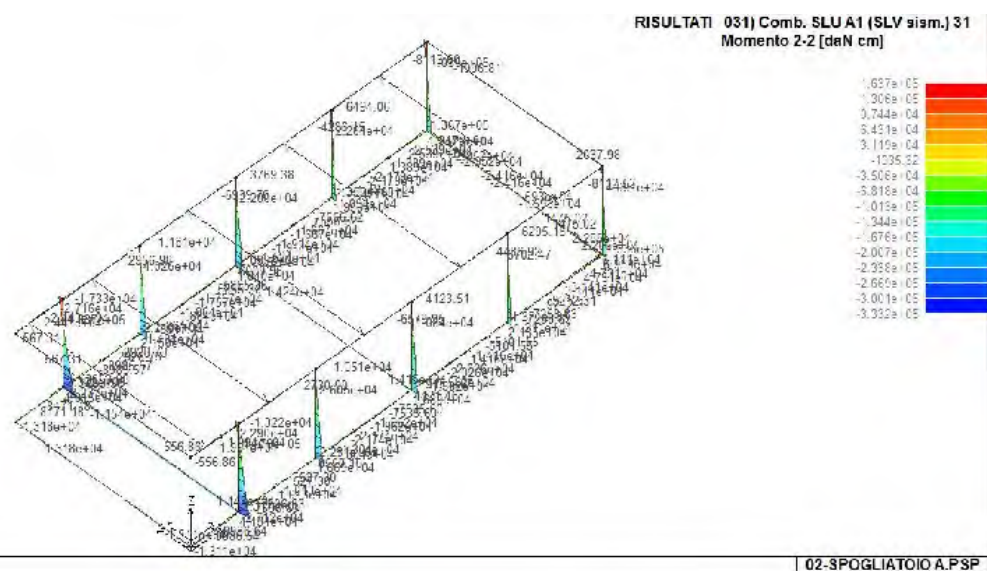




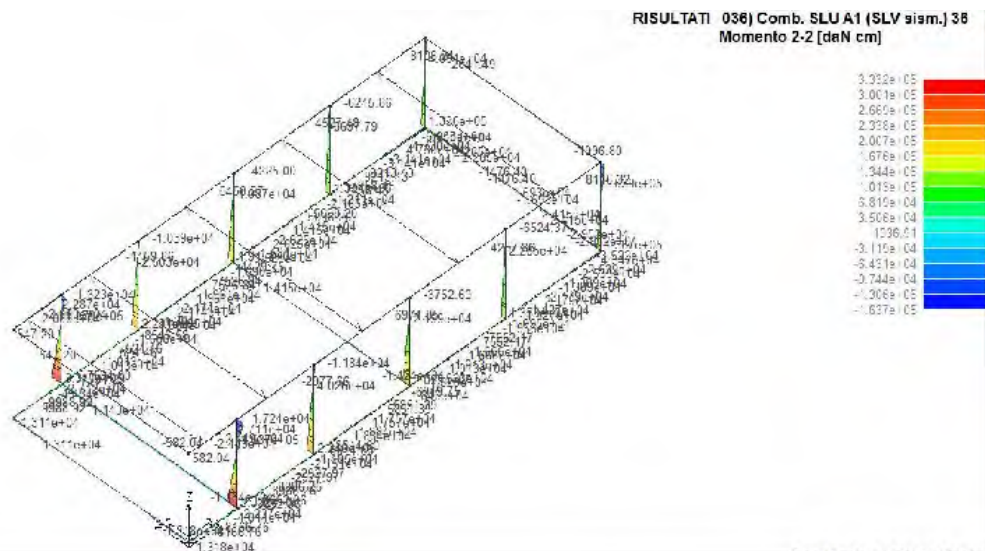
Pilas.	Cmb	M3 mx/mn	M2 mx/mn	D 2 / D 3	Q 2 / Q 3	Pos.	N	V 2	V 3	T	M 2	M 3
		daN cm	daN cm	cm	daN	cm	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
1	1	1.211e+05	1263.60	0.10	0.0	0.0	-5598.33	616.85	-140.19	-5.05	1263.60	-6.396e+04
		-6.396e+04	-4.079e+04	0.02	0.0	300.0	-4988.96	616.85	-140.19	-5.05	-4.079e+04	1.211e+05
1	2	1.369e+05	-821.27	0.11	0.0	0.0	-6121.06	700.62	-132.04	-3.99	-821.27	-7.325e+04
		-7.325e+04	-4.043e+04	0.02	0.0	300.0	-5511.68	700.62	-132.04	-3.99	-4.043e+04	1.369e+05
1	3	5.506e+04	5983.73	0.06	0.0	0.0	-3049.85	273.13	-127.43	-6.43	5983.73	-2.688e+04
		-2.688e+04	-3.225e+04	0.01	0.0	300.0	-2581.10	273.13	-127.43	-6.43	-3.225e+04	5.506e+04
1	18	2.062e+05	1.176e+05	-0.22	0.0	0.0	-4928.39	1339.00	-734.19	-1366.61	1.176e+05	-1.955e+05
		-1.955e+05	-1.027e+05	0.26	0.0	300.0	-4459.64	1339.00	-734.19	-1366.61	-1.027e+05	2.062e+05
...												
10	72	-1.887e+04	-8085.78	4.19e-03	0.0	300.0	-7349.28	-97.90	-27.54	1.62	-8085.78	-1.887e+04
Pilas.		M3 mx/mn	M2 mx/mn	D 2 / D 3	Q 2 / Q 3		N	V 2	V 3	T		
		-2.491e+05	-3.332e+05	-0.82	0.0		-1.239e+04	-1648.96	-1655.96	-1.114e+04		
		2.456e+05	3.332e+05	0.82	0.0		-2581.08	1359.86	1655.93	1.114e+04		
Trave	Cmb	M3 mx/mn	M2 mx/mn	D 2 / D 3	Q 2 / Q 3	Pos.	N	V 2	V 3	T	M 2	M 3
		daN cm	daN cm	cm	daN	cm	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
11	1	1.10	17.64	0.29	-2948.95	0.0	4.10	-725.15	-29.27	4.244e+04	17.64	1.10
		-2.200e+05	-2909.44	-4.69e-05	0.0	100.0	4.10	-3674.10	-29.27	4.244e+04	-2909.44	-2.200e+05
11	2	1.27	17.55	0.32	-3305.95	0.0	3.70	-725.15	-27.63	4.228e+04	17.55	1.27
		-2.378e+05	-2745.25	-4.09e-05	0.0	100.0	3.70	-4031.10	-27.63	4.228e+04	-2745.25	-2.378e+05
11	3	0.44	13.79	0.17	-1410.25	0.0	4.12	-557.81	-26.46	3.302e+04	13.79	0.44
		-1.263e+05	-2632.71	-5.07e-05	0.0	100.0	4.12	-1968.06	-26.46	3.302e+04	-2632.71	-1.263e+05
11	10	4720.64	233.58	0.17	-2154.00	0.0	-124.72	-875.87	-104.44	9.140e+04	233.58	4720.64
		-1.915e+05	-1.026e+04	-0.03	0.0	100.0	-124.72	-3029.87	-104.44	9.140e+04	-1.026e+04	-1.915e+05
...												
75	72	-9.398e+04	-21.92	1.64e-05	0.0	595.0	77.11	-1784.97	6.90e-04	-0.35	-21.51	-9.396e+04
Trave		M3 mx/mn	M2 mx/mn	D 2 / D 3	Q 2 / Q 3		N	V 2	V 3	T		
		-5.684e+05	-2.716e+04	-0.24	-1.071e+04		-625.80	-6173.37	-795.68	-1.843e+05		
		3.342e+05	2.711e+04	0.32	0.0		393.70	5924.80	795.76	1.843e+05		
Trave f.	Cmb	M3 mx/mn	M2 mx/mn	D 2 / D 3	Pt	Pos.	N	V 2	V 3	T	M 2	M 3
		daN cm	daN cm	cm	daN/cm2	cm	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
23	2	1.122e+05	629.80	-5.08e-04	-0.79	0.0	-0.88	1322.84	3.48	1.722e+05	404.37	-4.983e+04
		-4.983e+04	404.37	1.92e-05		64.8	-0.88	3679.06	3.48	1.725e+05	629.80	1.122e+05
23	3	-3.809e+04	742.41	4.48e-03	-0.49	0.0	0.05	103.75	4.17	1.082e+05	471.90	-8.356e+04
		-8.356e+04	471.90	1.96e-05		64.8	0.05	1295.83	4.17	1.084e+05	742.41	-3.809e+04
23	13	1.051e+05	5643.24	-0.10	-0.61	0.0	331.64	1124.23	208.76	9.786e+04	1716.91	-2.710e+04
		-2.710e+04	1716.91	1.09e-03		64.8	331.64	2954.01	208.76	9.789e+04	5643.24	1.051e+05
23	16	-1.791e+04	-984.32	0.10	-0.52	0.0	-332.51	283.32	-202.37	1.505e+05	-984.32	-8.064e+04
		-8.064e+04	-4497.13	-1.06e-03		64.8	-332.51	1652.37	-202.37	1.508e+05	-4497.13	-1.791e+04
...												
73	72	-2.901e+05	-57.47	4.30e-05	-0.56	595.0	90.84	3093.73	1.54e-03	-17.13	-56.55	1.647e+05
Trave f.		M3 mx/mn	M2 mx/mn	D 2 / D 3	Pt		N	V 2	V 3	T		
		-6.622e+05	-7.047e+04	-0.15	-0.79		-872.72	-6824.47	-493.43	-1.837e+05		
		8.611e+05	7.047e+04	0.14	-0.36		1189.65	8028.23	493.40	1.840e+05		



43\_RIS\_M2\_001\_Comb. SLU A1 1

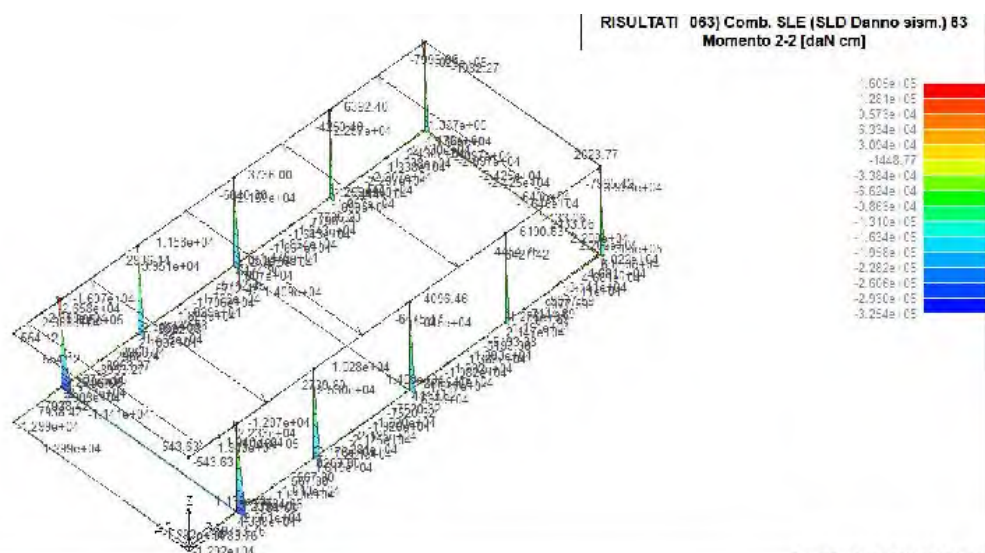


43\_RIS\_M2\_031\_Comb. SLU A1 (SLV sism.) 31



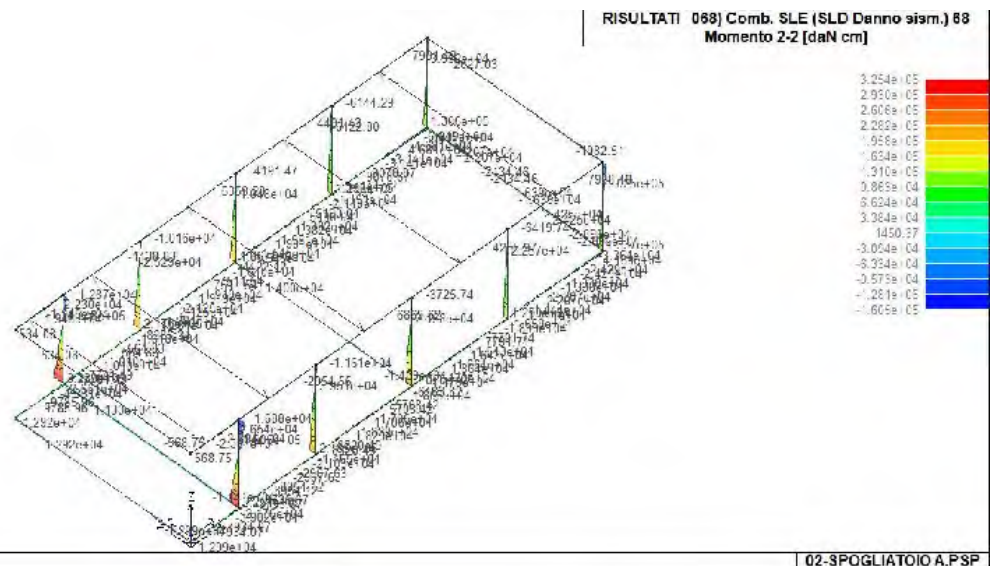
02-SPOGLIATOIO A.PSP

43\_RIS\_M2\_036\_Comb. SLU A1 (SLV sism.) 36

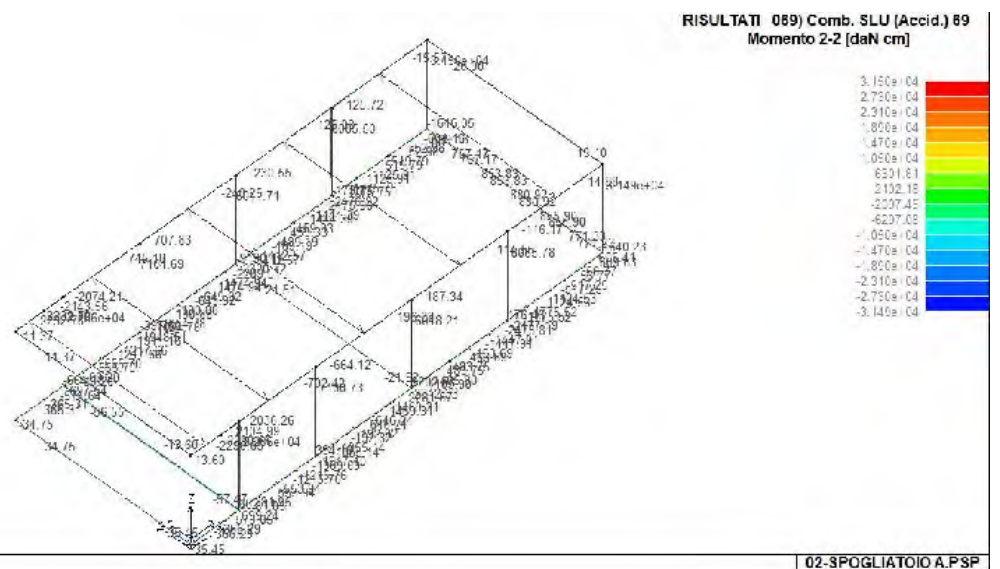


02-SPOGLIATOIO A.PSP

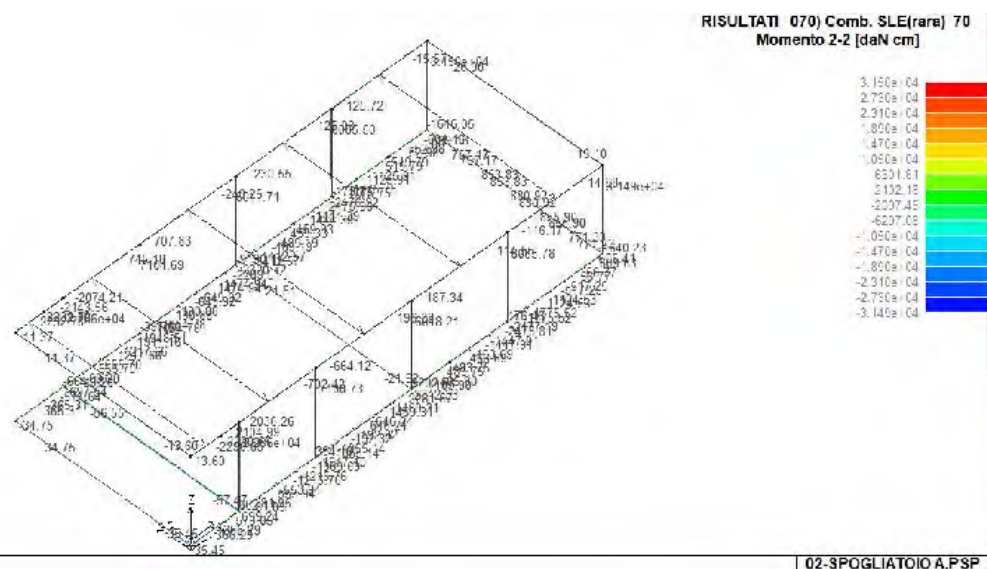
43\_RIS\_M2\_063\_Comb. SLE (SLD Danno sism.) 63



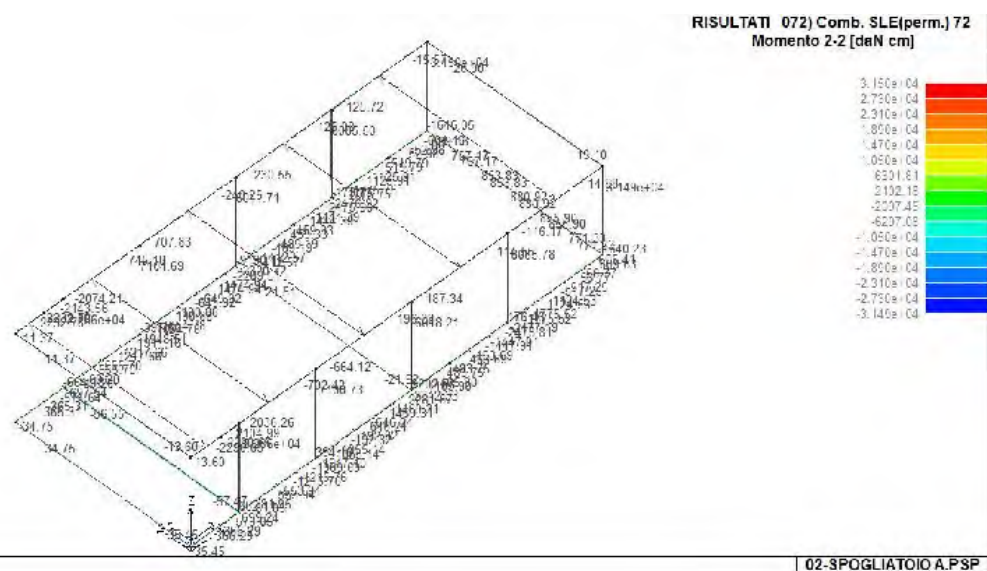
43\_RIS\_M2\_068\_Comb. SLE (SLD Danno sism.) 68



43\_RIS\_M2\_069\_Comb. SLU (Accid.) 69

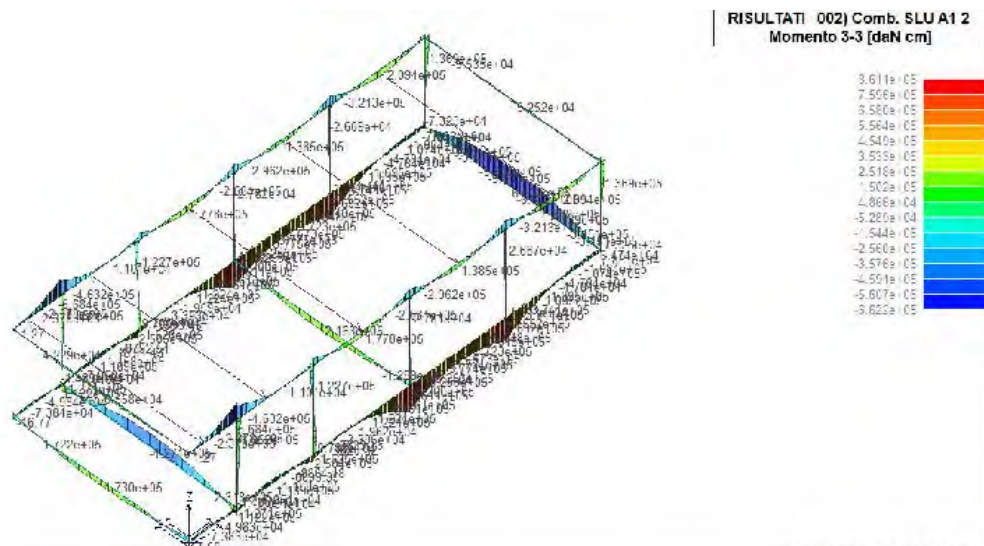


43\_RIS\_M2\_070\_Comb. SLE(rara) 70



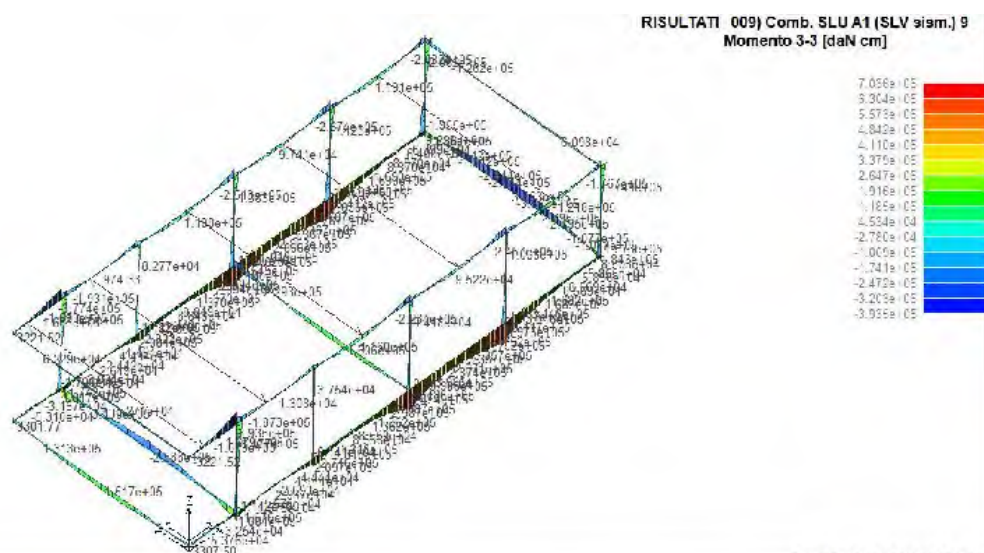
43\_RIS\_M2\_072\_Comb. SLE(perm.) 72





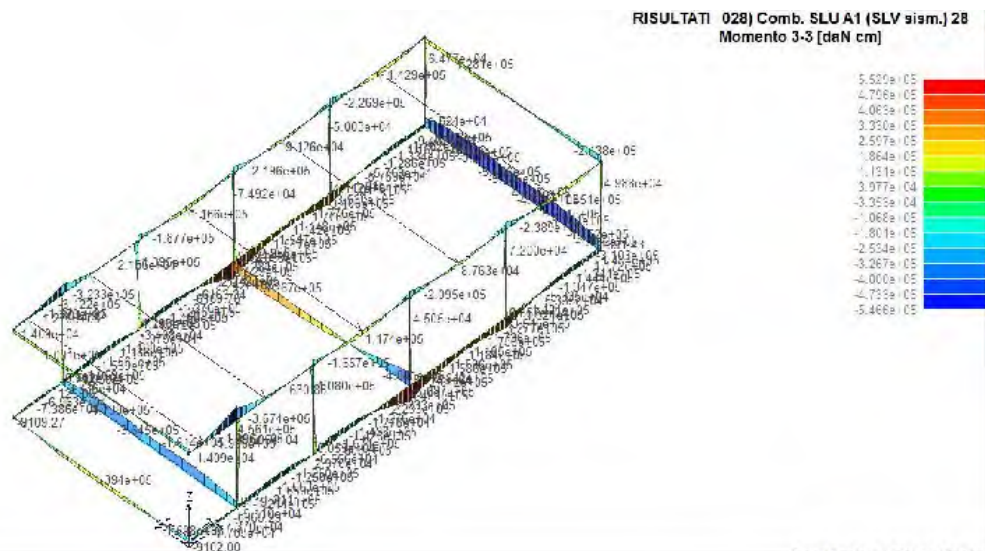
02-SPOGLIATOIO A.PSP

43\_RIS\_M3\_002\_Comb. SLU A1 2

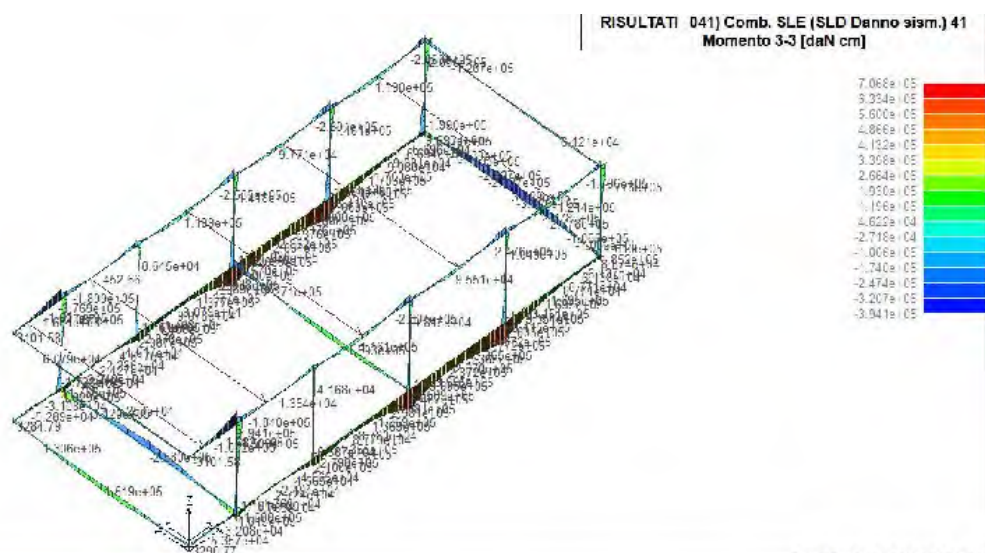


02-SPOGLIATOIO A.PSP

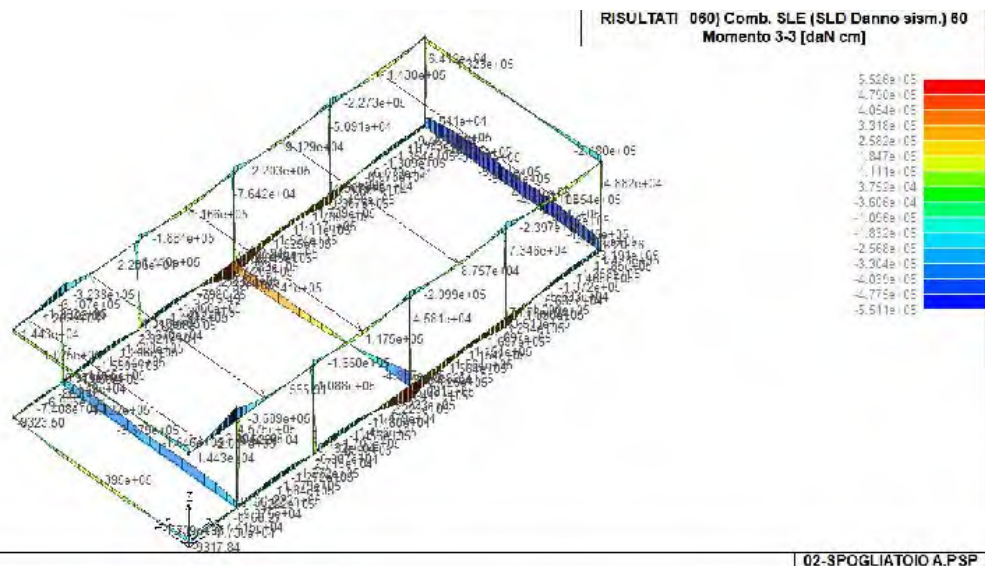
43\_RIS\_M3\_009\_Comb. SLU A1 (SLV sism.) 9



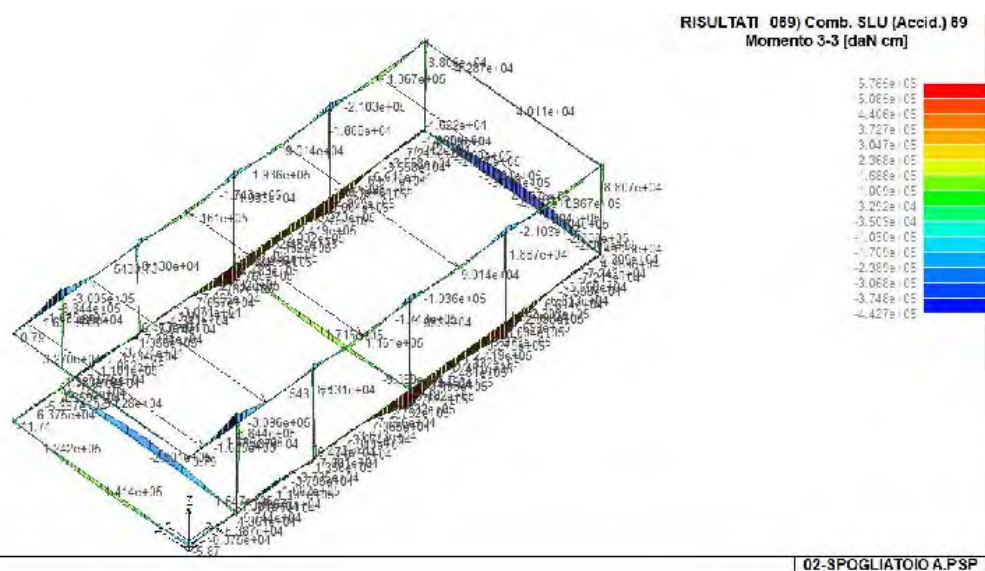
43\_RIS\_M3\_028\_Comb. SLU A1 (SLV sism.) 28



43\_RIS\_M3\_041\_Comb. SLE (SLD Danno sism.) 41

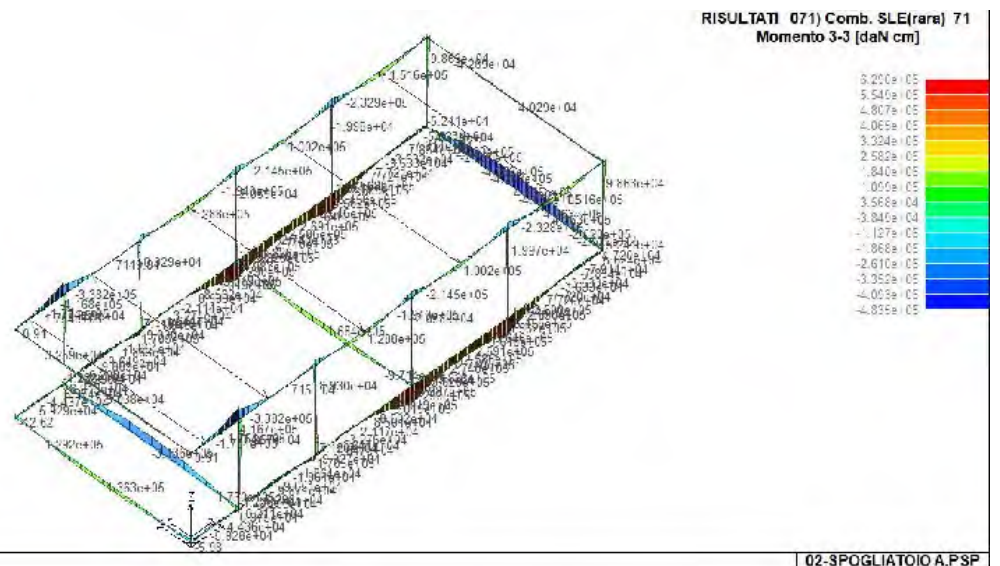


43\_RIS\_M3\_060\_Comb. SLE (SLD Danno sism.) 60

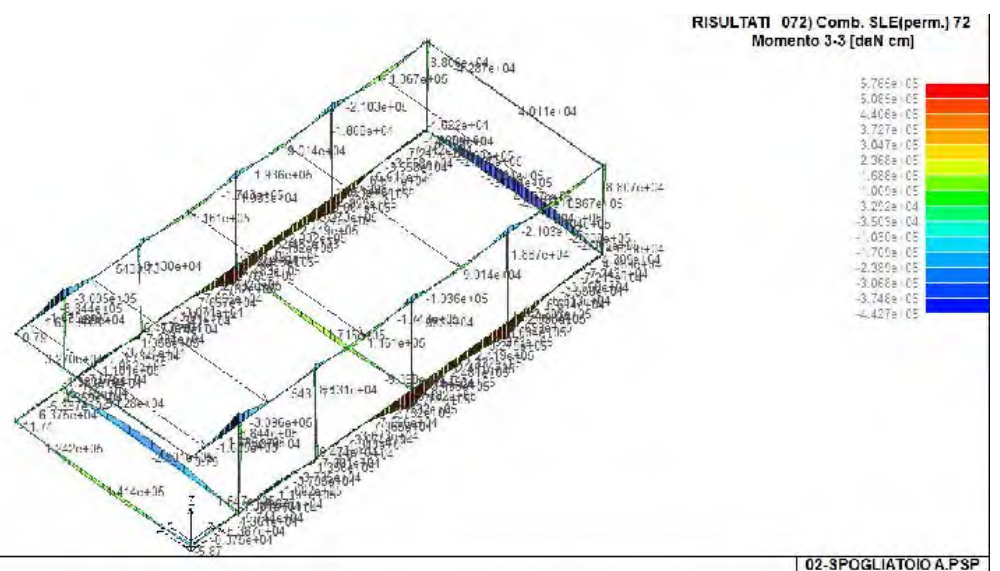


43\_RIS\_M3\_069\_Comb. SLU (Accid.) 69

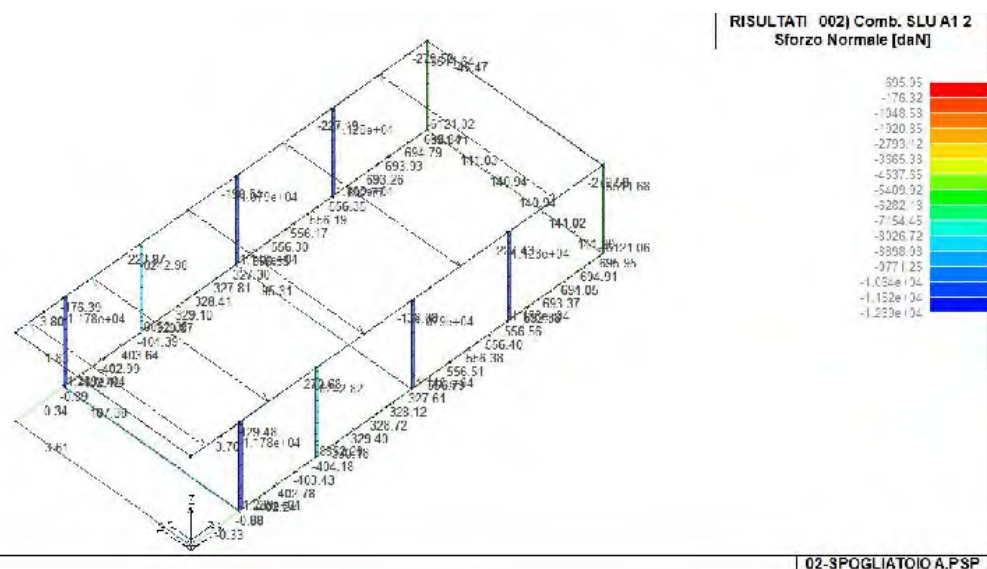




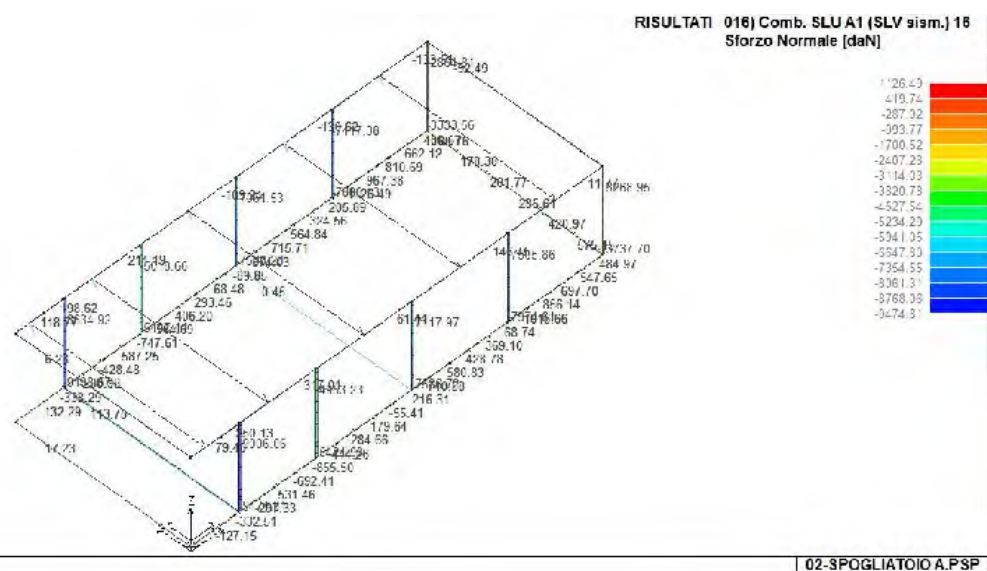
43\_RIS\_M3\_071\_Comb. SLE(rara) 71



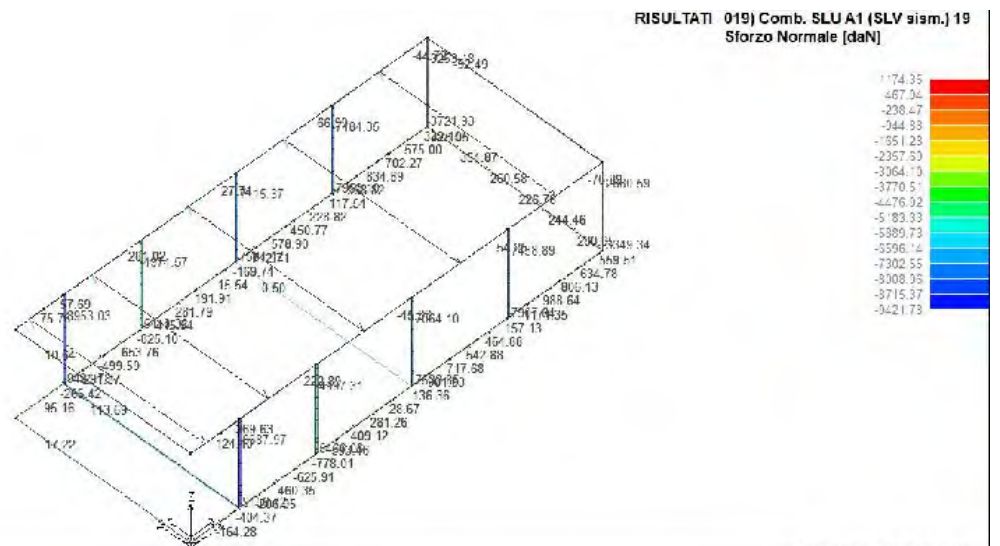
43\_RIS\_M3\_072\_Comb. SLE(perm.) 72



43\_RIS\_N\_002\_Comb. SLU A1 2

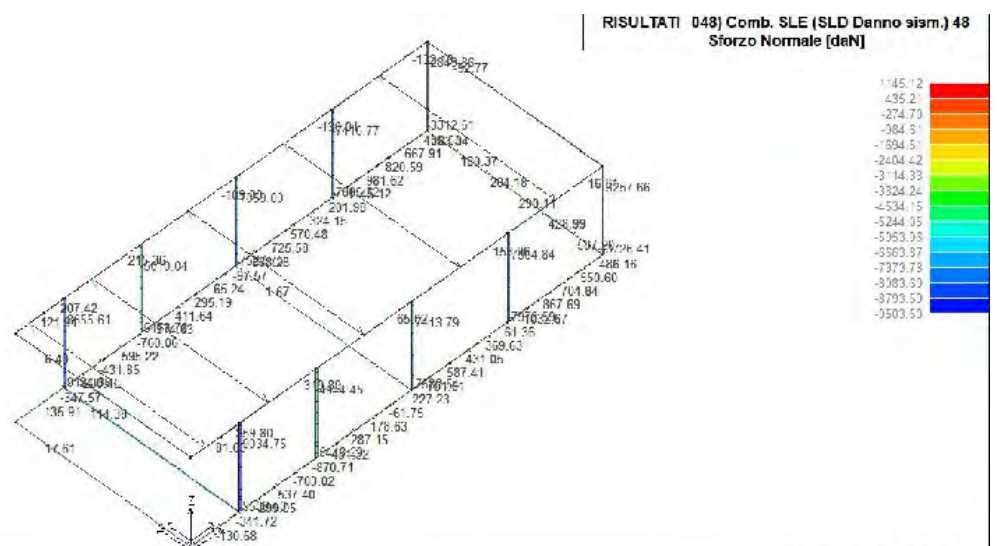


43\_RIS\_N\_016\_Comb. SLU A1 (SLV sism.) 16



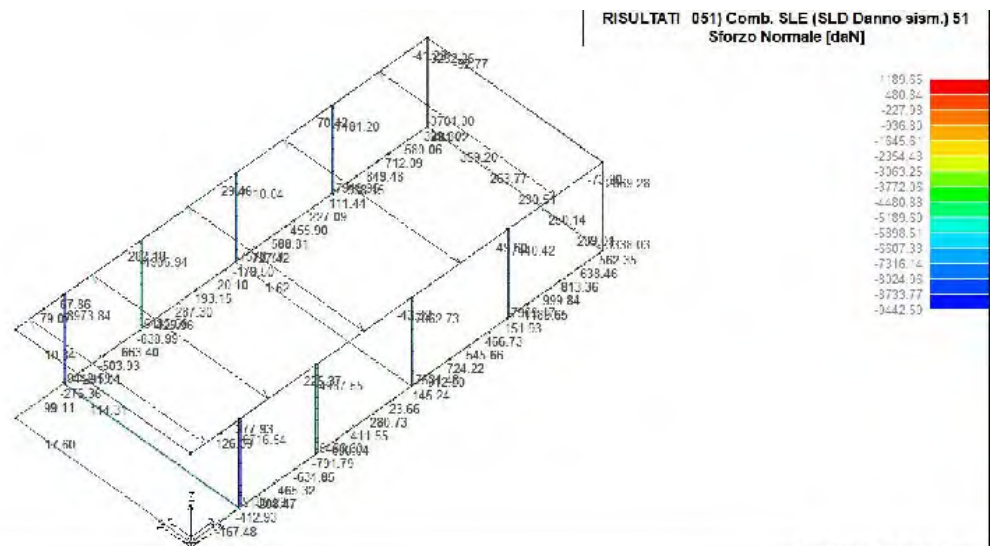
02-SPOGLIATOIO A.PSP

43\_RIS\_N\_019\_Comb. SLU A1 (SLV sism.) 19



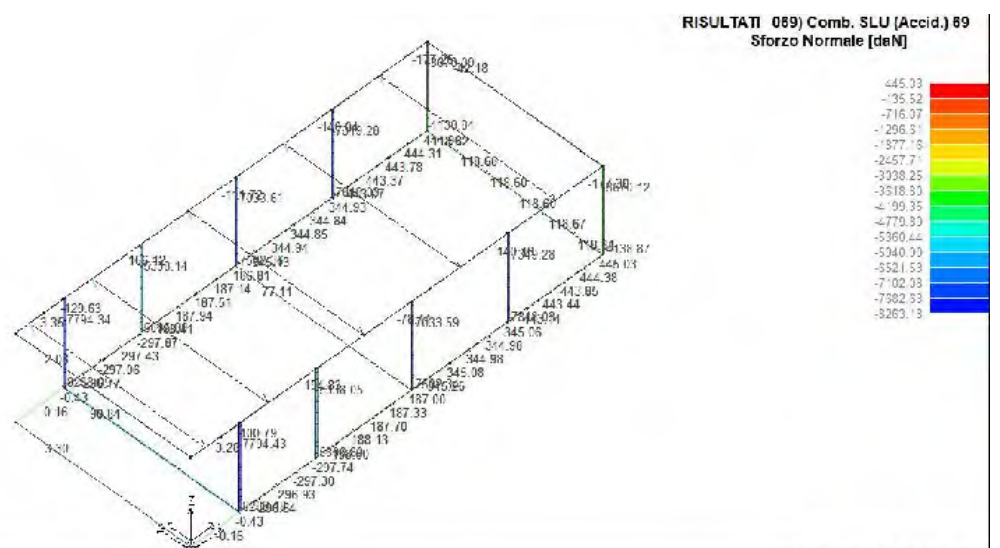
02-SPOGLIATOIO A.PSP

43\_RIS\_N\_048\_Comb. SLE (SLD Danno sism.) 48



02-SPOGLIATOIO A.PSP

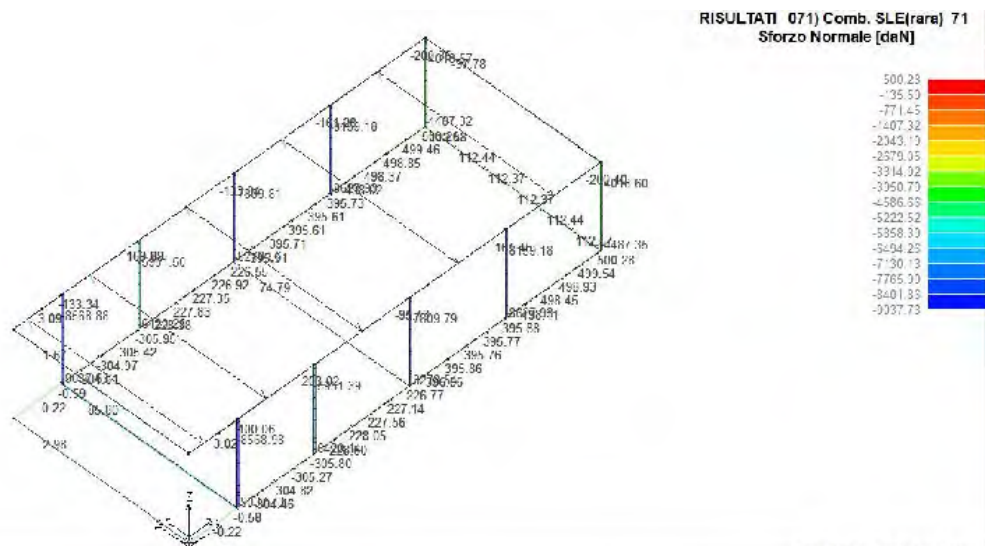
43\_RIS\_N\_051\_Comb. SLE (SLD Danno sism.) 51



02-SPOGLIATOIO A.PSP

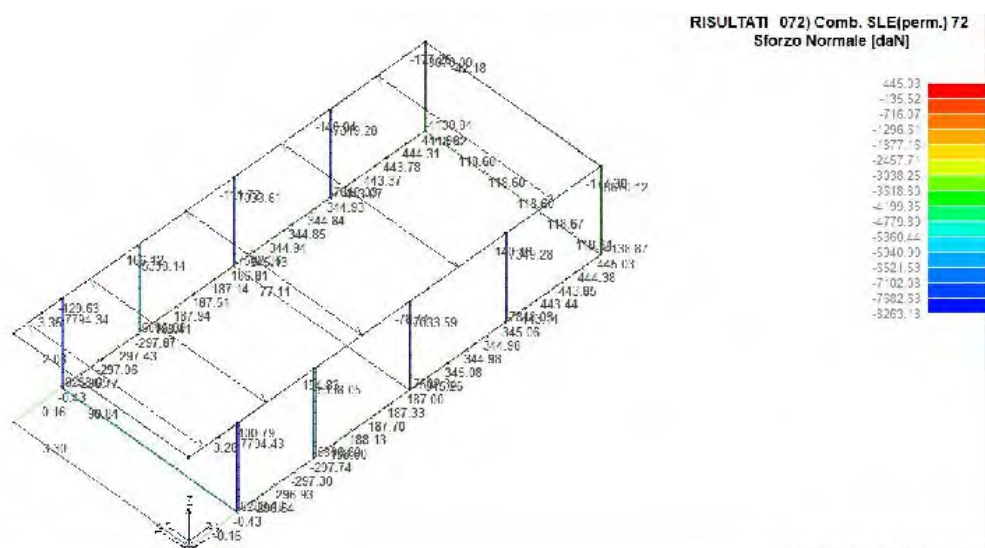
43\_RIS\_N\_069\_Comb. SLU (Accid.) 69





02-SPOGLIATOIO A.PSP

43\_RIS\_N\_071\_Comb. SLE(rare) 71



02-SPOGLIATOIO A.PSP

43\_RIS\_N\_072\_Comb. SLE(perm.) 72

# VERIFICHE ELEMENTI TRAVE C.A.

## LEGENDA TABELLA VERIFICHE ELEMENTI TRAVE C.A.

In tabella vengono riportati per ogni elemento il numero dello stesso ed il codice di verifica.

Nel caso in cui si sia proceduto alla progettazione con le tensioni ammissibili vengono riportate le massime tensioni nell'elemento (massima compressione nel calcestruzzo, massima compressione media nel calcestruzzo, massima tensione nell'acciaio, massima tensione tangenziale) con l'indicazione delle combinazioni in cui si sono attinti i rispettivi valori.

Nel caso in cui si sia proceduto alla progettazione con il metodo degli stati limite vengono riportati il rapporto  $x/d$ , le verifiche per sollecitazioni proporzionali e la verifica per compressione media con l'indicazione delle combinazioni in cui si sono attinti i rispettivi valori.

Per gli elementi tipo pilastro sono riportati numero e diametro dei ferri di vertice, numero e diametro di ferri disposti lungo i lati L1 (paralleli alla base della sezione) e lungo i lati L2 (paralleli all'altezza della sezione).

Per gli elementi tipo trave sono riportati infine le quantità di armatura inferiore e superiore.

In particolare i simboli utilizzati con il metodo delle tensioni ammissibili assumono il seguente significato:

<b>M P X Y</b>	Numero della pilastrata e posizione in pianta
<b>M T Z P P</b>	Numero della travata, quota media pilastrata iniziale e finale (nodo in assenza di pilastrata)
<b>Pilas. o Trave</b>	numero identificativo dell'elemento
<b>Note</b>	Viene riportato il codice relativo alla sezione(s) e relativo al materiale(m); nella terza riga viene riportato il valore delle snellezze in direzione 2-2 e 3-3
<b>Stato</b>	Codici di verifica relativi alle tensioni normali e alle tensioni tangenziali
<b>Quota</b>	Ascissa del punto di verifica
<b>%Af</b>	Percentuale di area di armatura rispetto a quella di calcestruzzo
<b>Armat. long.</b>	Numero e diametro dei ferri di armatura longitudinale: ferri di vertice + ferri di lato (vedi seguente figura)
<b>Af inf.</b>	Area di armatura longitudinale posta all'intradosso della trave
<b>Af sup</b>	Area di armatura longitudinale posta all'estradosso della trave
<b>Sc max</b>	Massima tensione di compressione del calcestruzzo
<b>Sc med</b>	Massima tensione media di compressione del calcestruzzo
<b>Sf max</b>	Tensione massima nell'acciaio
<b>staffe</b>	Vengono riportati i dati del tratto di staffatura in cui cade la sezione di verifica; in particolare: numero dei bracci, diametro, passo, lunghezza tratto
<b>Tau max</b>	Tensione massima tangenziale nel cls
<b>Rif. comb</b>	Combinazioni in cui si generano i seguenti valori di tensione: Sc max, Sc med, Sf max, Tau max
<b>AfV</b>	area dell'armatura atta ad assorbire le azioni di taglio
<b>AfT</b>	area dell'armatura atta ad assorbire le azioni di torsione
<b>Scorr. P</b>	Scorrimento dei piegati
<b>Af long.</b>	Area del ferro longitudinale aggiuntivo per assorbire la torsione

## Progettazione delle fondazioni

Il D.M.14/02/2008 - par. 7.2.5 prevede:

"Per le strutture progettate sia per CD "A" sia per CD "B" il dimensionamento delle strutture di fondazione e la verifica di sicurezza del complesso fondazione-terreno devono essere eseguiti assumendo come azioni in fondazione le resistenze degli elementi strutturali soprastanti [...] si richiede tuttavia che tali azioni risultino non maggiori di quelle trasferite dagli elementi soprastanti, amplificate con un  $\gamma_{Rd}$  pari a 1,1 in CD "B" e 1,3 in CD "A" e comunque non maggiori di quelle derivanti da una analisi elastica della struttura in elevazione eseguita con un fattore di struttura  $q$  pari a 1...."

Nel contesto visualizzazione risultati e nella stampa della relazione sulle fondazioni PRO\_SAP mostra le sollecitazioni che derivano dall'analisi non incrementate sia in termini di pressioni sul terreno che in termini di sollecitazioni.

La progettazione degli elementi strutturali con proprietà fondazione è effettuata da PRO\_SAP (per travi e platee) o da PRO\_CAD Plinti (per plinti e pali di fondazione) incrementando le sollecitazioni delle combinazioni con sisma del fattore:  $\gamma_{rd}$ = 1.1 in CDB  $\gamma_{rd}$ =1.3 in CDA per pali, plinti, travi e platee.

Per i bicchieri dei plinti di fondazione prefabbricati l'incremento delle sollecitazioni ha un fattore:  $\gamma_{rd}$ = 1.2 in CDB  $\gamma_{rd}$ =1.35 in CDA.

N.B.: se il fattore di struttura  $q$  è =1 la progettazione viene effettuata senza nessun incremento.

Le verifiche geotecniche vengono effettuate dal modulo geotecnico incrementando automaticamente le sollecitazioni del fattore:  $\gamma_{rd}$ = 1.1 in CDB  $\gamma_{rd}$ =1.3 in CDA per pali, plinti, travi e platee.

N.B.: se il fattore di struttura  $q$  è =1 le verifiche geotecniche vengono effettuate senza nessun incremento.

Mentre i simboli utilizzati con il metodo degli stati limite assumono il seguente significato:

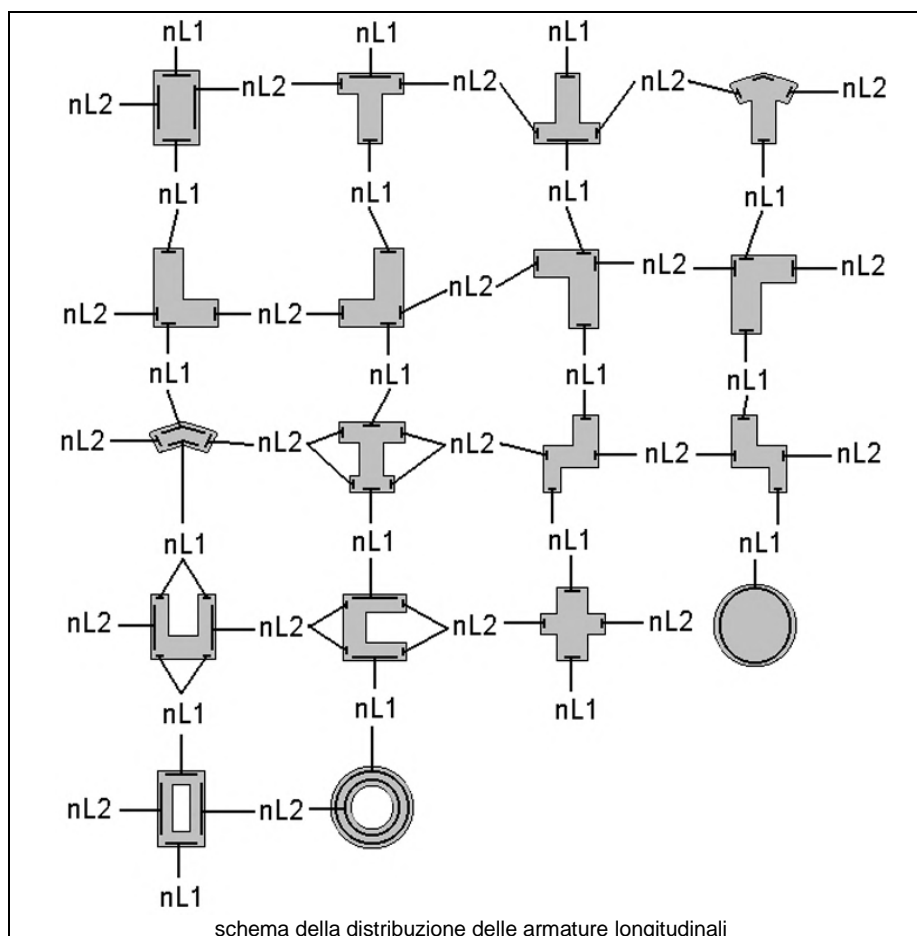
<b>r. snell.</b>	Rapporto $\lambda$ su $\lambda^*$ : valore superiore a 1 per elementi snelli, caso in cui viene effettuata la verifica con il metodo diretto dello stato di equilibrio
<b>Verifica(verif.)</b>	rapporto $S_d/S_u$ con sollecitazioni ultime proporzionali o a sforzo normale costante: valore minore o uguale a 1 per verifica positiva
<b>ver.sis</b>	rapporto $N_d/N_u$ con $N_u$ calcolato come al punto 7.4.4.2.2.1; valore minore o uguale a 1 per verifica positiva
<b>ver.V/T</b>	rapporto $S_d/S_u$ con sollecitazioni taglianti e torcenti proporzionali valore minore o uguale a 1 per verifica positiva
<b>x/d</b>	rapporto tra posizione dell'asse neutro e altezza utile alla rottura della sezione (per sola flessione)

Per gli elementi progettati secondo il criterio della gerarchia delle resistenze (pilastri e travi) si riporta una ulteriore tabella di seguito descritta:

<b>M negativo i</b>	Valore del momento resistente negativo (positivo) all' estremità iniziale i (finale f) della trave
<b>V M-i M+f</b>	Taglio generato dai momenti resistenti negativo i e positivo f (positivo i e negativo f)
<b>V totale</b>	Massimo valore assoluto ottenuto per combinazione del taglio isostatico e dei tagli concomitanti (p.to 7.4.4.1.1.)
<b>Verif. V</b>	Rapporto tra il taglio massimo e $V_{r1}$ (p.to 7.4.4.1.2.2);
<b>Sovr. 2-2 i</b>	Sovreresistenza del pilastro (come da formula 7.4.4). Rapporto tra i momenti resistenti delle travi e dei pilastri. Il valore del fattore rispettivamente per il momento 2-2 (3-3) alla base i ed alla sommità f del pilastro deve essere maggiore del $\gamma_{maRd}$ adottato
<b>M 2-2 i</b>	Valore del momento resistente rispettivamente per 2-2 (3-3) alla base i ed alla sommità f del pilastro (massimo momento in presenza dello sforzo normale di calcolo)
<b>Luce per V</b>	Luce di calcolo per la definizione del taglio (generato dai momenti resistenti)
<b>V M2-2</b>	Valore del taglio generato dai momenti resistenti 2-2 (3-3)

Per i nodi trave-pilastro viene riportata la seguente tabella relativa al calcolo delle armature di confinamento e alla verifica di resistenza del nodo (richiesta solo per strutture in classe di duttilità alta); le caselle vuote indicano parametri non riportati in quanto non necessari.

<b>Stato</b>	Esito della verifica (come da formula 7.4.8) per resistenza a compressione del nodo (solo CDA)
<b>I 7.4.29</b>	Passo delle staffe di confinamento come richiesto dalla formula 7.4.29
<b>Bj2(3)</b>	Dimensione del nodo per il taglio in direzione 2 (3)
<b>Hjc2(2)</b>	Distanza tra le giaciture di armatura del pilastro per il taglio in direzione 2 (3)
<b>V. 7.4.8</b>	Rapporto tra il taglio $V_{jbd}$ e il taglio resistente come da formula 7.4.8 (solo CDA)
<b>I 7.4.10</b>	Passo delle staffe valutato in funzione della formula 7.4.10 (solo CDA)



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:

Test N°	Titolo
24	TENSIONI E ROTAZIONI RISPETTO ALLA CORDA DI ELEMENTI TRAVE
27	FRECCIA DI ELEMENTI TRAVE
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.
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.
52	SOVRARESISTENZE
53	DETTAGLI COSTRUTTIVI C.A.: LIMITI D'ARMATURA PILASTRI E NODI TRAVE-PILASTRO
68	VALUTAZIONE EFFETTO P- $\delta$ SU PILASTRATA
69	VALUTAZIONE EFFETTO P- $\delta$ SU TELAIO 3D
120	PROGETTO E VERIFICA DI TRAVI PREM

				M_P= 1	X=164.8	Y=0.0						
Pilas.	Note	Stato	Quota	%Af	r. snell.	Armat. long.	V N/M	V N sis	Staffe	V V/T cls	V V/T acc	Rif. cmb
			cm						L=cm			
4	s=1,m=3	ok,ok	0.0	1.97	0.87	4d14 2+2 d14	0.73	0.14	2+2d8/10 L=50	0.49	0.29	30,16,30,30
			150.0	1.97	0.87	4d14 2+2 d14	0.23	0.142+2d8/15 L=200	0.49	0.44	31,16,30,30	
[b=1.0;1.0]			300.0	1.97	0.87	4d14 2+2 d14	0.53	0.13	2+2d8/10 L=50	0.49	0.29	30,16,30,30
				M_P= 2	X=424.0	Y=0.0						
Pilas.	Note	Stato	Quota	%Af	r. snell.	Armat. long.	V N/M	V N sis	Staffe	V V/T cls	V V/T acc	Rif. cmb
8	s=1,m=3	ok,ok	0.0	1.97	0.47	4d14 2+2 d14	0.62	0.09	2+2d8/10 L=50	0.49	0.28	31,13,31,31
			150.0	1.97	0.47	4d14 2+2 d14	0.20	0.092+2d8/15 L=200	0.49	0.42	31,13,31,31	
[b=1.0;1.0]			300.0	1.97	0.47	4d14 2+2 d14	0.49	0.09	2+2d8/10 L=50	0.49	0.28	19,13,31,31
				M_P= 3	X=748.0	Y=0.0						
Pilas.	Note	Stato	Quota	%Af	r. snell.	Armat. long.	V N/M	V N sis	Staffe	V V/T cls	V V/T acc	Rif. cmb
9	s=1,m=3	ok,ok	0.0	1.97	0.55	4d14 2+2 d14	0.51	0.11	2+2d8/10 L=50	0.47	0.29	31,28,31,36
			150.0	1.97	0.55	4d14 2+2 d14	0.20	0.112+2d8/15 L=200	0.47	0.43	28,28,31,36	
[b=1.0;1.0]			300.0	1.97	0.55	4d14 2+2 d14	0.35	0.11	2+2d8/10 L=50	0.47	0.29	19,28,31,36
				M_P= 4	X=1072.0	Y=0.0						
Pilas.	Note	Stato	Quota	%Af	r. snell.	Armat. long.	V N/M	V N sis	Staffe	V V/T cls	V V/T acc	Rif. cmb
10	s=1,m=3	ok,ok	0.0	1.97	1.02	4d14 2+2 d14	0.41	0.12	2+2d8/10 L=50	0.46	0.29	35,28,31,36
			150.0	1.97	1.02	4d14 2+2 d14	0.17	0.122+2d8/15 L=200	0.46	0.43	27,28,31,36	
[b=1.0;1.0]			300.0	1.97	1.02	4d14 2+2 d14	0.35	0.11	2+2d8/10 L=50	0.46	0.29	19,28,31,36
				M_P= 5	X=1396.0	Y=0.0						
Pilas.	Note	Stato	Quota	%Af	r. snell.	Armat. long.	V N/M	V N sis	Staffe	V V/T cls	V V/T acc	Rif. cmb
1	s=1,m=3	ok,ok	0.0	1.97	0.53	4d14 2+2 d14	0.58	0.07	2+2d8/10 L=50	0.47	0.27	21,22,30,31
			150.0	1.97	0.53	4d14 2+2 d14	0.16	0.072+2d8/15 L=200	0.47	0.41	27,22,30,31	
[b=1.0;1.0]			300.0	1.97	0.53	4d14 2+2 d14	0.50	0.07	2+2d8/10 L=50	0.47	0.27	18,22,30,31
				M_P= 6	X=164.8	Y=595.0						
Pilas.	Note	Stato	Quota	%Af	r. snell.	Armat. long.	V N/M	V N sis	Staffe	V V/T cls	V V/T acc	Rif. cmb
3	s=1,m=3	ok,ok	0.0	1.97	0.87	4d14 2+2 d14	0.73	0.14	2+2d8/10 L=50	0.49	0.29	33,7,33,33
			150.0	1.97	0.87	4d14 2+2 d14	0.23	0.142+2d8/15 L=200	0.49	0.44	36,7,33,33	
[b=1.0;1.0]			300.0	1.97	0.87	4d14 2+2 d14	0.53	0.13	2+2d8/10 L=50	0.49	0.29	33,7,33,33
				M_P= 7	X=424.0	Y=595.0						
Pilas.	Note	Stato	Quota	%Af	r. snell.	Armat. long.	V N/M	V N sis	Staffe	V V/T cls	V V/T acc	Rif. cmb
5	s=1,m=3	ok,ok	0.0	1.97	0.47	4d14 2+2 d14	0.62	0.09	2+2d8/10 L=50	0.49	0.28	36,6,36,36
			150.0	1.97	0.47	4d14 2+2 d14	0.20	0.092+2d8/15 L=200	0.49	0.42	36,6,36,36	
[b=1.0;1.0]			300.0	1.97	0.47	4d14 2+2 d14	0.49	0.09	2+2d8/10 L=50	0.49	0.28	12,6,36,36
				M_P= 8	X=748.0	Y=595.0						
Pilas.	Note	Stato	Quota	%Af	r. snell.	Armat. long.	V N/M	V N sis	Staffe	V V/T cls	V V/T acc	Rif. cmb
6	s=1,m=3	ok,ok	0.0	1.97	0.54	4d14 2+2 d14	0.51	0.11	2+2d8/10 L=50	0.47	0.29	36,23,36,31
			150.0	1.97	0.54	4d14 2+2 d14	0.20	0.112+2d8/15 L=200	0.47	0.43	23,23,36,31	
[b=1.0;1.0]			300.0	1.97	0.54	4d14 2+2 d14	0.35	0.11	2+2d8/10 L=50	0.47	0.29	12,23,36,31
				M_P= 9	X=1072.0	Y=595.0						
Pilas.	Note	Stato	Quota	%Af	r. snell.	Armat. long.	V N/M	V N sis	Staffe	V V/T cls	V V/T acc	Rif. cmb



7	s=1,m=3	ok,ok	0.0	1.97	1.02	4d14 2+2 d14	0.41	0.12	2+2d8/10 L=50	0.46	0.29	32,23,36,30
			150.0	1.97	1.02	4d14 2+2 d14	0.17	0.122+2d8/15 L=200	0.46	0.43	24,23,36,30	
	[b=1.0;1.0]		300.0	1.97	1.02	4d14 2+2 d14	0.35	0.11	2+2d8/10 L=50	0.46	0.29	12,23,36,30
<b>M_P= 10 X=1396.0 Y=595.0</b>												
Pilas.	Note	Stato	Quota	%Af	r. snell.	Armat. long.	V N/M	V N sis	Staffe	V V/T cls	V V/T acc	Rif. cmb
2	s=1,m=3	ok,ok	0.0	1.97	0.53	4d14 2+2 d14	0.58	0.07	2+2d8/10 L=50	0.47	0.27	26,25,33,36
			150.0	1.97	0.53	4d14 2+2 d14	0.16	0.072+2d8/15 L=200	0.47	0.41	24,25,33,36	
	[b=1.0;1.0]		300.0	1.97	0.53	4d14 2+2 d14	0.50	0.07	2+2d8/10 L=50	0.47	0.27	9,25,33,36

<b>Pilas.</b>	<b>%Af</b>	<b>r. snell.</b>	<b>V N/M</b>	<b>V N sis</b>	<b>V V/T cls</b>	<b>V V/T acc</b>
	1.97	1.02	0.73	0.14	0.49	0.44

Pilas.	sovr. Xi	sovr. Xf	sovr. Yi	sovr. Yf	M 2-2 i	M 2-2 f	M 3-3 i	M 3-3 f	Luce per V	V M2-2	V M3-3
					daN cm	daN cm	daN cm	daN cm	cm	daN	daN
1	0.0	0.0	0.0	0.0	4.973e+05	4.935e+05	4.973e+05	4.935e+05	237.88	4598.86	4598.86
2	0.0	0.0	0.0	0.0	4.973e+05	4.935e+05	4.973e+05	4.935e+05	237.88	4598.86	4598.86
3	0.0	0.0	0.0	0.0	5.325e+05	5.290e+05	5.325e+05	5.290e+05	237.88	4925.07	4925.07
4	0.0	0.0	0.0	0.0	5.325e+05	5.290e+05	5.325e+05	5.290e+05	237.88	4925.07	4925.07
5	0.0	0.0	0.0	0.0	5.069e+05	5.032e+05	5.069e+05	5.032e+05	237.88	4688.34	4688.34
6	0.0	0.0	0.0	0.0	5.182e+05	5.145e+05	5.182e+05	5.145e+05	237.88	4792.07	4792.07
7	0.0	0.0	0.0	0.0	5.211e+05	5.174e+05	5.211e+05	5.174e+05	237.88	4818.84	4818.84
8	0.0	0.0	0.0	0.0	5.069e+05	5.032e+05	5.069e+05	5.032e+05	237.88	4688.34	4688.34
9	0.0	0.0	0.0	0.0	5.182e+05	5.145e+05	5.182e+05	5.145e+05	237.88	4792.07	4792.07
10	0.0	0.0	0.0	0.0	5.211e+05	5.174e+05	5.211e+05	5.174e+05	237.88	4818.84	4818.84

Pilas.	M 2-2 i	M 2-2 f	M 3-3 i	M 3-3 f	V M2-2	V M3-3
	5.325e+05	5.290e+05	5.325e+05	5.290e+05	4925.07	4925.07

Nodo	Stato	Pilas.	Diam st	I 7.4.29	n. br. 2	Bj2	Hjc2	n. br. 3	Bj3	Hjc3	V. 7.4.8	I 7.4.10	Rif. cmb
			mm	cm		cm	cm		cm	cm			
13		1	8	8.0	2	37.5		2	30.0				
14		2	8	8.0	2	37.5		2	30.0				
17		5	8	8.0	2	37.5		2	25.0				
18		6	8	8.0	2	37.5		2	25.0				
19		7	8	8.0	2	37.5		2	25.0				
20		8	8	8.0	2	37.5		2	25.0				
21		9	8	8.0	2	37.5		2	25.0				
22		10	8	8.0	2	37.5		2	25.0				
23		3	8	8.0	2	37.5		2	25.0				
26		4	8	8.0	2	37.5		2	25.0				

Nodo	I 7.4.29	V. 7.4.8	I 7.4.10
	8.00		

Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	M_T= 5	Z=0.0	P=1	P=5	Staffe	Rif. cmb
		cm					x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc	L=cm	
26	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.01	0.17	0.05	2d8/15 L=100	28,36,1
	s=4,m=3	100.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.03	0.12	0.14	0.03	2d8/15 L=100	3,2,2
23	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.03	0.12	0.15	0.03	2d8/15 L=52	3,36,2
	s=4,m=3	64.8	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.07	0.17	0.07	2d8/15 L=52	3,2,2
30	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.16	0.14	0.09	2d8/15 L=52	20,33,32
	s=4,m=3	64.8	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.26	0.12	0.05	2d8/15 L=52	20,33,36
36	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.26	0.12	0.05	2d8/15 L=10	20,33,36
	s=4,m=3	64.8	0.12	4.5	2.3	0.0	0.03	0.28	0.14	0.04	2d8/22 L=55	16,33,33
44	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.03	0.28	0.14	0.04	2d8/22 L=55	16,33,33
	s=4,m=3	64.8	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.18	0.16	0.06	2d8/15 L=10	24,33,2
53	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.18	0.16	0.06	2d8/15 L=52	24,33,2
	s=4,m=3	64.8	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.16	0.19	0.11	2d8/15 L=52	21,33,2
27	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.28	0.15	0.07	2d8/15 L=52	16,31,2
	s=4,m=3	64.8	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.32	0.13	0.04	2d8/15 L=52	16,31,20
34	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.32	0.12	0.04	2d8/15 L=10	16,31,20
	s=4,m=3	64.8	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.24	0.14	0.06	2d8/22 L=55	16,33,17
42	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.24	0.14	0.06	2d8/22 L=55	16,33,17
	s=4,m=3	64.8	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.13	0.16	0.11	2d8/22 L=65	25,33,13
51	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.13	0.17	0.11	2d8/22 L=55	25,33,13
	s=4,m=3	64.8	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.32	0.19	0.13	2d8/15 L=10	2,33,2
60	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.32	0.20	0.13	2d8/15 L=52	2,33,2
	s=4,m=3	64.8	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.60	0.22	0.17	2d8/15 L=52	2,33,2
31	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.59	0.20	0.12	2d8/15 L=52	2,28,2
	s=4,m=3	64.8	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.41	0.18	0.08	2d8/15 L=52	2,28,32
40	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.41	0.17	0.08	2d8/15 L=10	2,28,32

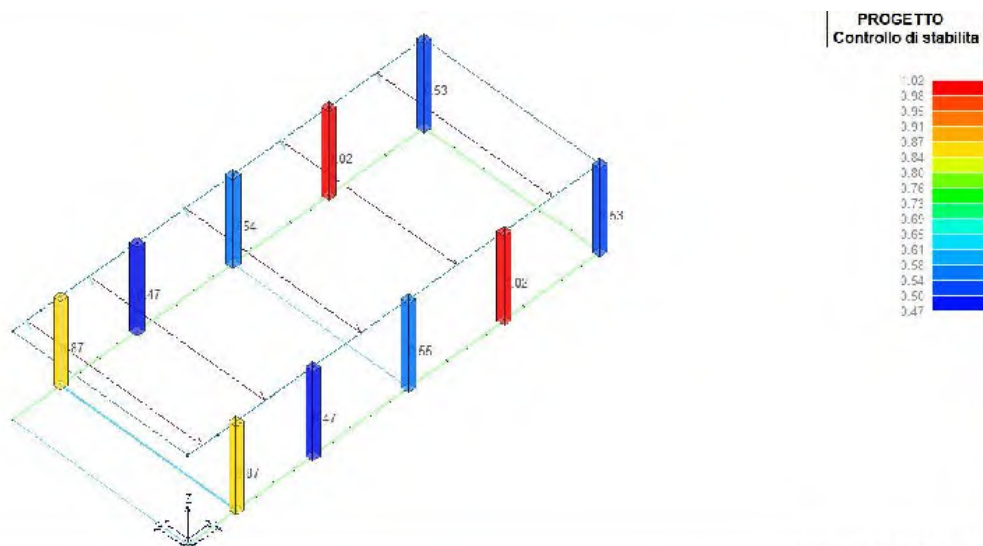
	s=4,m=3	64.8	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.30	0.15	0.06	2d8/22 L=55	2,28,12
49	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.30	0.14	0.06	2d8/22 L=65	2,28,12
	s=4,m=3	64.8	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.30	0.12	0.05	2d8/22 L=65	21,28,17
58	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.30	0.12	0.05	2d8/22 L=55	21,28,17
	s=4,m=3	64.8	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.40	0.15	0.07	2d8/15 L=10	29,28,2
65	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.40	0.15	0.07	2d8/15 L=52	29,28,2
	s=4,m=3	64.8	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.56	0.17	0.11	2d8/15 L=52	2,28,2
37	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.53	0.17	0.15	2d8/15 L=52	2,28,2
	s=4,m=3	64.8	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.30	0.16	0.11	2d8/15 L=52	21,28,2
45	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.30	0.15	0.11	2d8/15 L=10	21,28,2
	s=4,m=3	64.8	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.16	0.14	0.11	2d8/22 L=55	21,28,2
54	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.16	0.14	0.11	2d8/22 L=65	21,28,2
	s=4,m=3	64.8	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.24	0.12	0.06	2d8/22 L=65	12,28,28
62	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.24	0.13	0.06	2d8/22 L=55	12,28,28
	s=4,m=3	64.8	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.32	0.11	0.03	2d8/15 L=10	20,28,28
67	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.31	0.12	0.03	2d8/15 L=52	20,28,28
	s=4,m=3	64.8	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.33	0.11	0.05	2d8/15 L=52	20,28,25
<b>M_T= 6      Z=0.0      P=5      P=10</b>												
Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc	Staffe	Rif. cmb
24	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.54	0.11	0.11	2d8/15 L=62	28,28,2
	s=4,m=3	99.2	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.73	0.10	0.12	2d8/22 L=24	28,28,28
28	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.72	0.10	0.12	2d8/22 L=99	28,28,28
	s=4,m=3	99.2	0.12	4.5	2.3	0.0	0.03	0.81	0.08	0.09	2d8/22 L=99	2,28,28
32	ok,ok	0.0	0.12	4.5	3.4	0.0	0.04	0.56	0.08	0.09	2d8/22 L=99	2,28,28
	s=4,m=3	99.2	0.12	4.5	3.4	0.0	0.04	0.64	0.06	0.05	2d8/22 L=99	2,28,28
38	ok,ok	0.0	0.12	4.5	3.4	0.0	0.04	0.64	0.07	0.05	2d8/22 L=99	2,25,25
	s=4,m=3	99.2	0.12	4.5	3.4	0.0	0.04	0.56	0.08	0.08	2d8/22 L=99	2,25,25
46	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.03	0.81	0.08	0.08	2d8/22 L=99	2,25,25
	s=4,m=3	99.2	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.72	0.10	0.11	2d8/22 L=99	28,21,21
55	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.72	0.10	0.11	2d8/22 L=24	28,21,21
	s=4,m=3	99.2	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.51	0.11	0.11	2d8/15 L=62	28,21,2
<b>M_T= 7      Z=0.0      P=6      P=10</b>												
Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc	Staffe	Rif. cmb
25	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.01	0.16	0.05	2d8/15 L=100	28,33,1
	s=4,m=3	100.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.03	0.12	0.15	0.03	2d8/15 L=100	3,33,2
29	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.03	0.12	0.16	0.03	2d8/15 L=52	3,33,2
	s=4,m=3	64.8	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.07	0.19	0.07	2d8/15 L=52	3,33,2
35	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.15	0.19	0.09	2d8/15 L=52	32,36,36
	s=4,m=3	64.8	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.25	0.16	0.05	2d8/15 L=52	12,32,36
43	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.25	0.16	0.05	2d8/15 L=10	12,36,36
	s=4,m=3	64.8	0.12	4.5	2.3	0.0	0.03	0.28	0.12	0.04	2d8/22 L=55	8,32,29
52	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.03	0.28	0.12	0.04	2d8/22 L=55	8,32,29
	s=4,m=3	64.8	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.18	0.13	0.06	2d8/15 L=10	24,30,2
61	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.18	0.14	0.06	2d8/15 L=52	24,30,2
	s=4,m=3	64.8	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.16	0.16	0.11	2d8/15 L=52	21,30,2
33	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.27	0.17	0.07	2d8/15 L=52	8,36,2
	s=4,m=3	64.8	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.32	0.14	0.04	2d8/15 L=52	8,36,12
41	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.32	0.14	0.04	2d8/15 L=10	8,36,12
	s=4,m=3	64.8	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.24	0.13	0.06	2d8/22 L=55	8,36,9
50	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.23	0.12	0.06	2d8/22 L=65	8,30,9
	s=4,m=3	64.8	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.12	0.15	0.11	2d8/22 L=65	21,30,2
59	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.13	0.15	0.11	2d8/22 L=55	21,30,2
	s=4,m=3	64.8	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.32	0.18	0.13	2d8/15 L=10	2,30,2
66	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.32	0.18	0.13	2d8/15 L=52	2,30,2
	s=4,m=3	64.8	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.60	0.20	0.17	2d8/15 L=52	2,30,2
39	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.59	0.16	0.12	2d8/15 L=52	2,25,2
	s=4,m=3	64.8	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.41	0.15	0.08	2d8/15 L=52	2,25,12
48	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.41	0.14	0.08	2d8/15 L=10	2,25,12
	s=4,m=3	64.8	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.30	0.12	0.06	2d8/22 L=55	2,25,12
57	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.30	0.12	0.06	2d8/22 L=65	2,25,12
	s=4,m=3	64.8	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.30	0.14	0.06	2d8/22 L=65	21,25,9
64	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.30	0.14	0.06	2d8/22 L=55	21,25,9
	s=4,m=3	64.8	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.40	0.16	0.07	2d8/15 L=10	29,25,2
69	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.40	0.16	0.07	2d8/15 L=52	29,25,2
	s=4,m=3	64.8	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.56	0.18	0.11	2d8/15 L=52	2,25,2
47	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.53	0.16	0.15	2d8/15 L=52	2,23,2
	s=4,m=3	64.8	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.30	0.14	0.11	2d8/15 L=52	25,23,2
56	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.30	0.14	0.11	2d8/15 L=10	25,25,2
	s=4,m=3	64.8	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.16	0.12	0.11	2d8/22 L=55	21,25,2
63	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.16	0.12	0.11	2d8/22 L=65	21,25,2
	s=4,m=3	64.8	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.25	0.09	0.06	2d8/22 L=65	12,25,24
68	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.24	0.10	0.06	2d8/22 L=55	12,25,24
	s=4,m=3	64.8	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.31	0.11	0.03	2d8/15 L=10	12,25,28
70	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.31	0.11	0.03	2d8/15 L=52	12,25,28
	s=4,m=3	64.8	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.30	0.13	0.05	2d8/15 L=52	8,25,25
<b>M_T= 8      Z=0.0      P=1      P=6</b>												
Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc	Staffe	Rif. cmb

73	ok,ok	0.0	0.09	2.3	2.3	0.0	0.04	0.81	0.09	0.10	2d8/15 L=75 33,36,36
	s=5,m=3	297.5	0.09	2.3	2.3	0.0	0.04	0.64	0.04	0.05	2d8/22 L=419 2,36,36
		595.0	0.09	2.3	2.3	0.0	0.04	0.81	0.09	0.10	2d8/15 L=75 33,29,29
<b>M_T= 9      Z=0.0      N=60      N=61</b>											
Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc	Staffe Rif. cmb
74	ok,ok	0.0	0.09	2.3	2.3	0.0	0.04	0.27	0.08	0.06	2d8/10 L=80 32,26,36
	s=5,m=3	297.5	0.09	2.3	2.3	0.0	0.04	0.27	0.05	0.08	2d8/22 L=435 1,26,36
		595.0	0.09	2.3	2.3	0.0	0.04	0.27	0.08	0.06	2d8/10 L=80 35,26,36
<b>M_T= 10      Z=0.0      P=3      P=8</b>											
Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc	Staffe Rif. cmb
75	ok,ok	0.0	0.09	2.3	2.3	0.0	0.04	0.69	0.07	0.06	2d8/10 L=80 26,24,36
	s=5,m=3	297.5	0.09	2.3	2.3	0.0	0.04	0.33	0.04	0.08	2d8/22 L=410 1,24,36
		595.0	0.09	2.3	2.3	0.0	0.04	0.69	0.07	0.06	2d8/10 L=80 21,24,36
<b>M_T= 1      Z=300.0      P=1      P=5</b>											
Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc	Staffe Rif. cmb
11	ok,ok	0.0	0.40	4.0	4.0	4.2	0.16	0.04	0.70	0.78	2d8/5 L=50 23,36,36
	s=2,m=3	100.0	0.40	4.0	4.0	4.2	0.16	0.74	0.75	0.87	2d8/5 L=50 2,36,36
12	ok,ok	0.0	0.56	4.0	5.6	4.2	0.18	0.55	0.76	0.87	2d8/5 L=2 2,36,36
	s=2,m=3	64.8	0.80	4.0	8.0	4.2	0.22	0.94	0.81	0.97	2d8/5 L=50 2,36,36
71	ok,ok	0.0	0.71	4.0	7.1	0.0	0.20	0.87	0.45	0.17	2d8/5 L=50 2,26,36
	s=2,m=3	129.6	0.40	4.0	4.0	0.0	0.16	0.13	0.32	0.29	2d8/15 L=134 36,26,36
		259.2	0.40	4.0	4.0	0.0	0.16	0.54	0.40	0.15	2d8/5 L=50 18,26,36
13	ok,ok	0.0	0.40	4.0	4.0	0.0	0.16	0.76	0.37	0.15	2d8/5 L=50 2,33,36
	s=2,m=3	162.0	0.40	4.0	4.0	0.0	0.16	0.55	0.21	0.17	2d8/15 L=199 2,33,36
		324.0	0.40	4.0	4.0	0.0	0.16	0.84	0.37	0.15	2d8/5 L=50 2,33,36
14	ok,ok	0.0	0.40	4.0	4.0	0.0	0.16	0.92	0.43	0.15	2d8/5 L=50 2,36,36
	s=2,m=3	162.0	0.40	4.0	4.0	0.0	0.16	0.43	0.27	0.17	2d8/15 L=199 2,36,36
		324.0	0.40	4.0	4.0	0.0	0.16	0.92	0.43	0.15	2d8/5 L=50 2,36,36
15	ok,ok	0.0	0.56	4.0	5.6	4.0	0.18	0.75	0.43	0.53	2d8/5 L=50 2,31,36
	s=2,m=3	162.0	0.40	4.0	4.0	4.0	0.16	0.64	0.27	0.61	2d8/10 L=199 2,31,36
		324.0	0.40	4.0	4.0	4.0	0.16	0.63	0.42	0.51	2d8/5 L=50 18,31,36
<b>M_T= 2      Z=300.0      P=5      P=10</b>											
Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc	Staffe Rif. cmb
16	ok,ok	0.0	0.54	4.0	4.0	0.0	0.17	0.77	0.15	0.04	2d8/5 L=50 26,30,36
	s=3,m=3	297.5	0.54	4.0	4.0	0.0	0.17	0.17	0.11	0.09	2d8/15 L=470 2,30,36
		595.0	0.54	4.0	4.0	0.0	0.17	0.77	0.15	0.04	2d8/5 L=50 21,30,36
<b>M_T= 3      Z=300.0      P=6      P=10</b>											
Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc	Staffe Rif. cmb
21	ok,ok	0.0	0.40	4.0	4.0	4.2	0.16	0.04	0.70	0.78	2d8/5 L=50 28,31,31
	s=2,m=3	100.0	0.40	4.0	4.0	4.2	0.16	0.74	0.75	0.87	2d8/5 L=50 2,31,31
20	ok,ok	0.0	0.56	4.0	5.6	4.2	0.18	0.55	0.76	0.87	2d8/5 L=2 2,31,31
	s=2,m=3	64.8	0.80	4.0	8.0	4.2	0.22	0.94	0.81	0.97	2d8/5 L=50 2,31,31
72	ok,ok	0.0	0.71	4.0	7.1	0.0	0.20	0.87	0.45	0.17	2d8/5 L=50 2,21,36
	s=2,m=3	129.6	0.40	4.0	4.0	0.0	0.16	0.13	0.32	0.29	2d8/15 L=134 31,21,36
		259.2	0.40	4.0	4.0	0.0	0.16	0.54	0.40	0.15	2d8/5 L=50 9,21,36
19	ok,ok	0.0	0.40	4.0	4.0	0.0	0.16	0.76	0.37	0.15	2d8/5 L=50 2,36,36
	s=2,m=3	162.0	0.40	4.0	4.0	0.0	0.16	0.55	0.21	0.17	2d8/15 L=199 2,30,36
		324.0	0.40	4.0	4.0	0.0	0.16	0.83	0.37	0.15	2d8/5 L=50 2,36,36
18	ok,ok	0.0	0.40	4.0	4.0	0.0	0.16	0.92	0.43	0.15	2d8/5 L=50 2,31,36
	s=2,m=3	162.0	0.40	4.0	4.0	0.0	0.16	0.43	0.27	0.17	2d8/15 L=199 2,31,36
		324.0	0.40	4.0	4.0	0.0	0.16	0.92	0.43	0.15	2d8/5 L=50 2,31,36
17	ok,ok	0.0	0.56	4.0	5.6	4.0	0.18	0.75	0.43	0.53	2d8/5 L=50 2,36,31
	s=2,m=3	162.0	0.40	4.0	4.0	4.0	0.16	0.64	0.27	0.61	2d8/10 L=199 2,36,31
		324.0	0.40	4.0	4.0	4.0	0.16	0.63	0.42	0.51	2d8/5 L=50 9,36,31
<b>M_T= 4      Z=300.0      N=1      N=2</b>											
Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc	Staffe Rif. cmb
22	ok,ok	0.0	0.54	4.0	4.0	0.0	0.17	0.59	0.18	0.04	2d8/5 L=50 36,22,36
	s=3,m=3	297.5	0.54	4.0	4.0	0.0	0.17	0.21	0.15	0.08	2d8/15 L=495 2,22,36
		595.0	0.54	4.0	4.0	0.0	0.17	0.59	0.18	0.04	2d8/5 L=50 31,22,36
<b>Trave      %Af      Af inf.      Af. sup      Af long.      x/d      V N/M      V V/T cls      V V/T acc</b>											
<b>0.80      4.52      8.04      4.18      0.22      0.94      0.81      0.97</b>											

Trave	M negativo	iM positivo	iM negativo	fM positivo	fLuce per V	V M-i M+f	V M+i M-f	VEd,min	VEd,max	Vr1	As
	daN cm	daN cm	daN cm	daN cm	cm	daN	daN	daN	daN	daN	cm2
11	3.196e+05	3.196e+05	3.196e+05	3.196e+05	152.30	6052.80	4199.14	0.0	0.0	0.0	0.0
12	4.287e+05	3.198e+05	6.022e+05	3.199e+05	152.30	6052.80	4199.14	0.0	0.0	0.0	0.0
13	3.196e+05	3.196e+05	3.196e+05	3.196e+05	299.00	2137.93	2137.93	0.0	0.0	0.0	0.0
14	3.196e+05	3.196e+05	3.196e+05	3.196e+05	299.00	2137.93	2137.93	0.0	0.0	0.0	0.0
15	4.287e+05	3.198e+05	3.196e+05	3.196e+05	299.00	2502.60	2138.59	0.0	0.0	0.0	0.0
16	3.108e+05	3.108e+05	3.108e+05	3.108e+05	570.00	1090.44	1090.44	0.0	0.0	0.0	0.0
17	4.287e+05	3.198e+05	3.196e+05	3.196e+05	299.00	2502.60	2138.59	0.0	0.0	0.0	0.0
18	3.196e+05	3.196e+05	3.196e+05	3.196e+05	299.00	2137.93	2137.93	0.0	0.0	0.0	0.0
19	3.196e+05	3.196e+05	3.196e+05	3.196e+05	299.00	2137.93	2137.93	0.0	0.0	0.0	0.0
20	4.287e+05	3.198e+05	6.022e+05	3.199e+05	152.30	6052.80	4199.14	0.0	0.0	0.0	0.0

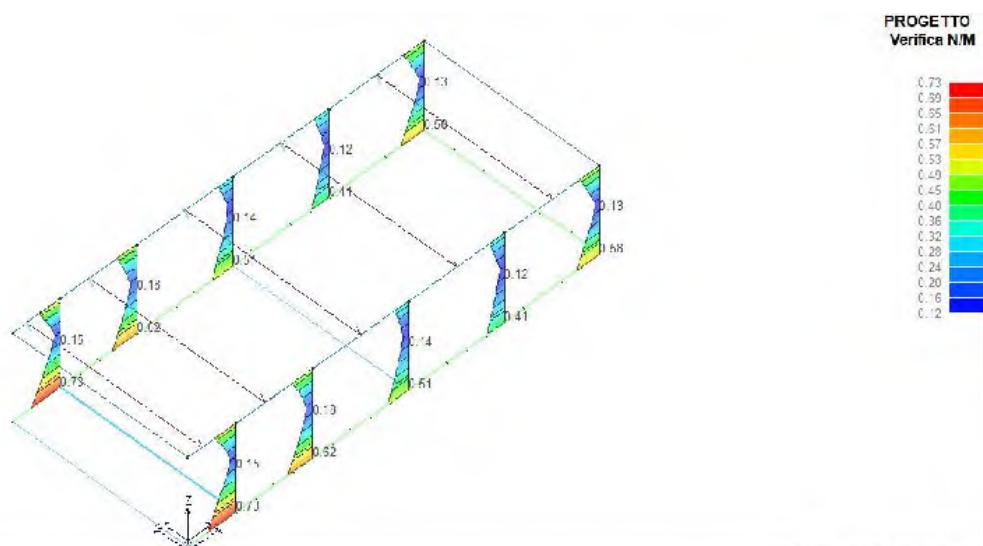
21	3.196e+05	3.196e+05	3.196e+05	3.196e+05	152.30	6052.80	4199.14	0.0	0.0	0.0	0.0
22	3.108e+05	3.108e+05	3.108e+05	3.108e+05	595.00	1044.62	1044.62	0.0	0.0	0.0	0.0
71	5.367e+05	3.200e+05	3.196e+05	3.196e+05	234.20	3656.30	2730.97	0.0	0.0	0.0	0.0
72	5.367e+05	3.200e+05	3.196e+05	3.196e+05	234.20	3656.30	2730.97	0.0	0.0	0.0	0.0
74	6.703e+05	6.703e+05	6.703e+05	6.703e+05	595.00	2252.99	2252.99	0.0	0.0	0.0	0.0
75	6.703e+05	6.703e+05	6.703e+05	6.703e+05	570.00	2351.81	2351.81	0.0	0.0	0.0	0.0

Trave	M negativo iM	M positivo iM	M negativo fM	M positivo fM	V M-i	M+f	V M+i	M-f	VEd,min	VEd,max	Vr1	As
									0.0			
	6.703e+05	6.703e+05	6.703e+05	6.703e+05	6052.80		4199.14			0.0	0.0	0.0



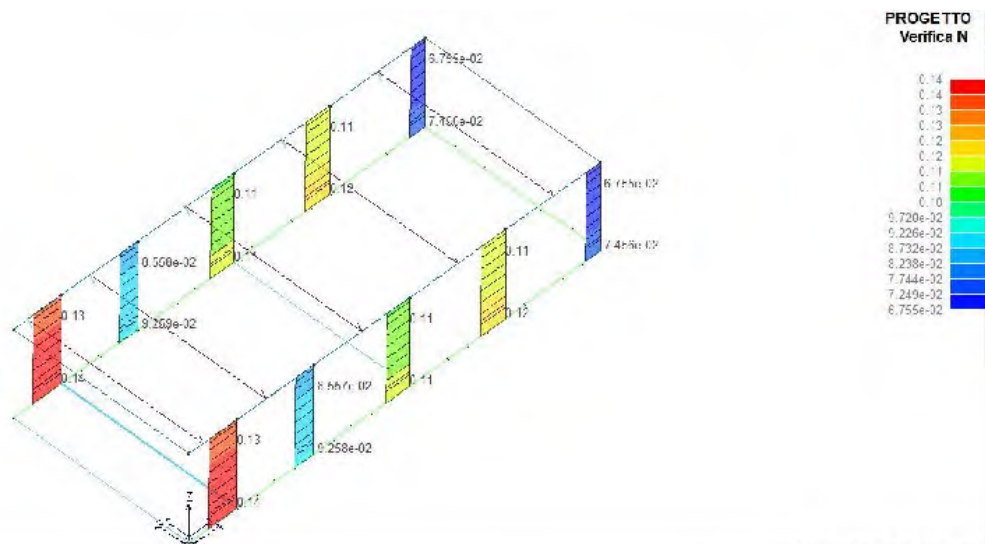
02-SPOGLIATOIO A.PSP

71\_PRO\_CA\_PIL\_STAB

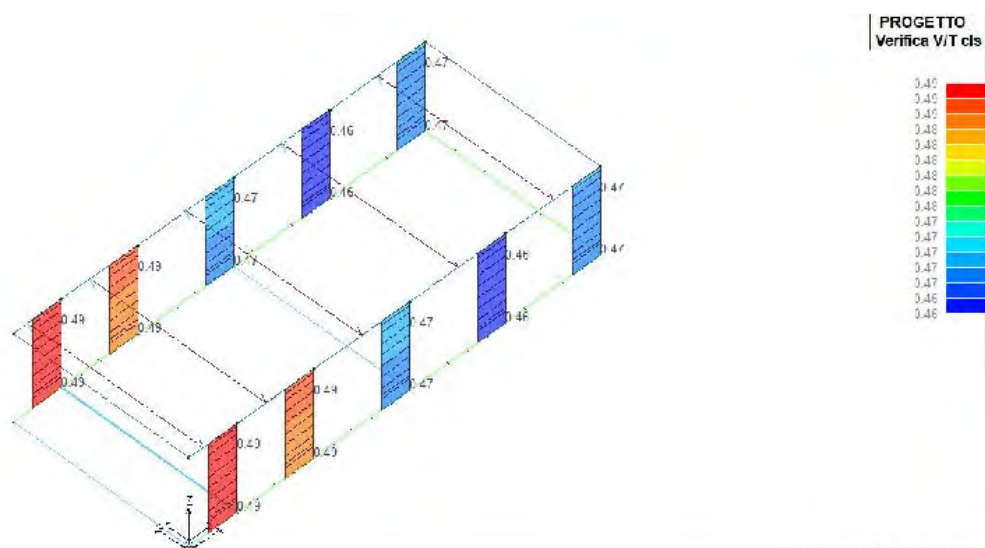


02-SPOGLIATOIO A.PSP

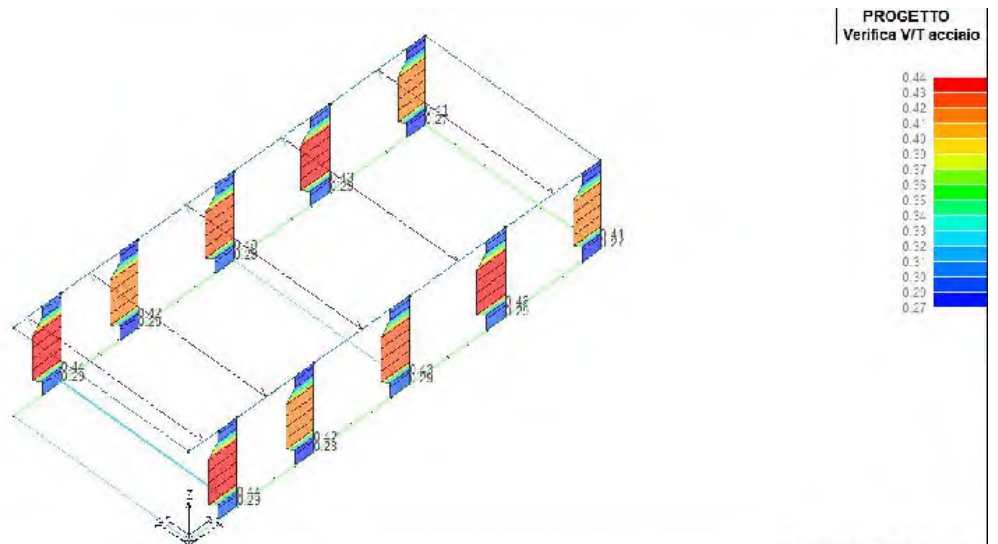
71\_PRO\_CA\_PIL\_VER\_NM

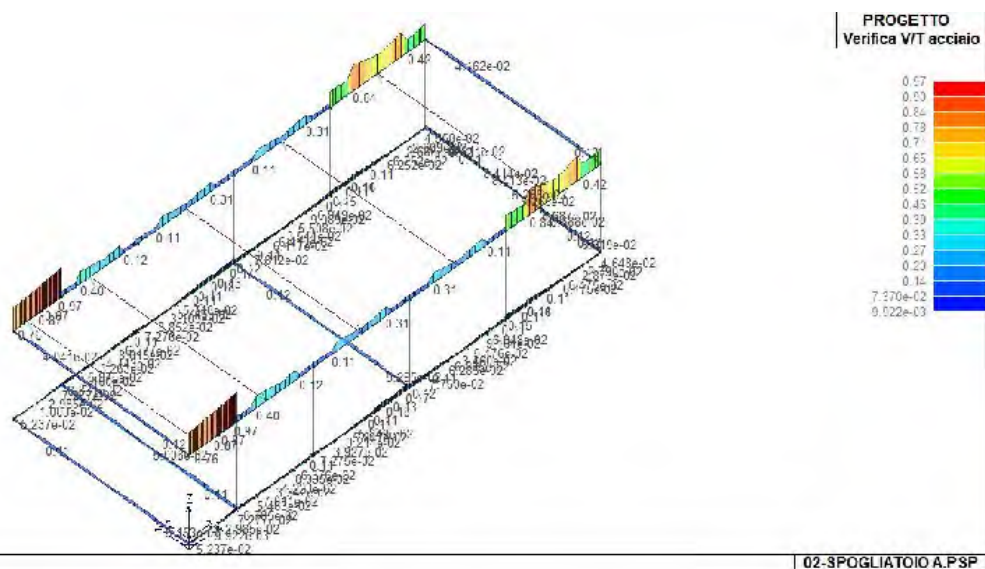
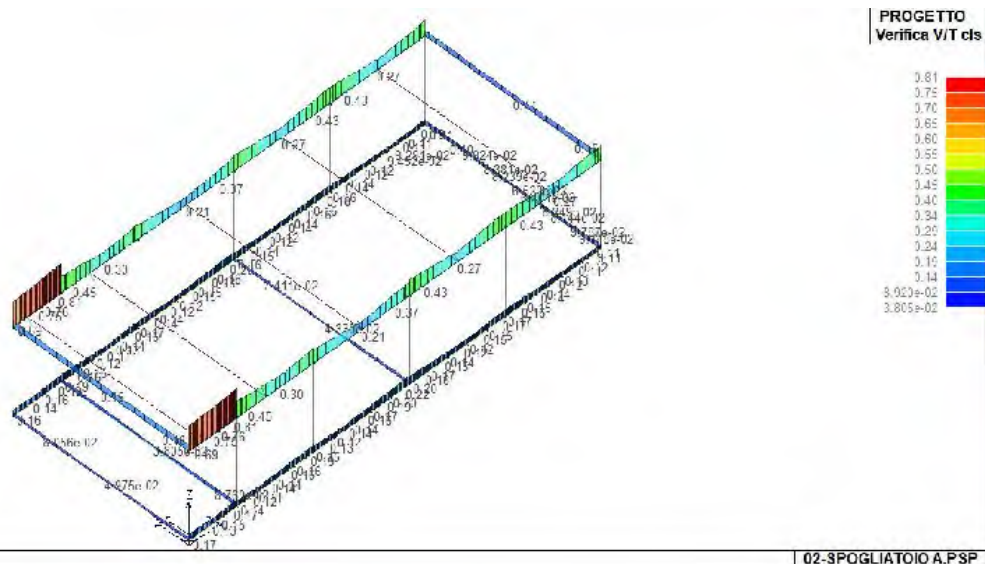


71\_PRO\_CA\_PIL\_VER\_NSIS



71\_PRO\_CA\_PIL\_VER\_VRCD







# STATI LIMITE D' ESERCIZIO

## LEGENDA TABELLA STATI LIMITE D' ESERCIZIO

In tabella vengono riportati i valori di interesse per il controllo degli stati limite d'esercizio.

In particolare vengono riportati, in relazione al tipo di elemento strutturale, i risultati relativi alle tre categorie di combinazione considerate:

- Combinazioni rare
- Combinazioni frequenti
- Combinazioni quasi permanenti.

I valori di interesse sono i seguenti:

<b>rRfck</b>	rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione fck in combinazioni rare [normalizzato a 1]
<b>rRfyk</b>	rapporto tra la massima tensione nell'acciaio e la tensione fyk in combinazioni rare [normalizzato a 1]
<b>rPfck</b>	rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione fck in combinazioni quasi permanenti [normalizzato a 1]
<b>wR</b>	apertura caratteristica delle fessure in combinazioni rare [mm]
<b>wF</b>	apertura caratteristica delle fessure in combinazioni frequenti [mm]
<b>wP</b>	apertura caratteristica delle fessure in combinazioni quasi permanenti [mm]
<b>dR</b>	massima deformazione in combinazioni rare
<b>dF</b>	massima deformazione in combinazioni frequenti
<b>dP</b>	massima deformazione in combinazioni quasi permanenti

Per ognuno dei nove valori soprariportati viene indicata (Rif.cmb) la combinazione in cui si è verificato.

In relazione al tipo di elemento strutturale i valori sono selezionati nel modo seguente:

pilastr	<b>rRfck</b>	<b>rRfyk</b>	<b>rPfck</b>	per sezioni significative
travi	<b>rRfck</b> <b>wR</b> <b>dR</b>	<b>rRfyk</b> <b>wF</b> <b>dF</b>	<b>rPfck</b> <b>wP</b> <b>dP</b>	per sezioni significative per sezioni significative massimi in campata
setti e gusci	<b>rRfck</b> <b>wR</b>	<b>rRfyk</b> <b>wF</b>	<b>rPfck</b> <b>wP</b>	massimi nei nodi dell'elemento massimi nei nodi dell'elemento

Si precisa che i valori di massima deformazione per travi sono riferiti al piano verticale (piano locale 1-2 con momenti flettenti 3-3).



Pilas.	Pos. cm	rRfck	rRfyk	rPfck	Rif. cmb	Pos. cm	rRfck	rRfyk	rPfck	Rif. cmb
1	0.0	0.14	0.07	0.17	71,71,72	150.0	0.10	0.06	0.12	71,71,72
	300.0	0.34	0.25	0.42	71,71,72					
2	0.0	0.14	0.07	0.17	71,71,72	150.0	0.10	0.06	0.12	71,71,72
	300.0	0.34	0.25	0.42	71,71,72					
3	0.0	0.08	0.06	0.11	71,71,72	150.0	0.14	0.08	0.17	71,71,72
	300.0	0.26	0.15	0.34	71,71,72					
4	0.0	0.08	0.06	0.11	71,71,72	150.0	0.14	0.08	0.17	71,71,72
	300.0	0.26	0.15	0.34	71,71,72					
...										
10	300.0	0.10	0.07	0.13	71,71,72	150.0	0.07	0.05	0.09	71,71,72
Pilas.		rRfck	rRfyk	rPfck			rRfck	rRfyk	rPfck	
		0.34	0.25	0.42						

Trave	Pos. cm	rRfck	rRfyk	rPfck	Rif. cmb	wR mm	wF mm	wP mm	Rif. cmb	dR cm	dF cm	dP cm	Rif. cmb
11	0.0	0.0	1.17e-04	0.0	0,70,0	0.0	0.0	0.0	0,0,0	1.08	0.0	1.03	71,0,72
	100.0	0.35	0.63	0.44	71,71,72	0.18	0.0	0.20	71,0,72				
12	0.0	0.31	0.46	0.39	71,71,72	0.10	0.0	0.11	71,0,72	1.08	0.0	1.03	71,0,72
	64.8	0.66	0.77	0.81	71,71,72	0.20	0.0	0.19	71,0,72				
13	0.0	0.36	0.63	0.43	71,71,72	0.18	0.0	0.19	71,0,72	-0.21	0.0	-0.19	71,0,72
	162.0	0.26	0.46	0.31	71,71,72	0.13	0.0	0.12	71,0,72				
	324.0	0.39	0.70	0.47	71,71,72	0.20	0.0	0.21	71,0,72				
14	0.0	0.43	0.77	0.52	71,71,72	0.24	0.0	0.25	71,0,72	0.09	0.0	0.08	71,0,72
...													
75	595.0	0.03	0.13	0.04	71,71,72	0.0	0.0	0.0	0,0,0	-0.03	0.0	-0.03	70,0,72
Trave		rRfck	rRfyk	rPfck		wR	wF	wP		dR	dF	dP	
		0.66	0.77	0.81		0.24	0.0	0.25		1.08	0.0	1.03	



**RISTRUTTURAZIONE SPOGLIATOI ALTICHIERO VIA QUERINI**

**E CAMINESE VIA LISBONA (PD)**

**BLOCCO B**

**Relazione di calcolo strutturale impostata e redatta secondo le modalità previste nel D.M. 14 Gennaio 2008 cap. 10 “Redazione dei progetti strutturali esecutivi e delle relazioni di calcolo”.**

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

<https://www.2si.it/it/prodotti/affidabilita/>

# INTESTAZIONE E CONTENUTI DELLA RELAZIONE

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*
- *Criteri 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:

12 novembre 2018

INTESTAZIONE E CONTENUTI DELLA RELAZIONE .....	3
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE .....	6
Premessa .....	6
Analisi storico-critica ed esito del rilievo geometrico-strutturale .....	6
Esito del rilievo geometrico-strutturale .....	6
Descrizione generale dell'opera .....	6
Descrizione generale dell'opera .....	6
Principali caratteristiche della struttura .....	6
Parametri della struttura .....	6
Fattore di struttura .....	6
Quadro normativo di riferimento adottato .....	7
Progetto-verifica degli elementi .....	7
Azione sismica .....	7
Azioni di progetto sulla costruzione .....	7
Modello numerico .....	7
Tipo di analisi strutturale .....	8
Informazioni sul codice di calcolo .....	8
Affidabilità dei codici utilizzati .....	8
Modellazione della geometria e proprietà meccaniche: .....	8
Dimensione del modello strutturale [cm]: .....	8
Strutture verticali: .....	8
Strutture non verticali: .....	8
Orizzontamenti: .....	8
Tipo di vincoli: .....	8
Modellazione delle azioni .....	9
Combinazioni e/o percorsi di carico .....	9
Combinazioni dei casi di carico .....	9
Principali risultati .....	9
Informazioni generali sull'elaborazione e giudizio motivato di accettabilità dei risultati. ....	10
Verifiche agli stati limite ultimi .....	10
Verifiche agli stati limite di esercizio .....	10
RELAZIONE SUI MATERIALI .....	10
NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	11

CARATTERISTICHE MATERIALI UTILIZZATI .....	14
LEGENDA TABELLA DATI MATERIALI .....	14
MODELLAZIONE DELLE SEZIONI.....	20
LEGENDA TABELLA DATI SEZIONI .....	20
MODELLAZIONE STRUTTURA: NODI .....	22
LEGENDA TABELLA DATI NODI .....	22
TABELLA DATI NODI.....	22
MODELLAZIONE STRUTTURA: ELEMENTI TRAVE.....	24
TABELLA DATI TRAVI.....	24
MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA: ELEMENTI SOLAIO-PANNELLO.....	28
LEGENDA TABELLA DATI SOLAI-PANNELLI.....	28
MODELLAZIONE DELLE AZIONI .....	31
LEGENDA TABELLA DATI AZIONI .....	31
SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO .....	33
LEGENDA TABELLA CASI DI CARICO .....	33
DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI .....	40
LEGENDA TABELLA COMBINAZIONI DI CARICO .....	40
AZIONE SISMICA .....	43
VALUTAZIONE DELL' AZIONE SISMICA.....	43
Parametri della struttura .....	43
RISULTATI ANALISI SISMICHE .....	44
LEGENDA TABELLA ANALISI SISMICHE.....	44
RISULTATI NODALI .....	51
LEGENDA RISULTATI NODALI.....	51
RISULTATI OPERE DI FONDAZIONE .....	54
LEGENDA RISULTATI OPERE DI FONDAZIONE.....	54
RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE .....	59
LEGENDA RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE.....	59
VERIFICHE ELEMENTI TRAVE C.A. ....	73
LEGENDA TABELLA VERIFICHE ELEMENTI TRAVE C.A.....	73
Progettazione delle fondazioni.....	73
STATI LIMITE D' ESERCIZIO .....	78
LEGENDA TABELLA STATI LIMITE D' ESERCIZIO .....	78

# 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.

## 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

Descrizione generale dell'opera	
Fabbricato ad uso	Spogliatoi sportivi
Ubicazione	Comune di PADOVA (PD) (Regione VENETO)
	Località PADOVA (PD)
	Longitudine 11.874, Latitudine 45.453
Numero di piani	Fuori terra 1
	Interrati 0
	le dimensioni dell'opera in pianta sono racchiuse in un rettangolo di 8.17x6.10
Numero vani scale	0
Numero vani ascensore	0
Tipo di fondazione	Continue a T rovescia

Principali caratteristiche della struttura	
Struttura regolare in pianta	No
Struttura regolare in altezza	No
Classe di duttilità	B
Travi: ricalate o in spessore	Si
Pilastrì	Si 25x25
Pilastrì in falso	No
Tipo di fondazione	Continue a T rovescio
Condizioni per cui è necessario considerare la componente verticale del sisma	

Parametri della struttura			
Classe d'uso	Vita $V_n$ [anni]	Coeff. Uso	Periodo $V_r$ [anni]
II	50.0	1.0	50.0

Fattore di struttura			
<b>Calcolo dei fattori di struttura secondo il D.M. 14/01/2008</b>			
La costruzione, nuova, è caratterizzata da non regolarità sia in pianta sia in altezza ed è progettata in classe di duttilità bassa (CD"B").			
<b>Parametri fattore in direzione x e y</b>			
Sistema costruttivo:	calcestruzzo		
Tipologia strutturale:	strutture a telaio, a pareti accoppiate, miste		
Definizione rapporto $\alpha_u/\alpha_1$ :	media tra 1 e il valore da normativa		
Riferimento normativo $\alpha_u/\alpha_1$ :	strutture a telaio di un piano		
Valore rapporto	$\alpha_u/\alpha_1 =$	1.050	
Valore base fattore	$q_0 = 3.000 \alpha_u/\alpha_1 =$	3.150	
Fattore pareti	$k_w =$	1.000	
Fattore di regolarità	$K_R =$	0.8	

Fattore dissipativo  $q_D = q_0 \cdot k_w \cdot K_R = 2.520$

#### Fattori di struttura utilizzati

	Dissipativi
q x-x	2.520
q y-y	2.520
q z-z	1.500

## 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.

Progetto-verifica degli elementi	
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
Azione sismica	
Norma applicata per l'azione sismica	D.M. 14-01-2008

## 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:

$K \cdot u = F$  dove  
**K** = matrice di rigidezza  
**u** = vettore spostamenti nodali  
**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 <b>TRUSS</b>	(biella-D2)
Elemento tipo <b>BEAM</b>	(trave-D2)
Elemento tipo <b>MEMBRANE</b>	(membrana-D3)
Elemento tipo <b>PLATE</b>	(piastra-guscio-D3)
Elemento tipo <b>BOUNDARY</b>	(molla)
Elemento tipo <b>STIFFNESS</b>	(matrice di rigidezza)
Elemento tipo <b>BRICK</b>	(elemento solido)
Elemento tipo <b>SOLAIO</b>	(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	
Carichi verticali	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 2018-07-183)
Produttore-Distributore:	2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l., Ferrara
Codice Licenza:	Licenza dsi3230

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	33
elementi D2 (per aste, travi, pilastri...)	39
elementi D3 (per pareti, platee, gusci...)	0
elementi solaio	1
elementi solidi	0
Dimensione del modello strutturale [cm]:	
X min =	0.00
Xmax =	812.00
Ymin =	0.00
Ymax =	595.00
Zmin =	0.00
Zmax =	300.00
Strutture verticali:	
Elementi di tipo asta	NO
Pilastri	SI
Pareti	NO
Setti (a comportamento membranale)	NO
Strutture non verticali:	
Elementi di tipo asta	NO
Travi	SI
Gusci	NO
Membrane	NO
Orizzontamenti:	
Solai con la proprietà piano rigido	SI
Solai senza la proprietà piano rigido	NO
Tipo di vincoli:	
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)	SI
Combinazione frequente	NO
Combinazione quasi permanente (SLE)	SI
SLA (accidentale quale incendio)	SI

### 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 di 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 involuppi 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 anormali. 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.

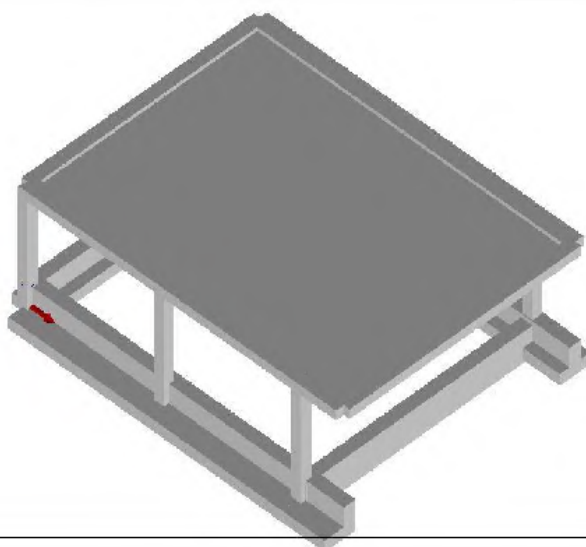
### RELAZIONE SUI MATERIALI

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

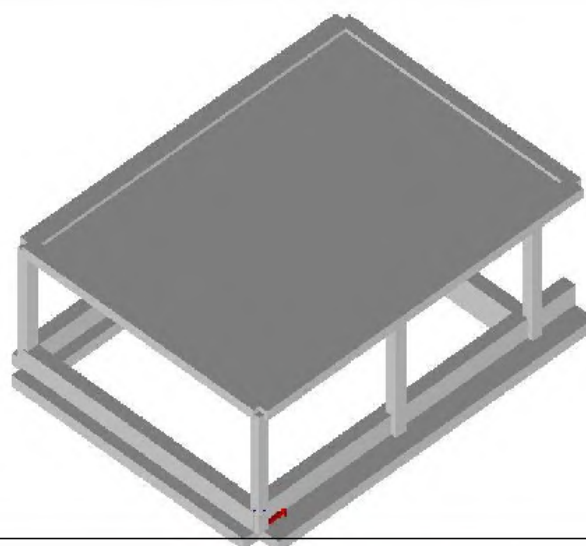
# NORMATIVA DI RIFERIMENTO

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.

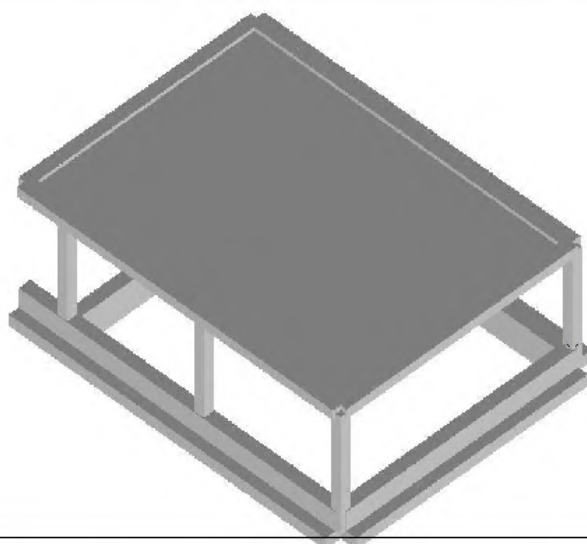
NOTA sul capitolo "normativa di riferimento": riporta l'elenco delle normative implementate nel software. Le norme utilizzate per la struttura oggetto della presente relazione sono indicate nel precedente capitolo "RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE" "ANALISI E VERIFICHE SVOLTE CON L'AUSILIO DI CODICI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



01\_INT\_VISTA\_SOLIDA\_001

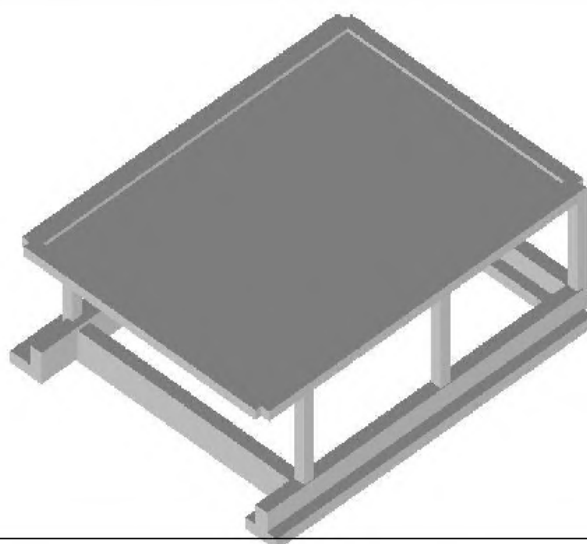


01\_INT\_VISTA\_SOLIDA\_002



02-SPOGLIATOIO B.PSP

01\_INT\_VISTA\_SOLIDA\_003



02-SPOGLIATOIO B.PSP

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:

Young	modulo di elasticità normale
Poisson	coefficiente di contrazione trasversale
G	modulo di elasticità tangenziale
Gamma	peso specifico
Alfa	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	cemento armato	Rck Fctm	resistenza caratteristica cubica resistenza media a trazione semplice
2	acciaio	Ft Fy Fd Fdt Sadm Sadmt	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	muratura	Resist. Fk Resist. Fvko	resistenza caratteristica a compressione resistenza caratteristica a taglio
4	legno	Resist. fc0k Resist. ft0k Resist. fmk Resist. fvk Modulo E0,05 Lamellare	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](http://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
63	STABILITA' DI ASTE COMPOSTE IN ACCIAIO
73	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO CON PRESENZA IRRIGIDIMENTI TRASVERSALI
74	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO CON PRESENZA DI UN PIATTO DI RINFORZO SALDATO ALL'ANIMA DELLA COLONNA
75	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO CON PRESENZA DI DUE PIATTI DI RINFORZO SALDATI ALL'ANIMA DELLA COLONNA
76	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO A DUE VIE SU ALI COLONNA
77	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO A UNA VIA CON DUE COMBINAZIONI DI CARICO
78	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
79	VERIFICA DELLA PIASTRA NODO TRAVE COLONNA
85	TELAIO ACCIAIO: CONTROVENTI CONCENTRICI

Modellazione di strutture in muratura

Test N°	Titolo
81	ANALISI PUSHOVER DI UNA STRUTTURA IN MURATURA
84	ANALISI ELASTO PLASTICA INCREMENTALE, PARETE IN MURATURA

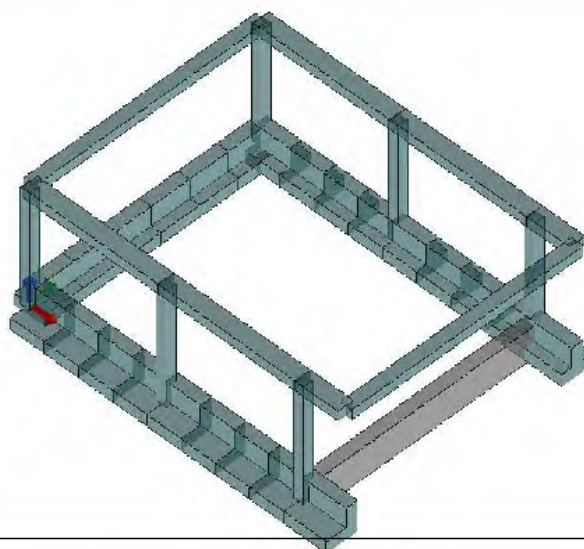


86	VERIFICA NON SISMICA DELLE MURATURE (D.M. 87 TA)
87	VERIFICA NON SISMICA DELLE MURATURE (D.M. 2005 SL)
88	FATTORE DI STRUTTURA

Modellazione di strutture in legno

Test N°	Titolo
17	SOLAIO: MISTO LEGNO-CALCESTRUZZO
89	VERIFICA ALLO SLU DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
90	VERIFICA ALLO SLE DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
91	FATTORE DI STRUTTURA
92	VERIFICHE EC5
93	SNELLEZZE EC5
94	VERIFICA AL FUOCO DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
117	PROGETTO E VERIFICA DI GUSCI IN MATERIALE XLAM
118	PROGETTO E VERIFICA DI PARETI IN MATERIALE XLAM E RELATIVI COLLEGAMENTI
119	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					
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					



MODELLO

02-SPOGLIATOIO B.PSP

11\_MOD\_MATERIALI\_D2

Pareti c.a.	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
<b>Generalità</b>						
Progetto armatura	Parete sismica	Parete sismica				
<b>Armatura</b>						
Inclinazione Av [ gradi ]	90.00	90.00				
Angolo Av-Ao [ gradi ]	90.00	90.00				
Minima tesa	0.25	0.25				
Massima tesa	4.00	4.00				
Maglia unica centrale	No	No				
Unico strato verticale	No	No				
Unico strato orizzontale	No	No				
Copriferro [ cm ]	2.00	2.00				
<b>Maglia V</b>						
diametro	10	10				
passo	25	25				
diametro aggiuntivi	12	12				
<b>Maglia O</b>						
diametro	8	8				
passo	25	25				
diametro aggiuntivi	8	8				
<b>Stati limite ultimi</b>						
Tensione fy [daN/cm2 ]	4500.00	4500.00				
Tipo acciaio	tipo C	tipo C				
Coefficiente gamma s	1.15	1.15				
Coefficiente gamma c	1.50	1.50				
Fattore di confidenza FC	0.0	0.0				
Verifiche con N costante	Si	Si				
<b>Tensioni ammissibili</b>						
Tensione amm. cls [daN/cm2 ]	97.50	97.50				
Tensione amm. acciaio [daN/cm2 ]	2600.00	2600.00				
Rapporto omogeneizzazione N	15.00	15.00				
Massimo rapporto area compressa/tesa	1.00	1.00				
<b>Parete estesa debolmente armata</b>						
Fattore amplificazione taglio V	1.50	1.50				
Hcrit. par. 7.4.4.5.1 [ cm ]	0.0	0.0				
Hcrit. par. 7.4.6.1.4 [ cm ]	0.0	0.0				
Diagramma involuppo taglio	Si	No				
Vincolo lati	nessun lato	nessun lato				
Verifica come fascia	No	No				
Diametro di estremità	0	0				
<b>Zona confinata</b>						
Minima tesa	1.00	1.00				
Massima tesa	4.00	4.00				
Distanza barre [ cm ]	2.00	2.00				
Interferro	2	2				
<b>Armatura inclinata</b>						
Area barre [ cm2 ]	0.0	0.0				
Angolo orizzontale [ gradi ]	0.0	0.0				
Distanza di base [ cm ]	0.0	0.0				
<b>Resistenza al fuoco</b>						
3- intradosso	No	No				
3+ estradosso	No	No				
Tempo di esposizione R	15	15				

Gusci c.a.	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
<b>Armatura</b>						
Inclinazione Ax [ gradi ]	0.0	0.0				
Angolo Ax-Ay [ gradi ]	90.00	90.00				
Minima tesa	0.31	0.31				
Massima tesa	0.78	0.78				
Maglia unica centrale	No	No				
Copriferro [ cm ]	2.00	2.00				
<b>Maglia x</b>						
diametro	10	10				
passo	20	20				
diametro aggiuntivi	12	12				
<b>Maglia y</b>						
diametro	10	10				
passo	20	20				

<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>
diametro aggiuntivi	12	12				
<b>Stati limite ultimi</b>						
Tensione fy [daN/cm2]	4500.00	4500.00				
Tipo acciaio	tipo C	tipo C				
Coefficiente gamma s	1.15	1.15				
Coefficiente gamma c	1.50	1.50				
Fattore di confidenza FC	0.0	0.0				
Verifiche con N costante	Si	Si				
Applica SLU da DIN	No	No				
<b>Tensioni ammissibili</b>						
Tensione amm. cls [daN/cm2]	97.50	97.50				
Tensione amm. acciaio [daN/cm2]	2600.00	2600.00				
Rapporto omogeneizzazione N	15.00	15.00				
Massimo rapporto area compressa/tesa	1.00	1.00				
<b>Resistenza al fuoco</b>						
3- intradosso	No	No				
3+ estradosso	No	No				
Tempo di esposizione R	15	15				

<b>Travi 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>Generalità</b>						
Progetta a filo	No	Si				
Af inf: da q*L*L /	0.0	0.0				
<b>Armatura</b>						
Minima tesa	0.31	2.000e-02				
Minima compressa	0.31	2.000e-02				
Massima tesa	0.78	0.78				
Da sezione	Si	Si				
Usa armatura teorica	No	No				
<b>Stati limite ultimi</b>						
Tensione fy [daN/cm2]	4500.00	4500.00				
Tensione fy staffe [daN/cm2]	4500.00	4500.00				
Tipo acciaio	tipo C	tipo C				
Coefficiente gamma s	1.15	1.15				
Coefficiente gamma c	1.50	1.50				
Fattore di confidenza FC	0.0	0.0				
Verifiche con N costante	Si	Si				
Fattore di ridistribuzione	0.0	0.0				
<b>Modello per il confinamento</b>						
Relazione tensio-deformativa	Mander	Mander				
Incrudimento acciaio	5.000e-03	5.000e-03				
Fattore lambda	1.00	1.00				
epsilon max,s	4.000e-02	4.000e-02				
epsilon cu2	4.500e-03	4.500e-03				
epsilon c2	0.0	0.0				
epsilon cy	0.0	0.0				
<b>Tensioni ammissibili</b>						
Tensione amm. cls [daN/cm2]	97.50	97.50				
Tensione amm. acciaio [daN/cm2]	2600.00	2600.00				
Rapporto omogeneizzazione N	15.00	15.00				
Massimo rapporto area compressa/tesa	1.00	1.00				
<b>Staffe</b>						
Diametro staffe	0.0	0.0				
Passo minimo [ cm ]	4.00	5.00				
Passo massimo [ cm ]	30.00	30.00				
Passo raffittito [ cm ]	15.00	15.00				
Lunghezza zona raffittita [ cm ]	50.00	50.00				
Ctg(Teta) Max	2.50	2.50				
Percentuale sagomati	0.0	0.0				
Luce di taglio per GR [ cm ]	1.00	1.00				
Adotta scorrimento medio	No	No				
Torsione non essenziale inclusa	Si	Si				

<b>Pilastrì 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>Generalità</b>						
Progetto armatura	Privilegia lati	Privilegia lati				
Progetta a filo	No	No				
Effetti del 2 ordine	Si	Si				
Beta per 2-2	1.00	1.00				

<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>
Beta per 3-3	1.00	1.00				
<b>Armatura</b>						
Massima tesa	4.00	4.00				
Minima tesa	1.00	1.00				
<b>Stati limite ultimi</b>						
Tensione fy [daN/cm2]	4500.00	4500.00				
Tensione fy staffe [daN/cm2]	4500.00	4500.00				
Tipo acciaio	tipo C	tipo C				
Coefficiente gamma s	1.15	1.15				
Coefficiente gamma c	1.50	1.50				
Fattore di confidenza FC	0.0	0.0				
Verifiche con N costante	Si	Si				
<b>Modello per il confinamento</b>						
Relazione tensio-deformativa	Mander	Mander				
Incrudimento acciaio	5.000e-03	5.000e-03				
Fattore lambda	1.00	1.00				
epsilon max,s	4.000e-02	4.000e-02				
epsilon cu2	4.500e-03	4.500e-03				
epsilon c2	0.0	0.0				
epsilon cy	0.0	0.0				
<b>Tensioni ammissibili</b>						
Tensione amm. cls [daN/cm2]	97.50	97.50				
Tensione amm. acciaio [daN/cm2]	2600.00	2600.00				
Rapporto omogeneizzazione N	15.00	15.00				
<b>Staffe</b>						
Diametro staffe	0.0	0.0				
Passo minimo [ cm ]	5.00	5.00				
Passo massimo [ cm ]	25.00	25.00				
Passo raffittito [ cm ]	15.00	15.00				
Lunghezza zona raffittita [ cm ]	45.00	45.00				
Ctg(Teta) Max	2.50	2.50				
Luce di taglio per GR [ cm ]	1.00	1.00				
Massimizza gerarchia	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				
Af inf: da traliccio	Si	Si				
Consenti armatura a taglio	No	No				
Incrementa armatura longitudinale per taglio	Si	Si				
Af inf: da q*L*L /	20.00	20.00				
Incremento fascia piena [ cm ]	5.00	5.00				
<b>Armatura</b>						
Minima tesa	0.15	0.15				
Massima tesa	3.00	3.00				
Minima compressa	0.0	0.0				
Af/h [ cm ]	7.000e-02	7.000e-02				
<b>Stati limite ultimi</b>						
Tensione fy [daN/cm2]	4500.00	4500.00				
Tipo acciaio	tipo C	tipo C				
Coefficiente gamma s	1.15	1.15				
Coefficiente gamma c	1.50	1.50				
Fattore di redistribuzione	0.0	0.0				
<b>Tensioni ammissibili</b>						
Tensione amm. cls [daN/cm2]	85.00	85.00				
Tensione amm. acciaio [daN/cm2]	2600.00	2600.00				
Rapporto omogeneizzazione N	15.00	15.00				
Massimo rapporto area compressa/tesa	1.00	1.00				
<b>Verifica freccia</b>						
Infinita	250.00	500.00				
Istantanea	500.00	1000.00				
Fattore viscosità	3.00	3.00				
Usa J non fessurato	No	No				
<b>Elementi non strutturali</b>						
Tamponatura antiespulsione	No	Si				
Tamponatura con armatura	No	No				
Fattore di struttura/comportamento	2.00	2.00				
Coefficiente gamma m	0.0	0.0				
Periodo Ta	0.0	0.0				
Altezza pannello	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

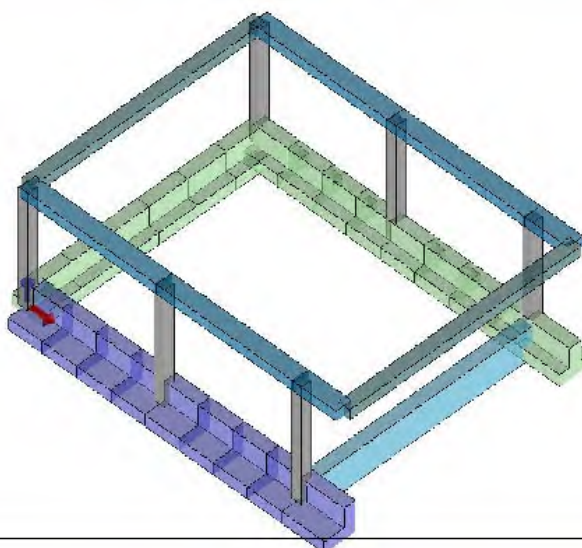
Per quanto concerne i profilati semplici ed accoppiati l'asse 2 del riferimento coincide con l'asse x riportato nei più diffusi profilati.

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	PILASTRI	625.00	520.83	520.83	5.491e+04	3.255e+04	3.255e+04	2604.17	2604.17	3906.25	3906.25
2	T 40X25	1000.00	833.33	833.33	1.263e+05	1.333e+05	5.208e+04	6666.67	4166.67	1.000e+04	6250.00
3	T 30X25	750.00	625.00	625.00	7.787e+04	5.625e+04	3.906e+04	3750.00	3125.00	5625.00	4687.50
4	T rovescia: bi=80 ht=80 bs=30 hi=30	3900.00	0.0	0.0	1.100e+06	1.393e+06	1.969e+06	3.481e+04	3.969e+04	5.925e+04	7.097e+04
5	Rettangolare: b=30 h=80	2400.00	2000.00	2000.00	5.499e+05	1.800e+05	1.280e+06	1.200e+04	3.200e+04	1.800e+04	4.800e+04
6	L regolare: bi=80 ht=80 bs=30 hi=30	3900.00	0.0	0.0	1.100e+06	1.969e+06	1.969e+06	3.969e+04	3.969e+04	7.097e+04	7.097e+04



MODELLO

02-SPOGLIATOIO B.PSP

13\_MOD\_SEZIONI

# MODELLAZIONE STRUTTURA: NODI

## LEGENDA TABELLA DATI NODI

Il programma utilizza per la modellazione nodi strutturali.

Ogni nodo è individuato dalle coordinate cartesiane nel sistema di riferimento globale (X Y Z).

Ad ogni nodo è eventualmente associato un codice di vincolamento rigido, un codice di fondazione speciale, ed un set di sei molle (tre per le traslazioni, tre per le rotazioni). Le tabelle sottoriportate riflettono le succitate possibilità. In particolare per ogni nodo viene indicato in tabella:

<b>Nodo</b>	numero del nodo.
<b>X</b>	valore della coordinata X
<b>Y</b>	valore della coordinata Y
<b>Z</b>	valore della coordinata Z

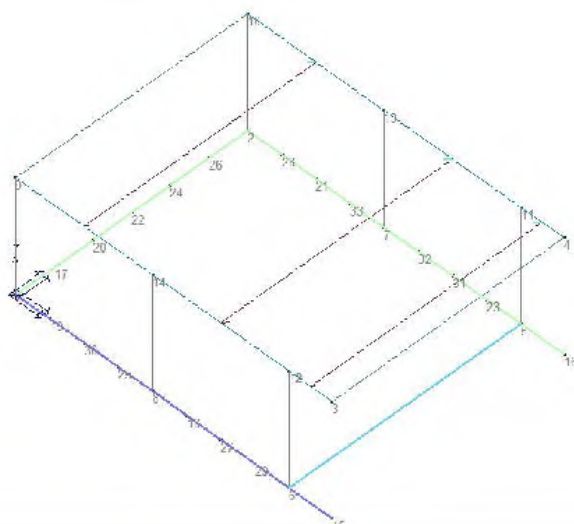
Per i nodi ai quali sia associato un codice di vincolamento rigido, un codice di fondazione speciale o un set di molle viene indicato in tabella:

<b>Nodo</b>	numero del nodo.
<b>X</b>	valore della coordinata X
<b>Y</b>	valore della coordinata Y
<b>Z</b>	valore della coordinata Z
<b>Note</b>	eventuale codice di vincolo (es. v=110010 sei valori relativi ai sei gradi di libertà previsti per il nodo TxTyTzRxRyRz, il valore 1 indica che lo spostamento o rotazione relativo è impedito, il valore 0 indica che lo spostamento o rotazione relativo è libero).
<b>Note</b>	(FS = 1, 2,...) eventuale codice del tipo di fondazione speciale (1, 2,... fanno riferimento alle tipologie: plinto, palo, plinto su pali,...) che è collegato al nodo. (ISO = "id SIGLA") indice e sigla identificativa dell' eventuale isolatore sismico assegnato al nodo
<b>Rig. TX</b>	valore della rigidezza dei vincoli elastici eventualmente applicati al nodo, nello specifico TX (idem per TY, TZ, RX, RY, RZ).

Per strutture sismicamente isolate viene inoltre inserita la tabella delle caratteristiche per gli isolatori utilizzati; le caratteristiche sono indicate in conformità al cap. 7.10 del D.M. 14/01/08

## TABELLA DATI NODI

<b>Nodo</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>	<b>Nodo</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>	<b>Nodo</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
	cm	cm	cm		cm	cm	cm		cm	cm	cm
1	0.0	0.0	0.0	2	0.0	595.0	0.0	3	812.0	0.0	300.0
4	812.0	595.0	300.0	5	702.0	595.0	0.0	6	702.0	0.0	0.0
7	351.0	595.0	0.0	8	351.0	0.0	0.0	9	0.0	0.0	300.0
10	0.0	595.0	300.0	11	702.0	595.0	300.0	12	702.0	0.0	300.0
13	351.0	595.0	300.0	14	351.0	0.0	300.0	15	812.0	0.0	0.0
16	812.0	595.0	0.0	17	0.0	99.2	0.0	18	438.8	0.0	0.0
19	87.8	0.0	0.0	20	0.0	198.3	0.0	21	175.5	595.0	0.0
22	0.0	297.5	0.0	23	614.3	595.0	0.0	24	0.0	396.7	0.0
25	263.3	0.0	0.0	26	0.0	495.8	0.0	27	526.5	0.0	0.0
28	87.8	595.0	0.0	29	614.3	0.0	0.0	30	175.5	0.0	0.0
31	526.5	595.0	0.0	32	438.8	595.0	0.0	33	263.3	595.0	0.0



14\_MOD\_NUMERAZIONE\_NODI



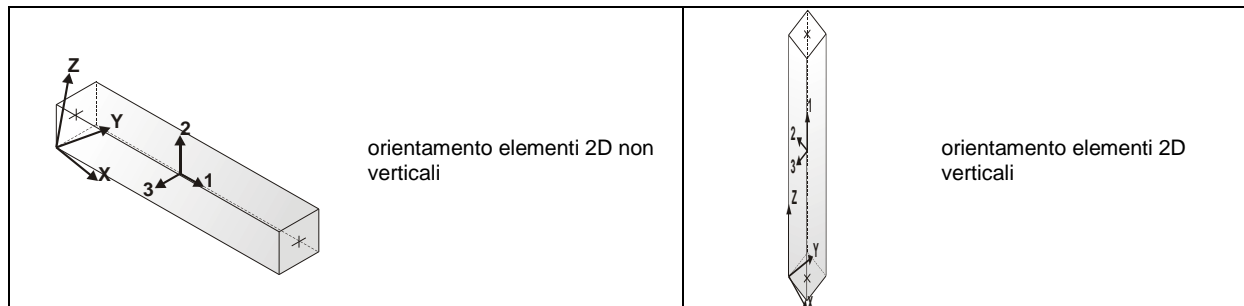
# MODELLAZIONE STRUTTURA: ELEMENTI TRAVE

## TABELLA DATI TRAVI

Il programma utilizza per la modellazione elementi a due nodi denominati in generale travi.

Ogni elemento trave è individuato dal nodo iniziale e dal nodo finale.

Ogni elemento è caratterizzato da un insieme di proprietà riportate in tabella che ne completano la modellazione.



In particolare per ogni elemento viene indicato in tabella:

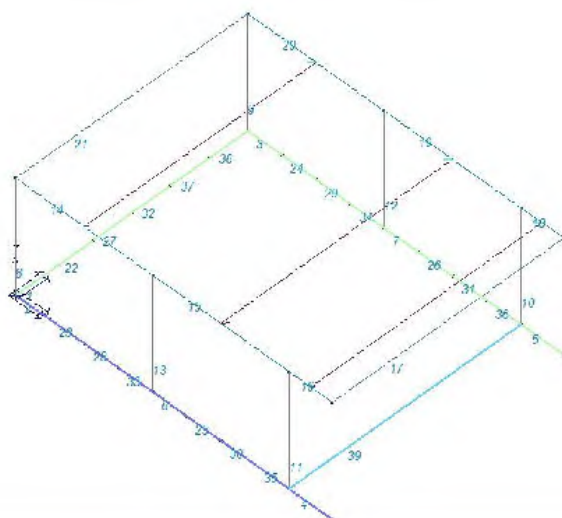
<b>Elem.</b>	numero dell'elemento
<b>Note</b>	codice di comportamento: trave, trave di fondazione, pilastro, asta, asta tesa, asta compressa,
<b>Nodo I (J)</b>	numero del nodo iniziale (finale)
<b>Mat.</b>	codice del materiale assegnato all'elemento
<b>Sez.</b>	codice della sezione assegnata all'elemento
<b>Rotaz.</b>	valore della rotazione dell'elemento, attorno al proprio asse, nel caso in cui l'orientamento di default non sia adottabile; l'orientamento di default prevede per gli elementi non verticali l'asse 2 contenuto nel piano verticale e l'asse 3 orizzontale, per gli elementi verticali l'asse 2 diretto secondo X negativo e l'asse 3 diretto secondo Y negativo
<b>Svincolo I (J)</b>	codici di svincolo per le azioni interne; i primi sei codici si riferiscono al nodo iniziale, i restanti sei al nodo finale (il valore 1 indica che la relativa azione interna non è attiva)
<b>Wink V</b>	costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione della trave su suolo elastico
<b>Wink O</b>	costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione del suolo elastico orizzontale

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**, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

Test N°	Titolo
2	TRAVI A UNA CAMPATA
3	TRAVE A PIU' CAMPATE
4	TRAVE A UNA CAMPATA SU TERRENO ALLA WINKLER
5	TRAVI SU TERRENO ALLA WINKLER CON CARICO TRASVERSALE
6	TELAI PIANI CON CERNIERE ALLA BASE
7	TELAI PIANI CON INCASTRI ALLA BASE
11	STRUTTURE SOGGETTE A VARIAZIONI TERMICHE
12	STRUTTURE SU TERRENO ALLA WINKLER SOTTOPOSTE A CARICHI DISTRIBUITI TRIANGOLARI
21	DRILLING
24	TENSIONI E ROTAZIONI RISPETTO ALLA CORDA DI ELEMENTI TRAVE
27	FRECCIA DI ELEMENTI TRAVE
42	GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER TRAVI IN C.A.
43	GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER PILASTRI IN C.A.
44	VERIFICA ALLE TA DI STRUTTURE IN C.A.
45	VERIFICA AGLI SLU DI STRUTTURE IN C.A.
47	VERIFICA A PUNZONAMENTO ALLO SLU DI TRAVI 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.
52	FATTORE DI STRUTTURA
53	SOVRARESISTENZE
54	DETTAGLI COSTRUTTIVI C.A.: LIMITI D'ARMATURA PILASTRI E NODI TRAVE-PILASTRO
56	VERIFICA DI STABILITA' DI ASTE COMPRESSE IN ACCIAIO – METODO OMEGA
57	LUCE LIBERA DI TRAVI E ASTE IN ACCIAIO
58	LUCE LIBERA DI COLONNE IN ACCIAIO
59	SVERGOLAMENTO DI TRAVI IN ACCIAIO
64	STABILITA' DI ASTE COMPOSTE IN ACCIAIO
73	VALUTAZIONE EFFETTO P- $\delta$ SU PILASTRATA
74	VALUTAZIONE EFFETTO P- $\delta$ SU TELAIO 3D
85	ANALISI PUSHOVER DI UN EDIFICIO IN C.A.
87	ANALISI ELASTO PLASTICA INCREMENTALE
88	ANALISI ELASTO PLASTICA INCREMENTALE
98	VERIFICA ALLO SLU DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
99	VERIFICA ALLO SLE DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
102	SNELLEZZE EC5
130	PROGETTO E VERIFICA DI TRAVI PREM

Elem.	Note	Nodo I	Nodo J	Mat.	Sez.	Rotaz. gradi	Svincolo I	Svincolo J	Wink V daN/cm3	Wink O daN/cm3
1	Trave f.	1	17	3	4				1.00	1.00
2	Trave f.	1	19	3	6				1.00	1.00
3	Trave f.	2	28	3	4				1.00	1.00
4	Trave f.	6	15	3	6				1.00	1.00
5	Trave f.	5	16	3	4				1.00	1.00
6	Trave f.	8	18	3	6				1.00	1.00
7	Trave f.	7	32	3	4				1.00	1.00
8	Pilas.	1	9	3	1					
9	Pilas.	2	10	3	1					
10	Pilas.	5	11	3	1					

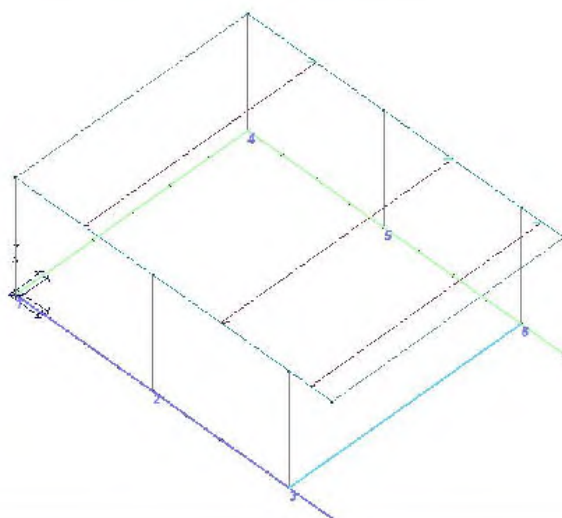
11	Pilas.	6	12	3	1		
12	Pilas.	7	13	3	1		
13	Pilas.	8	14	3	1		
14	Trave	9	14	3	2		
15	Trave	14	12	3	2		
16	Trave	12	3	3	2		
17	Trave	3	4	3	3		
18	Trave	11	4	3	2		
19	Trave	13	11	3	2		
20	Trave	10	13	3	2		
21	Trave	9	10	3	3		
22	Trave f.	17	20	3	4	1.00	1.00
23	Trave f.	19	30	3	6	1.00	1.00
24	Trave f.	28	21	3	4	1.00	1.00
25	Trave f.	18	27	3	6	1.00	1.00
26	Trave f.	32	31	3	4	1.00	1.00
27	Trave f.	20	22	3	4	1.00	1.00
28	Trave f.	30	25	3	6	1.00	1.00
29	Trave f.	21	33	3	4	1.00	1.00
30	Trave f.	27	29	3	6	1.00	1.00
31	Trave f.	31	23	3	4	1.00	1.00
32	Trave f.	22	24	3	4	1.00	1.00
33	Trave f.	25	8	3	6	1.00	1.00
34	Trave f.	33	7	3	4	1.00	1.00
35	Trave f.	29	6	3	6	1.00	1.00
36	Trave f.	23	5	3	4	1.00	1.00
37	Trave f.	24	26	3	4	1.00	1.00
38	Trave f.	26	2	3	4	1.00	1.00
39	Trave f.	6	5	1	5	1.00	1.00



MODELLO

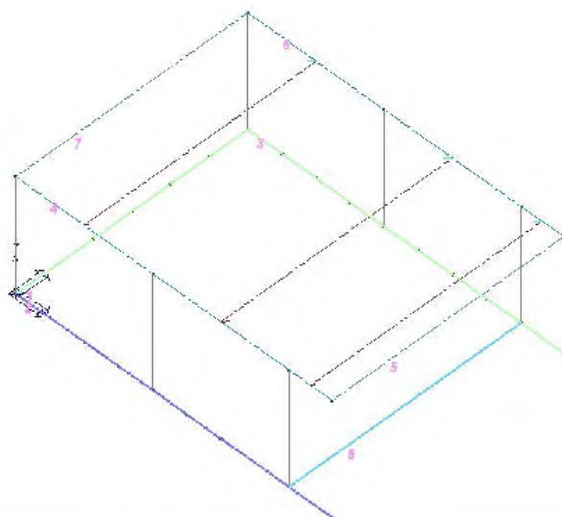
02-SPOGLIATOIO B.PSP

15\_MOD\_NUMERAZIONE\_D2



02-SPOGLIATOIO B.PSP

15\_MOD\_NUMERAZIONE\_D2\_PILASTRATE



02-SPOGLIATOIO B.PSP

15\_MOD\_NUMERAZIONE\_D2\_TRAVATE

# MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA: ELEMENTI SOLAIO-PANNELLO

## LEGENDA TABELLA DATI SOLAI-PANNELLI

Il programma utilizza per la modellazione elementi a tre o più nodi denominati in generale solaio o pannello.

Ogni elemento solaio-pannello è individuato da una poligonale di nodi 1,2, ..., N.

L'elemento solaio è utilizzato in primo luogo per la modellazione dei carichi agenti sugli elementi strutturali. In secondo luogo può essere utilizzato per la corretta ripartizione delle forze orizzontali agenti nel proprio piano. L'elemento balcone è derivato dall'elemento solaio.

I carichi agenti sugli elementi solaio, raccolti in un archivio, sono direttamente assegnati agli elementi utilizzando le informazioni raccolte nell'archivio (es. i coefficienti combinatori). La tabella seguente riporta i dati utilizzati per la definizione dei carichi e delle masse.

L'elemento pannello è utilizzato solo per l'applicazione dei carichi, quali pesi delle tamponature o spinte dovute al vento o terre. In questo caso i carichi sono applicati in analogia agli altri elementi strutturali (si veda il cap. SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO).

<b>Id.Arch.</b>	Identificativo dell' archivio
<b>Tipo</b>	Tipo di carico <b>Variab.</b> Carico variabile generico <b>Var. rid.</b> Carico variabile generico con riduzione in funzione dell' area (c.5.5. ...) <b>Neve</b> Carico di neve
<b>G1k</b>	carico permanente (comprensivo del peso proprio)
<b>G2k</b>	carico permanente non strutturale e non compiutamente definito
<b>Qk</b>	carico variabile
<b>Fatt. A</b>	fattore di riduzione del carico variabile (0.5 o 0.75) per tipo "Var.rid."
<b>S sis.</b>	fattore di riduzione del carico variabile per la definizione delle masse sismiche per D.M. 96 (vedi NOTA sul capitolo "normativa di riferimento")
<b>Psi 0</b>	Coefficiente combinatorio dei valori caratteristici delle azioni variabili: <b>per valore raro</b>
<b>Psi 1</b>	Coefficiente combinatorio dei valori caratteristici delle azioni variabili: <b>per valore frequente</b>
<b>Psi 2</b>	Coefficiente combinatorio dei valori caratteristici delle azioni variabili: <b>per valore quasi permanente</b>
<b>Psi S 2</b>	Coefficiente di combinazione che fornisce il valore quasi-permanente dell'azione variabile: <b>per la definizione delle masse sismiche</b>
<b>Fatt. Fi</b>	Coefficiente di correlazione dei carichi per edifici

Ogni elemento è caratterizzato da un insieme di proprietà riportate in tabella che ne completano la modellazione. In particolare per ogni elemento viene indicato in tabella:

<b>Elem</b>	numero dell'elemento
<b>Tipo</b>	codice di comportamento <b>S</b> elemento utilizzato solo per scarico <b>C</b> elemento utilizzato per scarico e per modellazione piano rigido <b>P</b> elemento utilizzato come pannello <b>M</b> scarico monodirezionale <b>B</b> scarico bidirezionale
<b>Id.Arch.</b>	Identificativo dell' archivio
<b>Mat</b>	codice del materiale assegnato all'elemento
<b>Spessore</b>	spessore dell'elemento (costante)
<b>Orditura</b>	angolo (rispetto all'asse X) della direzione dei travetti principali
<b>Gk</b>	carico permanente solaio (comprensivo del peso proprio)
<b>Qk</b>	carico variabile solaio
<b>Nodi</b>	numero dei nodi che definiscono l'elemento (5 per riga)

Nel caso in cui si sia proceduto alla progettazione dei solai con le tensioni ammissibili vengono riportate le massime tensioni nell'elemento (massima compressione nel calcestruzzo, massima tensione nell'acciaio, massima tensione tangenziale); nel caso in cui si sia proceduto alla progettazione con il metodo degli stati limite vengono riportati il rapporto  $x/d$  e le verifiche per sollecitazioni proporzionali nonché le verifiche in esercizio.

In particolare i simboli utilizzati in tabella assumono il seguente significato:

<b>Elem.</b>	numero identificativo dell'elemento
<b>Stato</b>	Codici di verifica relativi alle tensioni normali e alle tensioni tangenziali
<b>Note</b>	Viene riportato il codice relativo alla sezione(s) e relativo al materiale(m);
<b>Pos.</b>	Ascissa del punto di verifica
<b>F ist, F infi</b>	Frecce istantanee e a tempo infinito
<b>Momento</b>	Momento flettente
<b>Taglio</b>	Sollecitazione di taglio
<b>Af inf.</b>	Area di armatura longitudinale posta all'intradosso della trave
<b>Af sup.</b>	Area di armatura longitudinale posta all'estradosso della trave
<b>AfV</b>	Area dell'armatura atta ad assorbire le azioni di taglio
<b>Beff</b>	Base della sezione di cls per l'assorbimento del taglio
<b>simboli utilizzati con il metodo delle tensioni ammissibili:</b>	
<b>sc max</b>	Massima tensione di compressione del calcestruzzo
<b>sf max</b>	Massima tensione nell'acciaio
<b>tau max</b>	Massima tensione tangenziale nel cls

<b>simboli utilizzati con il metodo degli stati limite:</b>	
<b>x/d</b>	rapporto tra posizione dell'asse neutro e altezza utile alla rottura della sezione (per sola flessione)
<b>verif.</b>	rapporto $S_d/S_u$ con sollecitazioni ultime proporzionali: valore minore o uguale a 1 per verifica positiva
<b>Verif.V</b>	rapporto $S_d/S_u$ con sollecitazioni taglianti proporzionali: valore minore o uguale a 1 per verifica positiva
<b>rRfck</b>	rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione fck in combinazioni rare [normalizzato a 1]
<b>rFfck</b>	rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione fck in combinazioni frequenti [normalizzato a 1]
<b>rPfck</b>	rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione fck in combinazioni quasi permanenti [normalizzato a 1]
<b>rRfyk</b>	rapporto tra la massima tensione nell'acciaio e la tensione fyk in combinazioni frequenti [normalizzato a 1]
<b>rFyk</b>	rapporto tra la massima tensione nell'acciaio e la tensione fyk in combinazioni rare [normalizzato a 1]
<b>rPfyk</b>	rapporto tra la massima tensione nell'acciaio e la tensione fyk in combinazioni quasi permanenti [normalizzato a 1]
<b>wR</b>	apertura caratteristica delle fessure in combinazioni rare [mm]
<b>wF</b>	apertura caratteristica delle fessure in combinazioni frequenti [mm]
<b>wP</b>	apertura caratteristica delle fessure in combinazioni quasi permanenti [mm]

Nel caso in cui si sia proceduto alla verifica delle tamponature secondo il D.M. 14.01.2008 - §7.2.3 viene riportata una tabella riassuntiva delle verifiche degli elementi pannello. La verifica confronta i momenti sollecitanti indotti dal sisma con i momenti resistenti, secondo tre ipotesi, due basate sulla resistenza a pressoflessione della tamponatura ed una basata sul cinematisismo a seguito della formazione di tre cerniere plastiche sulla tamponatura (rif. Ufficio di Vigilanza sulle Costruzioni, Provincia di Terni).

Qualora la tamponatura sia di tipo antiespulsione (nelle due possibili varianti ordinaria o armata) viene condotta una verifica con meccanismo ad arco con degrado di resistenza. La verifica confronta le pressioni sollecitanti indotte dal sisma con le pressioni resistenti che la tamponatura sviluppa attraverso il meccanismo ad arco. La verifica considera anche il degrado di resistenza dovuto al danneggiamento nel piano della tamponatura.

Per quest'ultima tamponatura sono disponibili, in funzione del materiale impiegato (materiale [52] o materiale [53]):

- **Tamponatura Antiespulsione ordinaria Poroton® Cis Edil** sp.30 cm; con metodo di verifica per meccanismo ad arco con degrado di resistenza, sviluppato attraverso i risultati di un progetto di ricerca sperimentale condotto dall'Università degli Studi di Padova. Utilizzabile per il materiale [52].
- **Tamponatura Antiespulsione armata Poroton® Cis Edil** sp.30 cm; con metodo di verifica per meccanismo ad arco con degrado di resistenza, sviluppato attraverso i risultati di un progetto di ricerca sperimentale condotto dall'Università degli Studi di Padova. Utilizzabile per il materiale [53].

La verifica è stata calibrata sulla base di prove sperimentali sul sistema di Tamponatura Antiespulsione anche in presenza di aperture.

(rif. Rapporti di Prova redatti dal Dipartimento ICEA - Università degli Studi di Padova di test sperimentali condotti sul sistema Tamponatura Antiespulsione di Cis Edil)

In particolare i simboli utilizzati in tabella assumono il seguente significato:

<b>Elem.</b>	Numero identificativo dell'elemento
<b>Stato</b>	Codice di verifica
<b>Ver. c.c.</b>	Verifica nell'ipotesi di trave appoggiata con carico concentrato in mezzzeria
<b>Ver. c.d.</b>	Verifica nell'ipotesi di trave appoggiata con carico distribuito
<b>Ver. c.cin.</b>	Verifica nell'ipotesi di cinematisismo con formazione di cerniere plastiche in appoggio e mezzzeria
<b>Ver. CIS</b>	Rapporto $p_a/p_r$ (valore minore o uguale a 1 per verifica positiva)
<b>Z</b>	Quota del baricentro dell'elemento
<b>T1</b>	Periodo proprio dell'edificio nella direzione di interesse (ortogonale al pannello)
<b>Ta</b>	Periodo proprio della parete
<b>Sa</b>	Accelerazione massima, adimensionalizzata allo SLV
<b>pa</b>	Pressione sulla parete causata dall'azione sismica
<b>pr</b>	Pressione resistente del meccanismo ad arco
<b>Drift</b>	Spostamento relativo interpiano allo SLV valutato secondo il D.M. 14.01.2008 - § 7.3.3.3
<b>Beta a</b>	Coef. riduttivo per tener conto del danneggiamento del piano dipendente dallo spostamento, ottenuto sperimentalmente

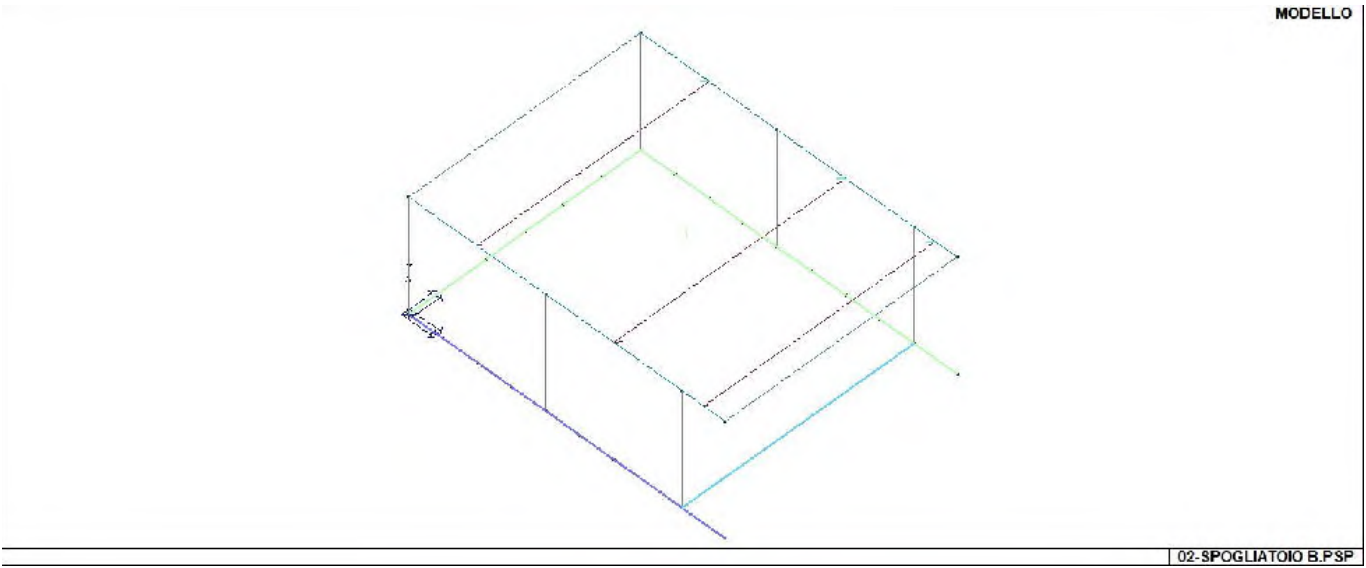
Con riferimento al **Documento di Affidabilità "Test di validazione del software di calcolo PRO\_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO\_SAP Modulo Geotecnico, PRO\_CAD nodi acciaio e PRO\_MST"** - versione Maggio 2011, disponibile per il download sul sito [www.2si.it](http://www.2si.it), si segnalano i seguenti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

Test N°	Titolo
14	ANALISI DEI CARICHI PER UN SOLAIO DI COPERTURA
15	EFFETTI DELLO SPESSORE SULLA RIGIDEZZA DEI SOLAI
16	SOLAIO: CONFRONTO FRA RIGIDO E DEFORMABILE
17	SOLAIO: MISTO LEGNO-CALCESTRUZZO

28	FRECCIA DI SOLAI IN C.A.
119	PROGETTO E VERIFICA DI SOLAI IN MATERIALE XLAM

ID Arch.	Tipo	G1k daN/cm2	G2k daN/cm2	Qk daN/cm2	Fatt. A	s sis.	Psi 0	Psi 1	Psi 2	Psi S 2	Fatt. Fi
1	Neve	3.90e-02	2.50e-02	8.00e-03		1.00	0.50	0.20	0.0	0.0	1.00

Elem.	Tipo	ID Arch.	Mat.	Spessore	Orditura	G1k daN/cm2	G2k daN/cm2	Qk daN/cm2	Nodo 1/6..	Nodo 2/7..	Nodo 3/8..	Nodo..	Nodo..
1	CM	1	m=3	5.0	90.0	3.90e-02	2.50e-02	8.00e-03	10 4	9 11	14 13	12	3



17\_MOD\_NUMERAZIONE\_SOLAI

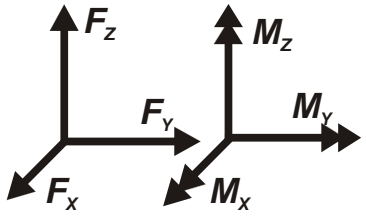
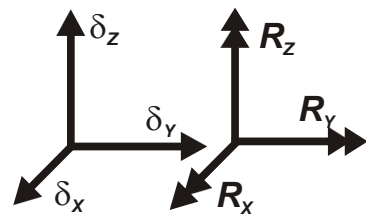
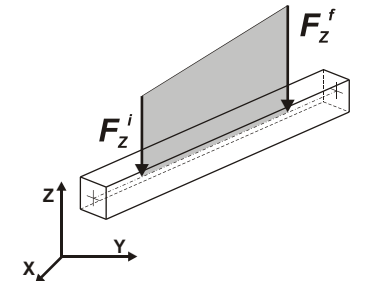
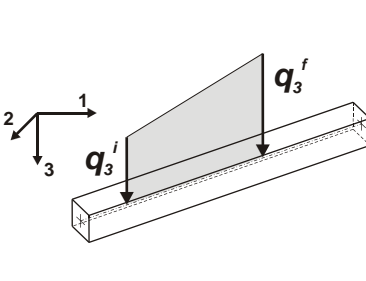
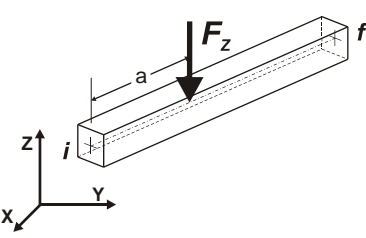
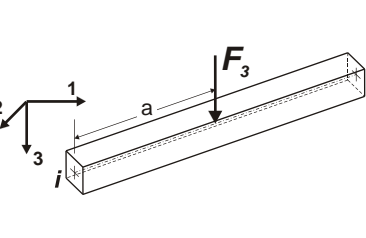
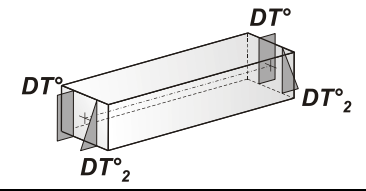
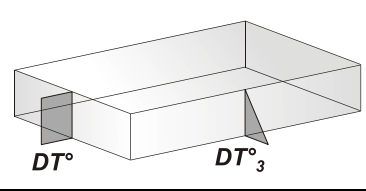
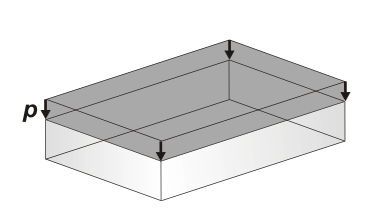
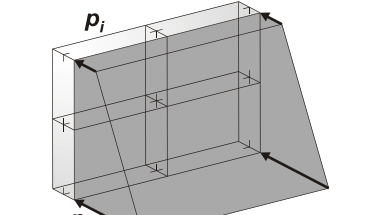
# MODELLAZIONE DELLE AZIONI

## LEGENDA TABELLA DATI AZIONI

Il programma consente l'uso di diverse tipologie di carico (azioni). Le azioni utilizzate nella modellazione sono individuate da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni azione applicata alla struttura viene di riportato il codice, il tipo e la sigla identificativa. Le tabelle successive dettagliano i valori caratteristici di ogni azione in relazione al tipo. Le tabelle riportano infatti i seguenti dati in relazione al tipo:

<b>1</b>	<b>carico concentrato nodale</b> 6 dati (forza $F_x$ , $F_y$ , $F_z$ , momento $M_x$ , $M_y$ , $M_z$ )
<b>2</b>	<b>spostamento nodale impresso</b> 6 dati (spostamento $T_x, T_y, T_z$ , rotazione $R_x, R_y, R_z$ )
<b>3</b>	<b>carico distribuito globale su elemento tipo trave</b> 7 dati ( $f_x, f_y, f_z, m_x, m_y, m_z$ , ascissa di inizio carico) 7 dati ( $f_x, f_y, f_z, m_x, m_y, m_z$ , ascissa di fine carico)
<b>4</b>	<b>carico distribuito locale su elemento tipo trave</b> 7 dati ( $f_1, f_2, f_3, m_1, m_2, m_3$ , ascissa di inizio carico) 7 dati ( $f_1, f_2, f_3, m_1, m_2, m_3$ , ascissa di fine carico)
<b>5</b>	<b>carico concentrato globale su elemento tipo trave</b> 7 dati ( $F_x, F_y, F_z, M_x, M_y, M_z$ , ascissa di carico)
<b>6</b>	<b>carico concentrato locale su elemento tipo trave</b> 7 dati ( $F_1, F_2, F_3, M_1, M_2, M_3$ , ascissa di carico)
<b>7</b>	<b>variazione termica applicata ad elemento tipo trave</b> 7 dati (variazioni termiche: uniforme, media e differenza in altezza e larghezza al nodo iniziale e finale)
<b>8</b>	<b>carico di pressione uniforme su elemento tipo piastra</b> 1 dato (pressione)
<b>9</b>	<b>carico di pressione variabile su elemento tipo piastra</b> 4 dati (pressione, quota, pressione, quota)
<b>10</b>	<b>variazione termica applicata ad elemento tipo piastra</b> 2 dati (variazioni termiche: media e differenza nello spessore)
<b>11</b>	<b>carico variabile generale su elementi tipo trave e piastra</b> 1 dato descrizione della tipologia 4 dati per segmento (posizione, valore, posizione, valore) la tipologia precisa l'ascissa di definizione, la direzione del carico, la modalità di carico e la larghezza d'influenza per gli elementi tipo trave
<b>12</b>	<b>gruppo di carichi con impronta su piastra</b> 9 dati (numero di ripetizioni in direzione X e Y, valore di ciascun carico, posizione centrale del primo, dimensioni dell'impronta, interasse tra i carichi)



 <p>Carico concentrato nodale</p>	 <p>Spostamento impresso</p>
 <p>Carico distribuito globale</p>	 <p>Carico distribuito locale</p>
 <p>Carico concentrato globale</p>	 <p>Carico concentrato locale</p>
 <p>Carico termico 2D</p>	 <p>Carico termico 3D</p>
 <p>Carico pressione uniforme</p>	 <p>Carico pressione variabile</p>

**Tipo** carico distribuito globale su trave

Id	Tipo	Pos.	fx	fy	fz	mx	my	mz
		cm	daN/cm	daN/cm	daN/cm	daN	daN	daN
1	DG:Fzi=-10.50 Fzf=-10.50	0.0	0.0	0.0	-10.50	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	-10.50	0.0	0.0	0.0

# SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO

## LEGENDA TABELLA CASI DI CARICO

Il programma consente l'applicazione di diverse tipologie di casi di carico.

Sono previsti i seguenti 11 tipi di casi di carico:

	<b>Sigla</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descrizione</b>
<b>1</b>	<b>Ggk</b>	A	caso di carico comprensivo del peso proprio struttura
<b>2</b>	<b>Gk</b>	NA	caso di carico con azioni permanenti
<b>3</b>	<b>Qk</b>	NA	caso di carico con azioni variabili
<b>4</b>	<b>Gsk</b>	A	caso di carico comprensivo dei carichi permanenti sui solai e sulle coperture
<b>5</b>	<b>Qsk</b>	A	caso di carico comprensivo dei carichi variabili sui solai
<b>6</b>	<b>Qnk</b>	A	caso di carico comprensivo dei carichi di neve sulle coperture
<b>7</b>	<b>Qtk</b>	SA	caso di carico comprensivo di una variazione termica agente sulla struttura
<b>8</b>	<b>Qvk</b>	NA	caso di carico comprensivo di azioni da vento sulla struttura
<b>9</b>	<b>Esk</b>	SA	caso di carico sismico con analisi statica equivalente
<b>10</b>	<b>Edk</b>	SA	caso di carico sismico con analisi dinamica
<b>11</b>	<b>Etk</b>	NA	caso di carico comprensivo di azioni derivanti dall' incremento di spinta delle terre in condizione sismica
<b>12</b>	<b>Pk</b>	NA	caso di carico comprensivo di azioni derivanti da coazioni, cedimenti e precompressioni

Sono di tipo automatico A (ossia non prevedono introduzione dati da parte dell'utente) i seguenti casi di carico: 1-Ggk; 4-Gsk; 5-Qsk; 6-Qnk.

Sono di tipo semi-automatico SA (ossia prevedono una minima introduzione dati da parte dell'utente) i seguenti casi di carico:

7-Qtk, in quanto richiede solo il valore della variazione termica;

9-Esk e 10-Edk, in quanto richiedono il valore dell'angolo di ingresso del sisma e l'individuazione dei casi di carico partecipanti alla definizione delle masse.

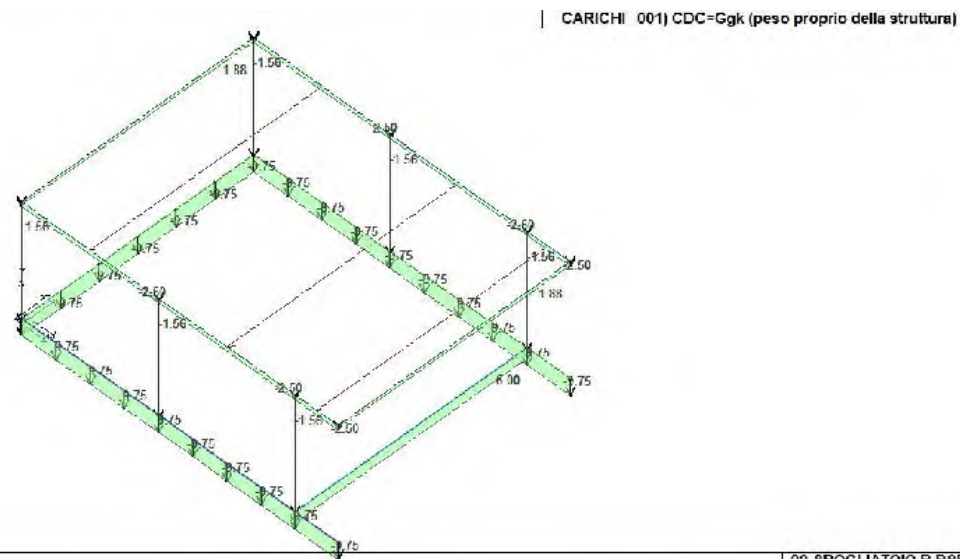
Sono di tipo non automatico NA ossia prevedono la diretta applicazione di carichi generici agli elementi strutturali (si veda il precedente punto Modellazione delle Azioni) i restanti casi di carico.

Nella tabella successiva vengono riportati i casi di carico agenti sulla struttura, con l'indicazione dei dati relativi al caso di carico stesso: *Numero Tipo e Sigla identificativa, Valore di riferimento del caso di carico (se previsto).*

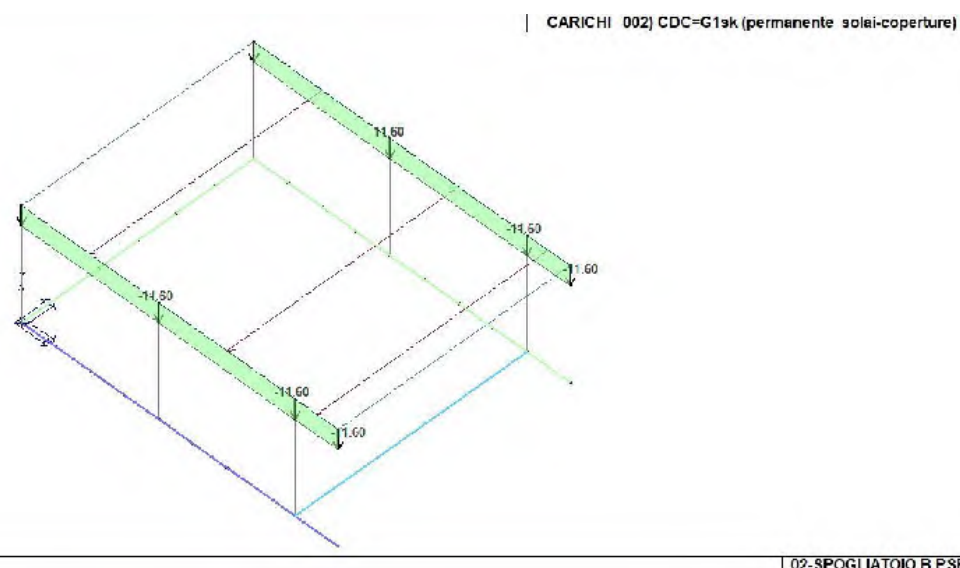
In successione, per i casi di carico non automatici, viene riportato l'elenco di nodi ed elementi direttamente caricati con la sigla identificativa del carico.

Per i casi di carico di tipo sismico (9-Esk e 10-Edk), viene riportata la tabella di definizione delle masse: per ogni caso di carico partecipante alla definizione delle masse viene indicata la relativa aliquota (partecipazione) considerata. Si precisa che per i caso di carico 5-Qsk e 6-Qnk la partecipazione è prevista localmente per ogni elemento solaio o copertura presente nel modello (si confronti il valore Sksol nel capitolo relativo agli elementi solaio) e pertanto la loro partecipazione è di norma pari a uno.

<b>CDC</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sigla Id</b>	<b>Note</b>
1	Ggk	CDC=Ggk (peso proprio della struttura)	
2	Gsk	CDC=G1sk (permanente solai-coperture)	
3	Gsk	CDC=G2sk (permanente solai-coperture n.c.d.)	
4	Qnk	CDC=Qnk (carico da neve)	
5	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. +)	partecipazione:1.00 per 1 CDC=Ggk (peso proprio della struttura)
			partecipazione:1.00 per 2 CDC=G1sk (permanente solai-coperture)
			partecipazione:1.00 per 3 CDC=G2sk (permanente solai-coperture n.c.d.)
			partecipazione:1.00 per 4 CDC=Qnk (carico da neve)
			partecipazione:1.00 per 13 CDC=G1k (permanente generico) .....
6	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
7	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. +)	come precedente CDC sismico
8	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
9	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. +)	come precedente CDC sismico
10	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
11	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. +)	come precedente CDC sismico
12	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
13	Gk	CDC=G1k (permanente generico) .....	D2 :da 1 a 7 Azione : DG:Fzi=-10.50 Fzf=-10.50
			D2 :da 22 a 38 Azione : DG:Fzi=-10.50 Fzf=-10.50

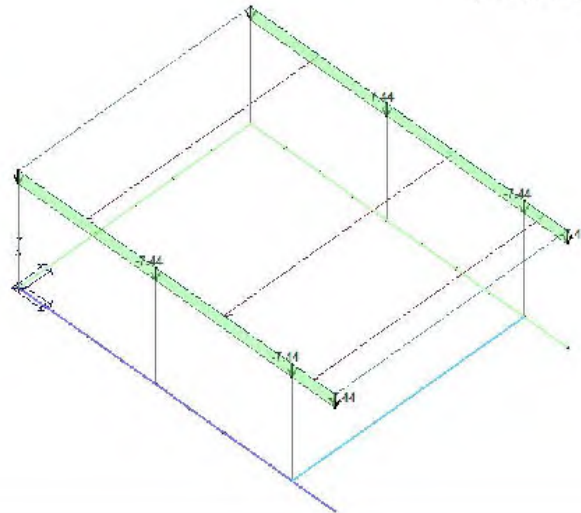


22\_CDC\_001\_CDC=Ggk (peso proprio della struttura)



22\_CDC\_002\_CDC=G1sk (permanente solai-coperture)

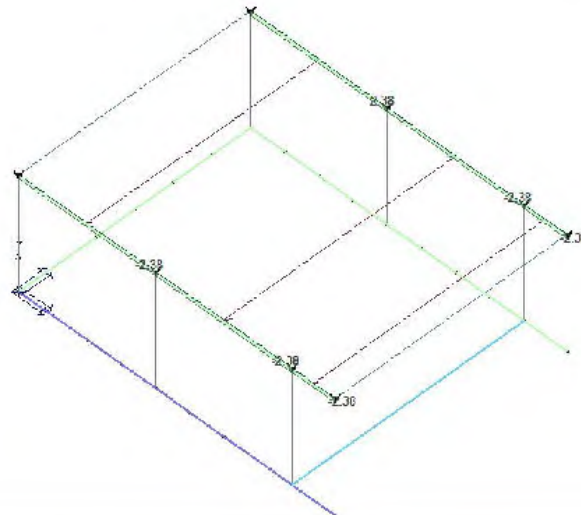
| CARICHI 003) CDC=G2sk (permanente solai-coperture n.c.d.)



02-SPOGLIATOIO B.PSP

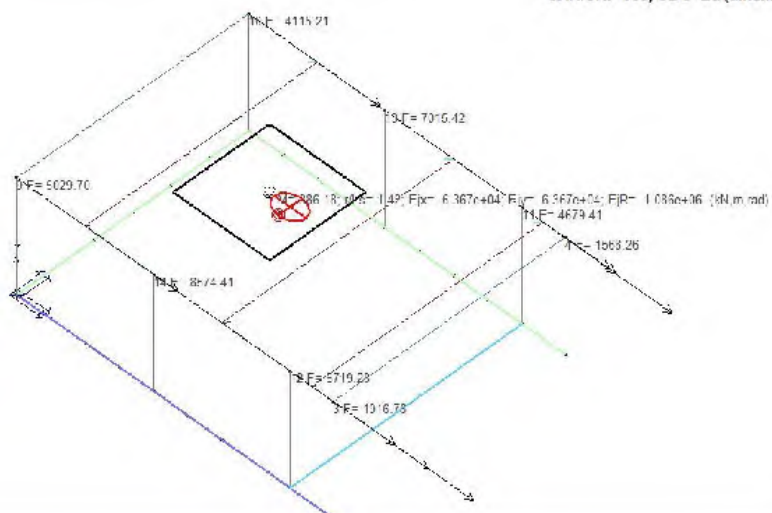
22\_CDC\_003\_CDC=G2sk (permanente solai-coperture n.c.d.)

| CARICHI 004) CDC=Qnk (carico da neve)

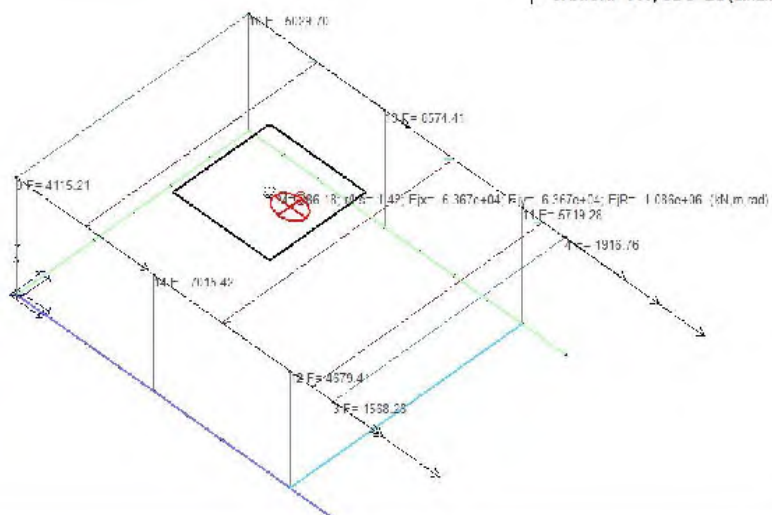


02-SPOGLIATOIO B.PSP

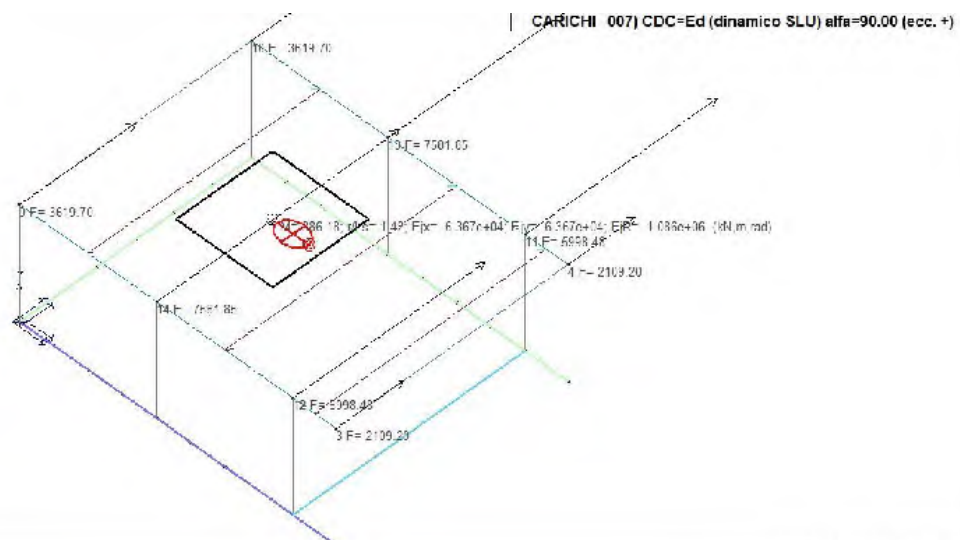
22\_CDC\_004\_CDC=Qnk (carico da neve)



22\_CDC\_005\_CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. +)

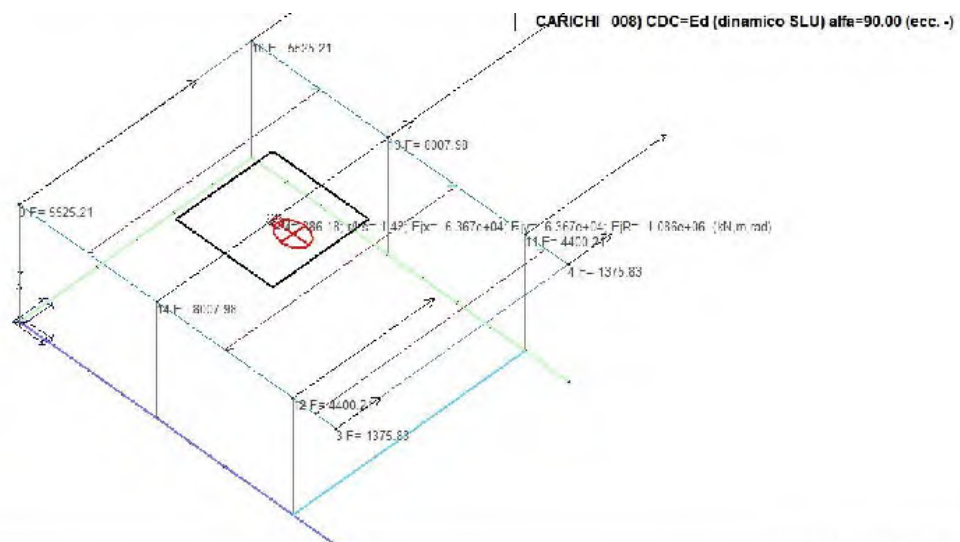


22\_CDC\_006\_CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. -)



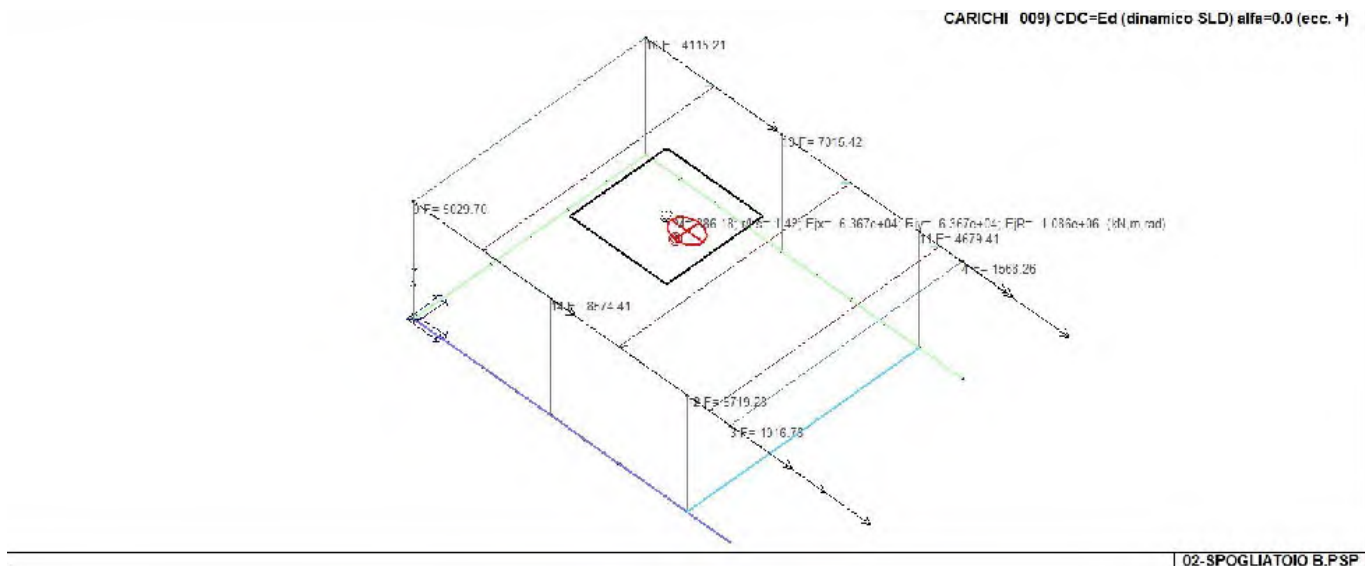
02-SPOGLIATOIO B.PSP

22\_CDC\_007\_CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. +)

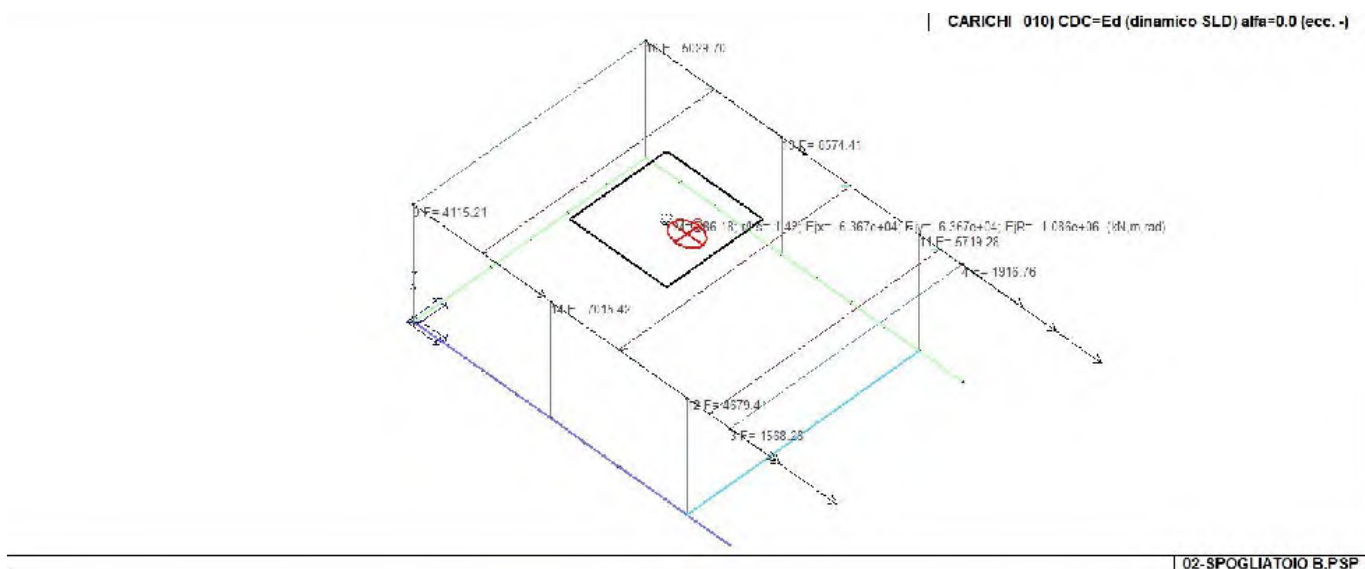


02-SPOGLIATOIO B.PSP

22\_CDC\_008\_CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. -)

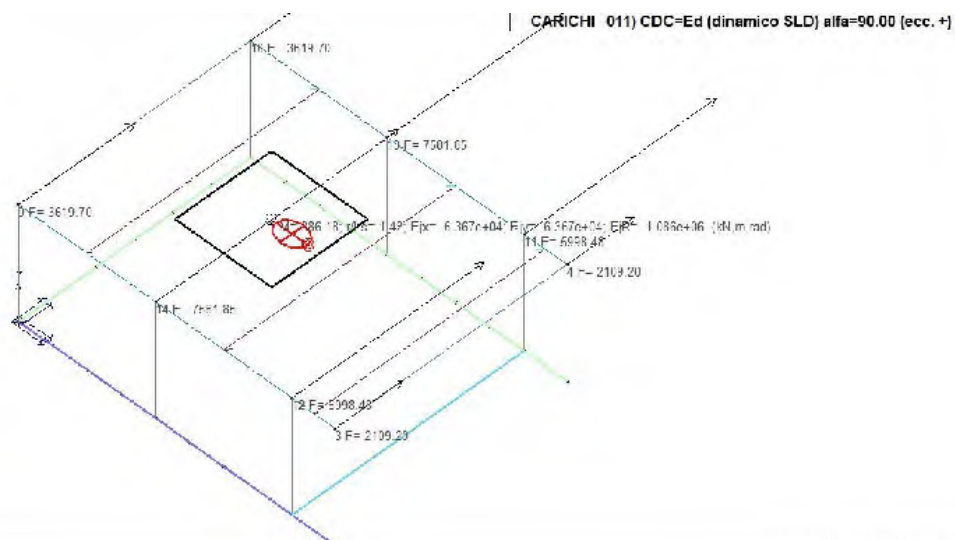


22\_CDC\_009\_CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. +)

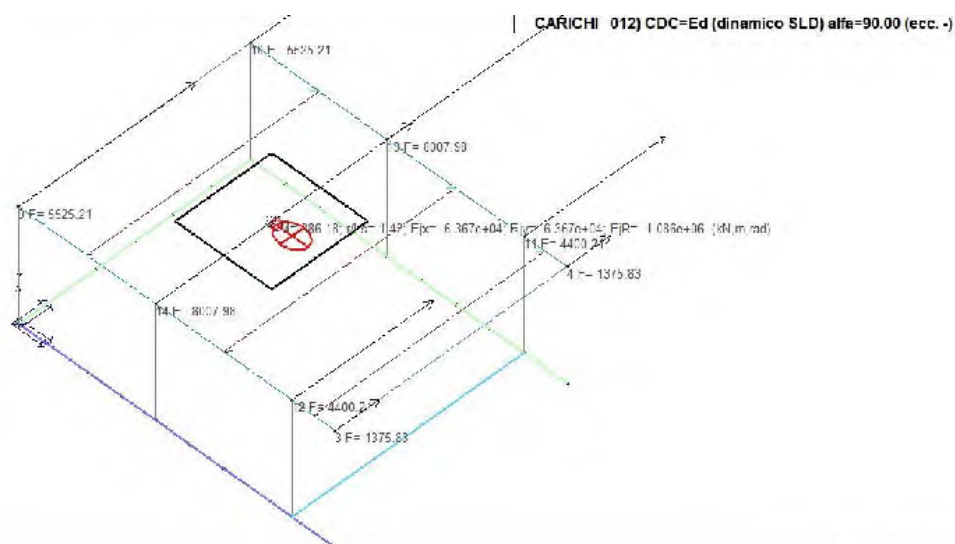


22\_CDC\_010\_CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. -)

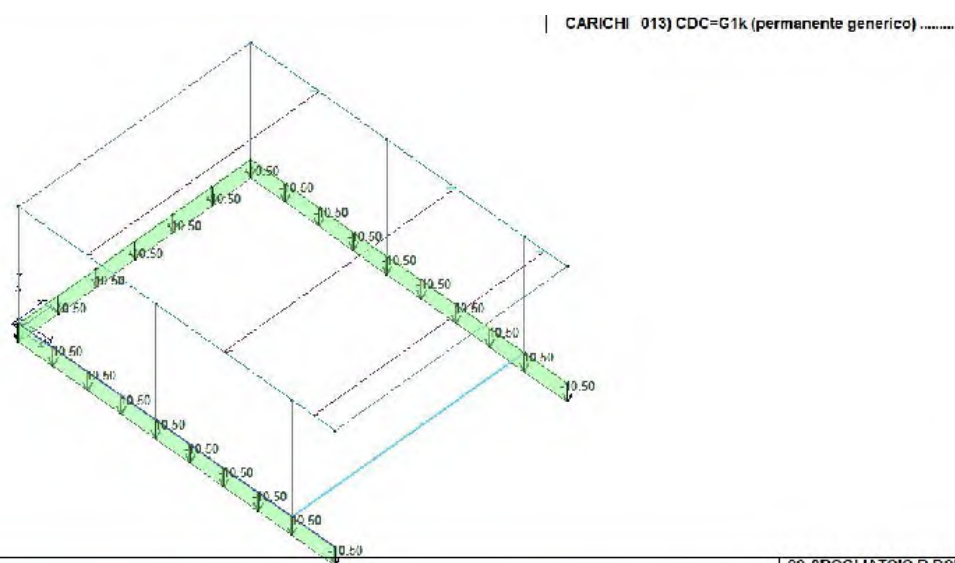




22\_CDC\_011\_CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. +)



22\_CDC\_012\_CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. -)



22 CDC 013 CDC=G1k (permanente generico) .....



# DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI

## LEGENDA TABELLA COMBINAZIONI DI CARICO

Il programma combina i diversi tipi di casi di carico (CDC) secondo le regole previste dalla normativa vigente.

Le combinazioni previste sono destinate al controllo di sicurezza della struttura ed alla verifica degli spostamenti e delle sollecitazioni.

La prima tabella delle combinazioni riportata di seguito comprende le seguenti informazioni: Numero, Tipo, Sigla identificativa. Una seconda tabella riporta il peso nella combinazione assunto per ogni caso di carico.

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni:

### Combinazione fondamentale SLU

$$\gamma G_1 \cdot G_1 + \gamma G_2 \cdot G_2 + \gamma P \cdot P + \gamma Q_1 \cdot Q_{k1} + \gamma Q_2 \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma Q_3 \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

### Combinazione caratteristica (rara) SLE

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

### Combinazione frequente SLE

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

### Combinazione quasi permanente SLE

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

### Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

### Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite connessi alle azioni eccezionali

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

Dove:

NTC 2008 Tabella 2.5.I

Destinazione d'uso/azione	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Categoria A residenziali	0,70	0,50	0,30
Categoria B uffici	0,70	0,50	0,30
Categoria C ambienti suscettibili di affollamento	0,70	0,70	0,60
Categoria D ambienti ad uso commerciale	0,70	0,70	0,60
Categoria E biblioteche, archivi, magazzini,...	1,00	0,90	0,80
Categoria F Rimesse e parcheggi (autoveicoli $\leq 30kN$ )	0,70	0,70	0,60
Categoria G Rimesse e parcheggi (autoveicoli $> 30kN$ )	0,70	0,50	0,30
Categoria H Coperture	0,00	0,00	0,00
Vento	0,60	0,20	0,00
Neve a quota $\leq 1000 m$	0,50	0,20	0,00
Neve a quota $> 1000 m$	0,70	0,50	0,20
Variazioni Termiche	0,60	0,50	0,00

Nelle verifiche possono essere adottati in alternativa due diversi approcci progettuali:

- per l'approccio 1 si considerano due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti di sicurezza parziali per le azioni, per i materiali e per la resistenza globale (combinazione 1 con coefficienti A1 e combinazione 2 con coefficienti A2),
- per l'approccio 2 si definisce un'unica combinazione per le azioni, per la resistenza dei materiali e per la resistenza globale (con coefficienti A1).

NTC 2008 Tabella 2.6.I

		Coefficiente $\gamma_f$	EQU	A1	A2
Carichi permanenti	Favorevoli	$\gamma G_1$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali (Non compiutamente definiti)	Favorevoli	$\gamma G_2$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	Favorevoli	$\gamma Q_i$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

Cmb	Tipo	Sigla Id	effetto P-delta
1	SLU	Comb. SLU A1 1	
2	SLU	Comb. SLU A1 2	
3	SLU	Comb. SLU A1 3	
4	SLU	Comb. SLU A1 4	
5	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 5	
6	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 6	
7	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 7	
8	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 8	

Cmb	Tipo	Sigla Id	effetto P-delta
9	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 9	
10	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 10	
11	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 11	
12	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 12	
13	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 13	
14	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 14	
15	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 15	
16	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 16	
17	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 17	
18	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 18	
19	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 19	
20	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 20	
21	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 21	
22	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 22	
23	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 23	
24	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 24	
25	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 25	
26	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 26	
27	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 27	
28	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 28	
29	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 29	
30	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 30	
31	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 31	
32	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 32	
33	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 33	
34	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 34	
35	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 35	
36	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 36	
37	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 37	
38	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 38	
39	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 39	
40	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 40	
41	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 41	
42	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 42	
43	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 43	
44	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 44	
45	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 45	
46	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 46	
47	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 47	
48	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 48	
49	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 49	
50	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 50	
51	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 51	
52	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 52	
53	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 53	
54	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 54	
55	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 55	
56	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 56	
57	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 57	
58	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 58	
59	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 59	
60	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 60	
61	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 61	
62	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 62	
63	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 63	
64	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 64	
65	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 65	
66	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 66	
67	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 67	
68	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 68	
69	SLU(acc.)	Comb. SLU (Accid.) 69	
70	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 70	
71	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 71	
72	SLE(p)	Comb. SLE(perm.) 72	

Cmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...	CDC 3/17...	CDC 4/18...	CDC 5/19...	CDC 6/20...	CDC 7/21...	CDC 8/22...	CDC 9/23...	CDC 10/24...	CDC 11/25...	CDC 12/26...	CDC 13/27...	CDC 14/28...
1	1.30	1.30	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	
2	1.30	1.30	1.50	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	
3	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	

Cmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...	CDC 3/17...	CDC 4/18...	CDC 5/19...	CDC 6/20...	CDC 7/21...	CDC 8/22...	CDC 9/23...	CDC 10/24...	CDC 11/25...	CDC 12/26...	CDC 13/27...	CDC 14/28...
4	1.00	1.00	0.0	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
5	1.00	1.00	1.00	0.0	-1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
6	1.00	1.00	1.00	0.0	-1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
7	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
8	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
9	1.00	1.00	1.00	0.0	-1.00	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
10	1.00	1.00	1.00	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
11	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
12	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
13	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	-1.00	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
14	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	-1.00	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
15	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
16	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
17	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	-1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
18	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
19	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
20	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
21	1.00	1.00	1.00	0.0	-0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
22	1.00	1.00	1.00	0.0	-0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
23	1.00	1.00	1.00	0.0	0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
24	1.00	1.00	1.00	0.0	0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
25	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	-0.30	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
26	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	-0.30	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
27	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.30	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
28	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.30	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
29	1.00	1.00	1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
30	1.00	1.00	1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
31	1.00	1.00	1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
32	1.00	1.00	1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
33	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	-0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
34	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	-0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
35	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
36	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
37	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	-0.30	0.0	1.00	
38	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.30	0.0	1.00	
39	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	-0.30	0.0	1.00	
40	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.30	0.0	1.00	
41	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	-0.30	1.00	
42	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.30	1.00	
43	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	-0.30	1.00	
44	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.30	1.00	
45	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	-0.30	0.0	1.00	
46	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.30	0.0	1.00	
47	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	-0.30	0.0	1.00	
48	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.30	0.0	1.00	
49	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	-0.30	1.00	
50	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.30	1.00	
51	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	-0.30	1.00	
52	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.30	1.00	
53	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	-1.00	0.0	1.00	
54	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	1.00	0.0	1.00	
55	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	-1.00	0.0	1.00	
56	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	1.00	0.0	1.00	
57	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	-1.00	0.0	1.00	
58	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	1.00	0.0	1.00	
59	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	-1.00	0.0	1.00	
60	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	1.00	0.0	1.00	
61	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0	-1.00	1.00	
62	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0	1.00	1.00	
63	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	-1.00	1.00	
64	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	1.00	1.00	
65	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	-1.00	1.00	
66	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	1.00	1.00	
67	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	-1.00	1.00	
68	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	1.00	1.00	
69	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
70	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
71	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	
72	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	

# AZIONE SISMICA

## VALUTAZIONE DELL' AZIONE SISMICA

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire dalla "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>. Per punti non coincidenti con il reticolo di riferimento e periodi di ritorno non contemplati direttamente si opera come indicato nell' allegato alle NTC (rispettivamente media pesata e interpolazione).

L' azione sismica viene definita in relazione ad un periodo di riferimento  $V_r$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale per il coefficiente d'uso (vedi tabella Parametri della struttura). Fissato il periodo di riferimento  $V_r$  e la probabilità di superamento  $P_{ver}$  associata a ciascuno degli stati limite considerati, si ottiene il periodo di ritorno  $T_r$  e i relativi parametri di pericolosità sismica (vedi tabella successiva):

$a_g$ : accelerazione orizzontale massima del terreno;

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

$T^*c$ : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

Parametri della struttura					
Classe d'uso	Vita $V_n$ [anni]	Coeff. Uso	Periodo $V_r$ [anni]	Tipo di suolo	Categoria topografica
II	50.0	1.0	50.0	C	T1

Individuati su reticolo di riferimento i parametri di pericolosità sismica si valutano i parametri spettrali riportati in tabella:

$S$  è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche

mediante la relazione seguente  $S = S_s \cdot S_t$  (3.2.5)

$F_o$  è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale

$F_v$  è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima verticale, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno  $a_g$  su sito di riferimento rigido orizzontale

$T_b$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante.

$T_c$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a velocità costante.

$T_d$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a spostamento costante.

Id nodo	Longitudine	Latitudine	Distanza
			Km
Loc.	11.874	45.453	
12742	11.853	45.424	3.622
12743	11.925	45.425	5.030
12521	11.923	45.475	4.503
12520	11.852	45.474	2.888

SL	$P_{ver}$	$T_r$	$a_g$	$F_o$	$T^*c$
		Anni	g		sec
SLO	81.0	30.0	0.032	2.540	0.210
SLD	63.0	50.0	0.038	2.580	0.260
SLV	10.0	475.0	0.095	2.560	0.330
SLC	5.0	975.0	0.122	2.550	0.340

SL	$a_g$	$S$	$F_o$	$F_v$	$T_b$	$T_c$	$T_d$
	g				sec	sec	sec
SLO	0.032	1.500	2.540	0.611	0.123	0.369	1.727
SLD	0.038	1.500	2.580	0.683	0.142	0.426	1.754
SLV	0.095	1.500	2.560	1.065	0.167	0.500	1.980
SLC	0.122	1.500	2.550	1.203	0.170	0.510	2.088

# RISULTATI ANALISI SISMICHE

## LEGENDA TABELLA ANALISI SISMICHE

Il programma consente l'analisi di diverse configurazioni sismiche.

Sono previsti, infatti, i seguenti casi di carico:

- |                |  |
|----------------|--|
| <b>9. Esk</b>  | caso di carico sismico con analisi statica equivalente |
| <b>10. Edk</b> | caso di carico sismico con analisi dinamica            |

Ciascun caso di carico è caratterizzato da un angolo di ingresso e da una configurazione di masse determinante la forza sismica complessiva (si rimanda al capitolo relativo ai casi di carico per chiarimenti inerenti questo aspetto).

Nella colonna Note, in funzione della norma in uso sono riportati i parametri fondamentali che caratterizzano l'azione sismica: in particolare possono essere presenti i seguenti valori:

<b>Angolo di ingresso</b>	Angolo di ingresso dell'azione sismica orizzontale
<b>Fattore di importanza</b>	Fattore di importanza dell'edificio, in base alla categoria di appartenenza
<b>Zona sismica</b>	Zona sismica
<b>Accelerazione ag</b>	Accelerazione orizzontale massima sul suolo
<b>Categoria suolo</b>	Categoria di profilo stratigrafico del suolo di fondazione
<b>Fattore di struttura q</b>	Fattore dipendente dalla tipologia strutturale
<b>Fattore di sito S</b>	Fattore dipendente dalla stratigrafia e dal profilo topografico
<b>Classe di duttilità CD</b>	Classe di duttilità della struttura – "A" duttilità alta, "B" duttilità bassa
<b>Fattore riduz. SLD</b>	Fattore di riduzione dello spettro elastico per lo stato limite di danno
<b>Periodo proprio T1</b>	Periodo proprio di vibrazione della struttura
<b>Coefficiente Lambda</b>	Coefficiente dipendente dal periodo proprio T1 e dal numero di piani della struttura
<b>Ordinata spettro Sd(T1)</b>	Valore delle ordinate dello spettro di progetto per lo stato limite ultimo, componente orizzontale (verticale Svd)
<b>Ordinata spettro Se(T1)</b>	Valore delle ordinate dello spettro elastico ridotta del fattore SLD per lo stato limite di danno, componente orizzontale (verticale Sve)
<b>Ordinata spettro S (Tb-Tc)</b>	Valore dell' ordinata dello spettro in uso nel tratto costante
<b>numero di modi considerati</b>	Numero di modi di vibrare della struttura considerati nell'analisi dinamica

Per ciascun caso di carico sismico viene riportato l'insieme di dati sotto riportati (le masse sono espresse in unità di forza):

- analisi sismica statica equivalente:**
  - quota, posizione del centro di applicazione e azione orizzontale risultante, posizione del baricentro delle rigidezze, rapporto  $r/Ls$  (per strutture a nucleo), indici di regolarità e/r secondo EC8 4.2.3.2
  - azione sismica complessiva
- analisi sismica dinamica con spettro di risposta:**
  - quota, posizione del centro di massa e massa risultante, posizione del baricentro delle rigidezze, rapporto  $r/Ls$  (per strutture a nucleo), indici di regolarità e/r secondo EC8 4.2.3.2
  - frequenza, periodo, accelerazione spettrale, massa eccitata nelle tre direzioni globali per tutti i modi
  - massa complessiva ed aliquota di massa complessiva eccitata.

Per ciascuna combinazione sismica definita SLD o SLO viene riportato il livello di deformazione  $\eta_T$  (dr) degli elementi strutturali verticali. Per semplicità di consultazione il livello è espresso anche in unità  $1000 \cdot \eta_T/h$  da confrontare direttamente con i valori forniti nella norma (es. 5 per edifici con tamponamenti collegati rigidamente alla struttura, 10.0 per edifici con tamponamenti collegati elasticamente, 3 per edifici in muratura ordinaria, 4 per edifici in muratura armata).

Qualora si applichi il D.M. 96 (vedi NOTA sul capitolo "normativa di riferimento") l'analisi sismica dinamica può essere comprensiva di sollecitazione verticale contemporanea a quella orizzontale, nel qual caso è effettuata una sovrapposizione degli effetti in ragione della radice dei quadrati degli effetti stessi. Per ciascuna combinazione sismica - analisi effettuate con il D.M. 96 (vedi NOTA sul capitolo "normativa di riferimento") - viene riportato il livello di deformazione  $\eta_T$ ,  $\eta_P$  e  $\eta_D$  degli elementi strutturali verticali. Per semplicità di consultazione il livello è espresso in unità  $1000 \cdot \eta_T/h$  da confrontare direttamente con il valore 2 o 4 per la verifica.

Per gli edifici sismicamente isolati si riportano di seguito le verifiche condotte sui dispositivi di isolamento. Le verifiche sono effettuate secondo l'allegato 10.A dell'Ordinanza 3274 e smi. In particolare la tabella, per ogni combinazione SLU (SLC per il DM 14-01-2008) sismica riporta il codice di verifica e i valori utilizzati per la verifica: spostamento dE, area ridotta e dimensione A2, azione verticale, deformazioni di taglio dell' elastomero e tensioni nell' acciaio.

<b>Nodo</b>	Nodo di appoggio dell' isolatore
<b>Cmb</b>	Combinazione oggetto della verifica
<b>Verif.</b>	Codice di verifica ok – verifica positiva, NV – verifica negativa, ND – verifica non completata
<b>dE</b>	Spostamento relativo tra le due facce (amplificato del 20% per Ordinanza 3274 e smi) combinato con la regola del 30%
<b>Ang fi</b>	Angolo utilizzato per il calcolo dell' area ridotta $A_r$ (per dispositivi circolari)
<b>V</b>	Azione verticale agente
<b>Ar</b>	Area ridotta efficace

<b>Dim A2</b>	Dimensione utile per il calcolo della deformazione per rotazione
<b>Sig s</b>	Tensione nell' inserto in acciaio
<b>Gam c(a,s,t)</b>	Deformazioni di taglio dell' elastomero
<b>Vcr</b>	Carico critico per instabilità

Affinché la verifica sia positiva deve essere:

- 1)  $V > 0$
- 2)  $Sig s < f_{yk}$
- 3)  $G_{am t} < 5$
- 4)  $G_{am s} < G_{am}^*$  (caratteristica dell' elastomero)
- 5)  $G_{am s} < 2$
- 6)  $V < 0.5 V_{cr}$

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](http://www.2si.it), si segnalano i seguenti esempi applicativi:

Test N°	Titolo
23	DM 2008: SPETTRO
29	SISMICA 1000/H, SOMMA V, EFFETTO P-δ
30	ANALISI DI UN EDIFICIO CON ISOLATORI SISMICI
70	MASSE SISMICHE
75	PROGETTO DI ISOLATORI ELASTOMERICI
76	VERIFICA DI ISOLATORI ELASTOMERICI
77	VERIFICA DI ISOLATORI FRICTION PENDULUM

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
5	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. +)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.145 g
			angolo di ingresso: 0.0
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.307 sec.
			fattore q: 2.520
			fattore per spost. $\mu d$ : 3.472
			classe di duttilità CD: B
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	rapp. r/Ls	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
300.00	3.862e+04	404.00	297.50	0.0	-29.75	351.00	297.50	1.422	0.128	0.0
Risulta	3.862e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	2.558	0.391	0.145	57.37	0.1	3.660e+04	94.8	0.04	9.37e-05	0.0	0.0
2	3.253	0.307	0.145	3.330e+04	86.2	446.39	1.2	65.03	0.2	0.0	0.0
3	3.598	0.278	0.145	4410.17	11.4	1311.09	3.4	14.31	3.70e-02	0.0	0.0
4	9.434	0.106	0.144	605.29	1.6	5.21e-03	1.35e-05	2.271e+04	58.8	0.0	0.0
5	9.672	0.103	0.144	0.05	1.35e-04	214.61	0.6	1.21	3.13e-03	0.0	0.0
6	11.617	0.086	0.144	1.17e-04	0.0	41.82	0.1	0.02	5.28e-05	0.0	0.0
7	12.225	0.082	0.143	242.89	0.6	1.11e-04	0.0	1.556e+04	40.3	0.0	0.0
8	17.476	0.057	0.143	0.82	2.11e-03	0.0	0.0	119.64	0.3	0.0	0.0
9	18.986	0.053	0.143	5.32e-05	0.0	4.97	1.29e-02	0.0	0.0	0.0	0.0
Risulta				3.861e+04		3.862e+04		3.846e+04			
In				99.99		100.00		99.60			

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
percentuale											

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
6	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. -)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.145 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.307 sec.
			fattore q: 2.520
			fattore per spost. mu d: 3.472
			classe di duttilità CD: B
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	rapp. r/Ls	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
300.00	3.862e+04	404.00	297.50	0.0	29.75	351.00	297.50	1.422	0.128	0.0
Risulta	3.862e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	2.558	0.391	0.145	57.33	0.1	3.660e+04	94.8	0.04	9.34e-05	0.0	0.0
2	3.252	0.307	0.145	3.328e+04	86.2	447.14	1.2	64.99	0.2	0.0	0.0
3	3.598	0.278	0.145	4422.90	11.5	1310.40	3.4	14.35	3.72e-02	0.0	0.0
4	9.434	0.106	0.144	605.27	1.6	7.52e-03	1.95e-05	2.271e+04	58.8	0.0	0.0
5	9.672	0.103	0.144	0.07	1.86e-04	214.61	0.6	1.65	4.29e-03	0.0	0.0
6	11.617	0.086	0.144	3.82e-04	0.0	41.82	0.1	0.08	1.98e-04	0.0	0.0
7	12.225	0.082	0.143	242.90	0.6	6.15e-05	0.0	1.556e+04	40.3	0.0	0.0
8	17.476	0.057	0.143	0.82	2.11e-03	0.0	0.0	119.64	0.3	0.0	0.0
9	18.986	0.053	0.143	6.11e-05	0.0	4.97	1.29e-02	1.38e-06	0.0	0.0	0.0
Risulta				3.861e+04		3.862e+04		3.846e+04			
In percentuale				99.99		100.00		99.60			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
7	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. +)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.145 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.400 sec.
			fattore q: 2.520
			fattore per spost. mu d: 2.899
			classe di duttilità CD: B
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	rapp. r/Ls	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
300.00	3.862e+04	404.00	297.50	40.60	0.0	351.00	297.50	1.422	0.128	0.0

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	rapp. r/Ls	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
Risulta	3.862e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	2.499	0.400	0.145	3.16e-06	0.0	3.536e+04	91.6	0.0	0.0	0.0	0.0
2	3.294	0.304	0.145	3.776e+04	97.8	4.56e-04	1.18e-06	78.54	0.2	0.0	0.0
3	3.657	0.273	0.145	4.72e-03	1.22e-05	2993.76	7.8	1.58e-05	0.0	0.0	0.0
4	9.434	0.106	0.144	604.53	1.6	5.17e-05	0.0	2.270e+04	58.8	0.0	0.0
5	9.676	0.103	0.144	3.74e-04	0.0	217.58	0.6	8.60e-03	2.23e-05	0.0	0.0
6	11.616	0.086	0.144	1.92e-05	0.0	41.54	0.1	4.48e-03	1.16e-05	0.0	0.0
7	12.224	0.082	0.143	242.63	0.6	1.72e-06	0.0	1.556e+04	40.3	0.0	0.0
8	17.476	0.057	0.143	0.82	2.11e-03	0.0	0.0	119.64	0.3	0.0	0.0
9	18.987	0.053	0.143	0.0	0.0	5.00	1.29e-02	0.0	0.0	0.0	0.0
Risulta				3.861e+04		3.862e+04		3.846e+04			
In percentuale				99.99		100.00		99.60			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
8	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. -)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.145 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.385 sec.
			fattore q: 2.520
			fattore per spost. mu d: 2.975
			classe di duttilità CD: B
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	rapp. r/Ls	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
300.00	3.862e+04	404.00	297.50	-40.60	0.0	351.00	297.50	1.422	0.128	0.0
Risulta	3.862e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	2.599	0.385	0.145	3.71e-05	0.0	3.794e+04	98.3	0.0	0.0	0.0	0.0
2	3.294	0.304	0.145	3.776e+04	97.8	4.83e-05	0.0	78.54	0.2	0.0	0.0
3	3.492	0.286	0.145	0.01	3.84e-05	414.20	1.1	4.07e-05	0.0	0.0	0.0
4	9.434	0.106	0.144	604.53	1.6	5.31e-05	0.0	2.270e+04	58.8	0.0	0.0
5	9.669	0.103	0.144	3.84e-04	0.0	212.43	0.6	8.91e-03	2.31e-05	0.0	0.0
6	11.618	0.086	0.144	1.90e-05	0.0	42.18	0.1	4.50e-03	1.17e-05	0.0	0.0
7	12.224	0.082	0.143	242.63	0.6	1.87e-06	0.0	1.556e+04	40.3	0.0	0.0
8	17.476	0.057	0.143	0.82	2.11e-03	0.0	0.0	119.64	0.3	0.0	0.0
9	18.986	0.053	0.143	0.0	0.0	4.94	1.28e-02	0.0	0.0	0.0	0.0
Risulta				3.861e+04		3.862e+04		3.846e+04			
In percentuale				99.99		100.00		99.60			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
9	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. +)	



CDC	Tipo	Sigla Id	Note
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.149 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.307 sec.
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	rapp. r/Ls	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
300.00	3.862e+04	404.00	297.50	0.0	-29.75	351.00	297.50	1.422	0.128	0.0
Risulta	3.862e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	2.558	0.391	0.149	57.37	0.1	3.660e+04	94.8	0.04	9.37e-05	0.0	0.0
2	3.253	0.307	0.149	3.330e+04	86.2	446.39	1.2	65.03	0.2	0.0	0.0
3	3.598	0.278	0.149	4410.17	11.4	1311.09	3.4	14.31	3.70e-02	0.0	0.0
4	9.434	0.106	0.126	605.29	1.6	5.21e-03	1.35e-05	2.271e+04	58.8	0.0	0.0
5	9.672	0.103	0.124	0.05	1.35e-04	214.61	0.6	1.21	3.13e-03	0.0	0.0
6	11.617	0.086	0.113	1.17e-04	0.0	41.82	0.1	0.02	5.28e-05	0.0	0.0
7	12.225	0.082	0.110	242.89	0.6	1.11e-04	0.0	1.556e+04	40.3	0.0	0.0
8	17.476	0.057	0.094	0.82	2.11e-03	0.0	0.0	119.64	0.3	0.0	0.0
9	18.986	0.053	0.091	5.32e-05	0.0	4.97	1.29e-02	0.0	0.0	0.0	0.0
Risulta				3.861e+04		3.862e+04		3.846e+04			
In percentuale				99.99		100.00		99.60			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
10	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. -)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.149 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.307 sec.
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	rapp. r/Ls	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
300.00	3.862e+04	404.00	297.50	0.0	29.75	351.00	297.50	1.422	0.128	0.0
Risulta	3.862e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	2.558	0.391	0.149	57.33	0.1	3.660e+04	94.8	0.04	9.34e-05	0.0	0.0
2	3.252	0.307	0.149	3.328e+04	86.2	447.14	1.2	64.99	0.2	0.0	0.0
3	3.598	0.278	0.149	4422.90	11.5	1310.40	3.4	14.35	3.72e-02	0.0	0.0
4	9.434	0.106	0.126	605.27	1.6	7.52e-03	1.95e-05	2.271e+04	58.8	0.0	0.0
5	9.672	0.103	0.124	0.07	1.86e-04	214.61	0.6	1.65	4.29e-03	0.0	0.0
6	11.617	0.086	0.113	3.82e-04	0.0	41.82	0.1	0.08	1.98e-04	0.0	0.0

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
7	12.225	0.082	0.110	242.90	0.6	6.15e-05	0.0	1.556e+04	40.3	0.0	0.0
8	17.476	0.057	0.094	0.82	2.11e-03	0.0	0.0	119.64	0.3	0.0	0.0
9	18.986	0.053	0.091	6.11e-05	0.0	4.97	1.29e-02	1.38e-06	0.0	0.0	0.0
Risulta				3.861e+04		3.862e+04		3.846e+04			
In percentuale				99.99		100.00		99.60			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
11	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. +)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.149 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.400 sec.
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	rapp. r/Ls	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
300.00	3.862e+04	404.00	297.50	40.60	0.0	351.00	297.50	1.422	0.128	0.0
Risulta	3.862e+04									

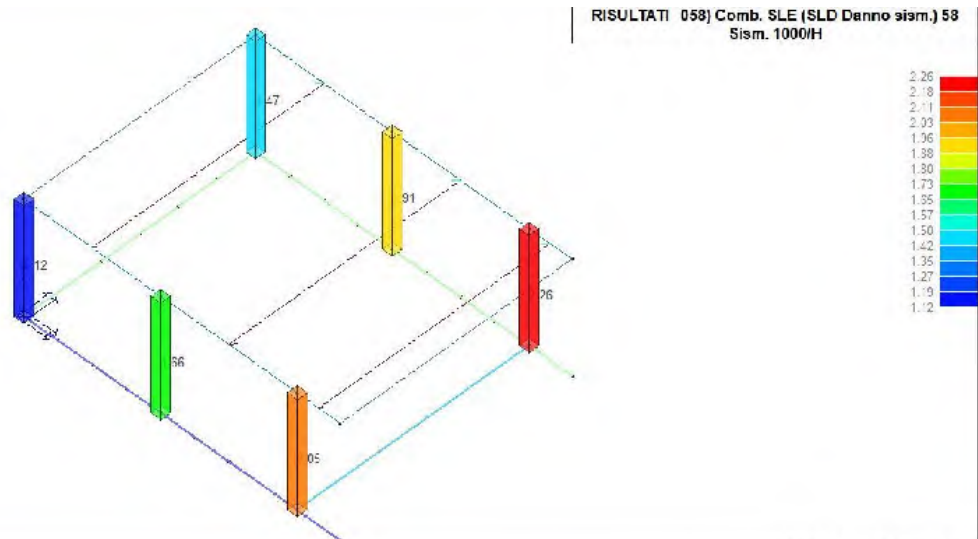
Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	2.499	0.400	0.149	3.16e-06	0.0	3.536e+04	91.6	0.0	0.0	0.0	0.0
2	3.294	0.304	0.149	3.776e+04	97.8	4.56e-04	1.18e-06	78.54	0.2	0.0	0.0
3	3.657	0.273	0.149	4.72e-03	1.22e-05	2993.76	7.8	1.58e-05	0.0	0.0	0.0
4	9.434	0.106	0.126	604.53	1.6	5.17e-05	0.0	2.270e+04	58.8	0.0	0.0
5	9.676	0.103	0.124	3.74e-04	0.0	217.58	0.6	8.60e-03	2.23e-05	0.0	0.0
6	11.616	0.086	0.113	1.92e-05	0.0	41.54	0.1	4.48e-03	1.16e-05	0.0	0.0
7	12.224	0.082	0.110	242.63	0.6	1.72e-06	0.0	1.556e+04	40.3	0.0	0.0
8	17.476	0.057	0.094	0.82	2.11e-03	0.0	0.0	119.64	0.3	0.0	0.0
9	18.987	0.053	0.091	0.0	0.0	5.00	1.29e-02	0.0	0.0	0.0	0.0
Risulta				3.861e+04		3.862e+04		3.846e+04			
In percentuale				99.99		100.00		99.60			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
12	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. -)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.149 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.385 sec.
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

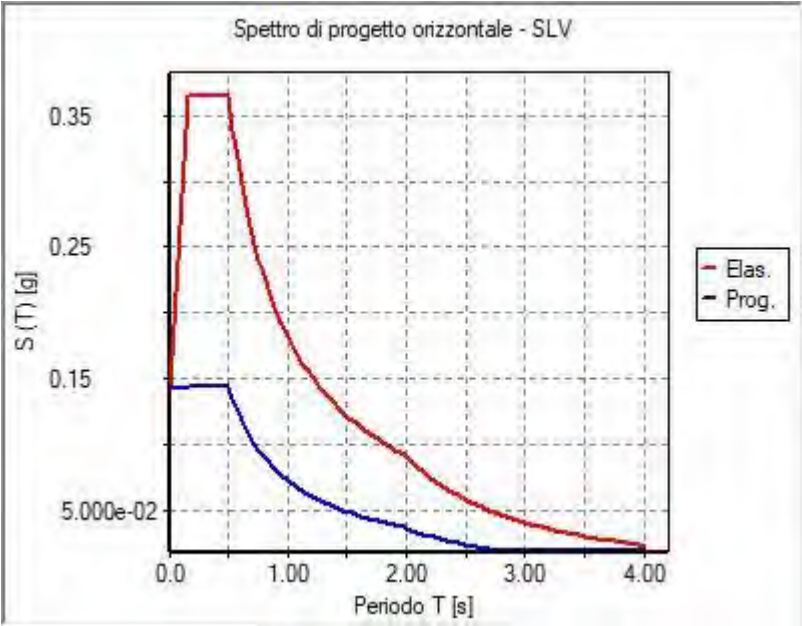
Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	rapp. r/Ls	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry	
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm				
300.00	3.862e+04	404.00	297.50	-40.60	0.0	351.00	297.50	1.422	0.128	0.0	
Risulta	3.862e+04										
Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	2.599	0.385	0.149	3.71e-05	0.0	3.794e+04	98.3	0.0	0.0	0.0	0.0
2	3.294	0.304	0.149	3.776e+04	97.8	4.83e-05	0.0	78.54	0.2	0.0	0.0
3	3.492	0.286	0.149	0.01	3.84e-05	414.20	1.1	4.07e-05	0.0	0.0	0.0
4	9.434	0.106	0.126	604.53	1.6	5.31e-05	0.0	2.270e+04	58.8	0.0	0.0
5	9.669	0.103	0.124	3.84e-04	0.0	212.43	0.6	8.91e-03	2.31e-05	0.0	0.0
6	11.618	0.086	0.113	1.90e-05	0.0	42.18	0.1	4.50e-03	1.17e-05	0.0	0.0
7	12.224	0.082	0.110	242.63	0.6	1.87e-06	0.0	1.556e+04	40.3	0.0	0.0
8	17.476	0.057	0.094	0.82	2.11e-03	0.0	0.0	119.64	0.3	0.0	0.0
9	18.986	0.053	0.091	0.0	0.0	4.94	1.28e-02	0.0	0.0	0.0	0.0

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	rapp. r/Ls	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
Risulta				3.861e+04		3.862e+04		3.846e+04		
In percentuale				99.99		100.00		99.60		

Cmb	Pilas.	1000 etaT/h	etaT cm	inter. h cm	Pilas.	1000 etaT/h	etaT cm	inter. h cm	Pilas.	1000 etaT/h	etaT cm	inter. h cm
37	8	1.46	0.44	300.0	9	1.00	0.30	300.0	10	1.25	0.38	300.0
	11	1.64	0.49	300.0	12	1.19	0.36	300.0	13	1.59	0.48	300.0
38	8	1.45	0.43	300.0	9	1.44	0.43	300.0	10	1.31	0.39	300.0
	11	1.31	0.39	300.0	12	1.27	0.38	300.0	13	1.28	0.38	300.0
39	8	1.04	0.31	300.0	9	1.04	0.31	300.0	10	0.84	0.25	300.0
	11	0.85	0.25	300.0	12	0.78	0.23	300.0	13	0.79	0.24	300.0
40	8	0.94	0.28	300.0	9	0.49	0.15	300.0	10	0.90	0.27	300.0
	11	1.21	0.36	300.0	12	0.81	0.24	300.0	13	1.13	0.34	300.0
...												
68	11	1.79	0.54	300.0	12	1.65	0.50	300.0	13	1.65	0.49	300.0
Cmb		1000 etaT/h 2.26										



31\_RIS\_SLE\_058\_Comb. SLE (SLD Danno sism.) 58



# RISULTATI NODALI

## LEGENDA RISULTATI NODALI

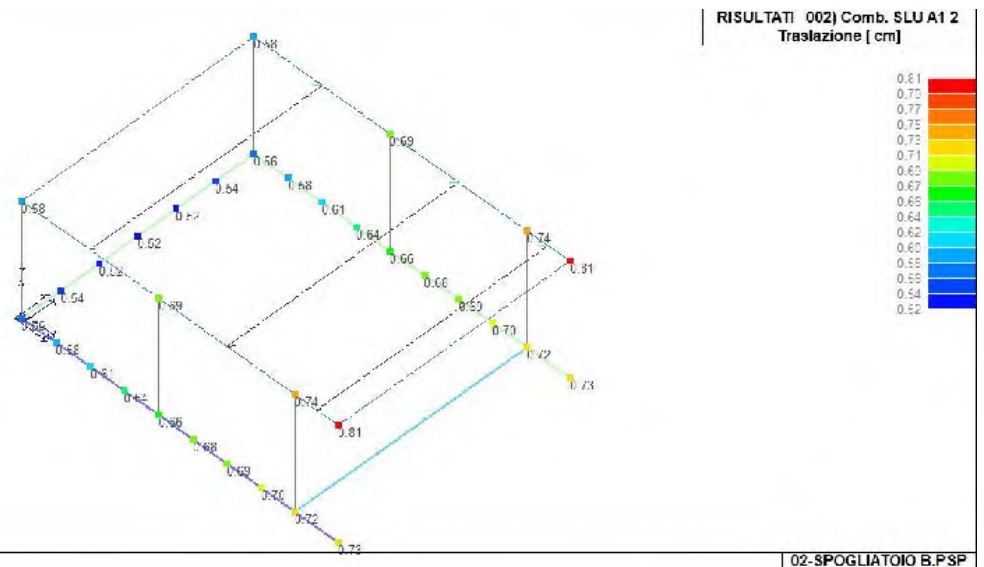
Il controllo dei risultati delle analisi condotte, per quanto concerne i nodi strutturali, è possibile in relazione alle tabelle sottoriportate.

Una prima tabella riporta infatti per ogni nodo e per ogni combinazione (o caso di carico) gli spostamenti nodali.

Una seconda tabella riporta per ogni nodo a cui sia associato un vincolo rigido e/o elastico o una fondazione speciale e per ogni combinazione (o caso di carico) i valori delle azioni esercitate dalla struttura sui vincoli (reazioni vincolari cambiate di segno).

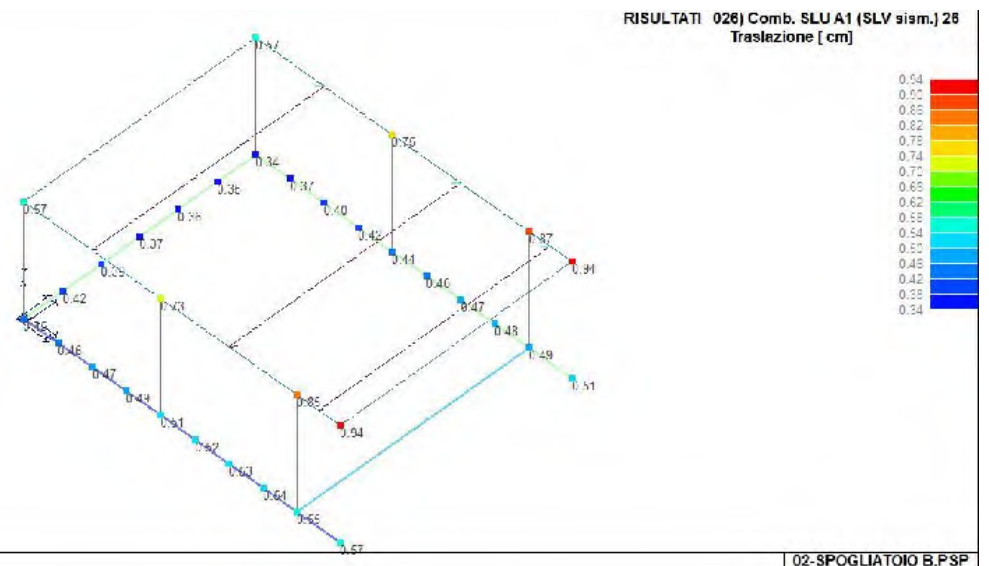
Una terza tabella, infine riassume per ogni nodo le sei combinazioni in cui si attingono i valori minimi e massimi della reazione Fz, della reazione Mx e della reazione My.

Nodo	Cmb	Traslazione X cm	Traslazione Y cm	Traslazione Z cm	Rotazione X	Rotazione Y	Rotazione Z
1	1	-1.33e-04	-3.91e-05	-0.54	1.97e-04	2.44e-04	0.0
1	2	-1.48e-04	-3.56e-05	-0.56	2.16e-04	2.77e-04	0.0
1	8	-0.04	5.17e-03	-0.46	2.34e-04	1.07e-05	-4.69e-05
1	30	5.05e-03	-0.03	-0.45	3.59e-04	1.51e-04	-1.19e-06
1	36	-0.01	-0.03	-0.47	3.80e-04	6.71e-05	-1.83e-05
1	40	-0.04	5.32e-03	-0.46	2.36e-04	6.13e-06	-4.82e-05
1	62	5.19e-03	-0.03	-0.45	3.65e-04	1.50e-04	-1.21e-06
1	68	-0.01	-0.03	-0.47	3.86e-04	6.41e-05	-1.88e-05
...							
33	72	-1.24e-05	1.32e-04	-0.46	-1.45e-04	1.87e-04	0.0
Nodo		Traslazione X	Traslazione Y	Traslazione Z	Rotazione X	Rotazione Y	Rotazione Z
		-0.08	-0.71	-0.80	-2.28e-03	-1.46e-04	-4.99e-04
		0.47	0.71	-0.34	2.28e-03	1.68e-03	4.99e-04

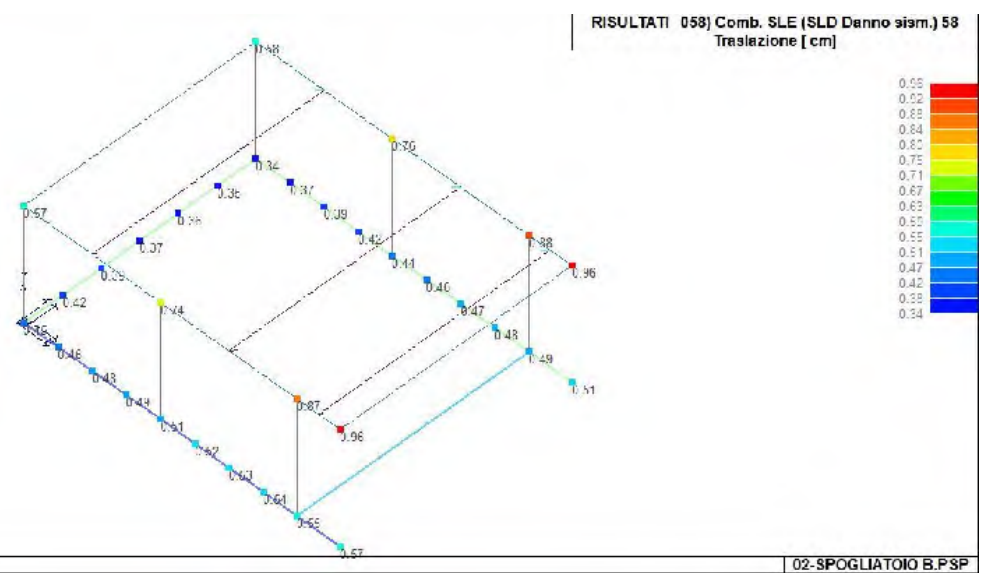


41\_RIS\_SPOSTAMENTI\_002\_Comb. SLU A1 2

02-SPOGLIATOIO B.PSP

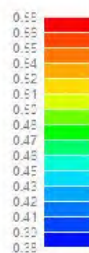
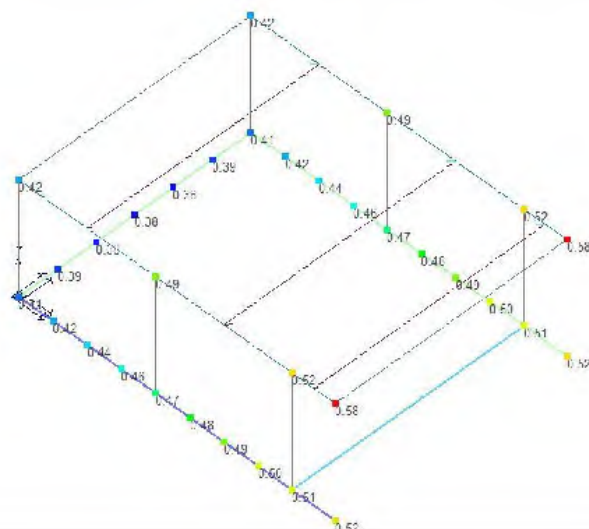


41\_RIS\_SPOSTAMENTI\_026\_Comb. SLU A1 (SLV sism.) 26



41\_RIS\_SPOSTAMENTI\_058\_Comb. SLE (SLD Danno sism.) 58

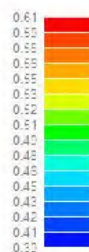
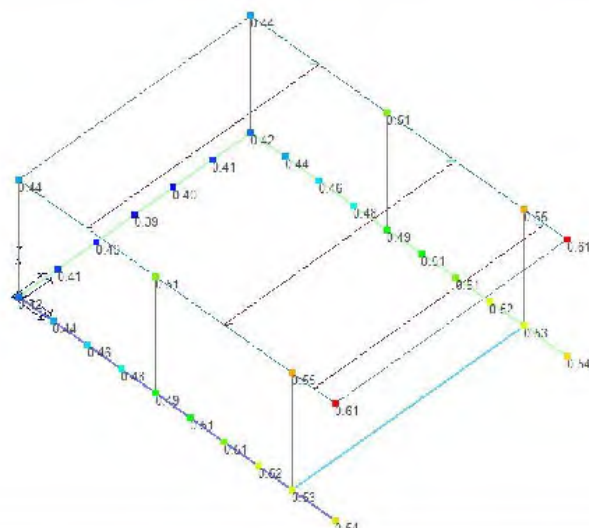
RISULTATI 069) Comb. SLU (Accid.) 69  
Traslazione [ cm]



02-SPOGLIATOIO B.PSP

41\_RIS\_SPOSTAMENTI\_069\_Comb. SLU (Accid.) 69

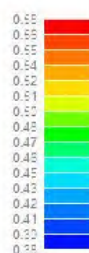
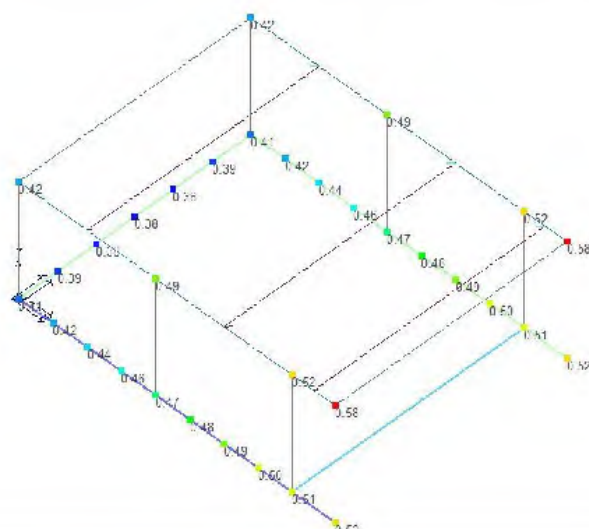
RISULTATI 071) Comb. SLE(rara) 71  
Traslazione [ cm]



02-SPOGLIATOIO B.PSP

41\_RIS\_SPOSTAMENTI\_071\_Comb. SLE(rara) 71

RISULTATI 072) Comb. SLE(perm.) 72  
Traslazione [ cm]



02-SPOGLIATOIO B.PSP

41\_RIS\_SPOSTAMENTI\_072\_Comb. SLE(perm.) 72

# RISULTATI OPERE DI FONDAZIONE

## LEGENDA RISULTATI OPERE DI FONDAZIONE

Il controllo dei risultati delle analisi condotte, per quanto concerne le opere di fondazione, è possibile in relazione alle tabelle sotto riportate.

La prima tabella è riferita alle fondazioni tipo palo e plinto su pali.

Per questo tipo di fondazione vengono riportate le sei componenti di sollecitazione (esprese nel riferimento globale della struttura) per ogni palo componente l'opera.

In particolare viene riportato:

<b>Nodo</b>	numero del nodo a cui è applicato il plinto
<b>Tipo</b>	codice corrispondente al nome assegnato al tipo di plinto di fondazione: 3) palo singolo ( <i>PALO</i> ) 4) plinto su palo 5) plinto su due pali ( <i>PL.2P</i> ) 6) plinto su tre pali ( <i>PL.3P</i> ) 7) plinto su quattro pali ( <i>PL.4P</i> ) 8) plinto rettangolare su cinque pali ( <i>PL.5P.R</i> ) 9) plinto pentagonale su cinque pali ( <i>PL.5P</i> ) 10) plinto su sei pali ( <i>PL.6P</i> )
<b>Palo</b>	numero del palo
<b>Comb.</b>	combinazione di carico in cui si verificano le sei componenti di sollecitazione.
<b>Quota</b>	quota assoluta della sezione del palo per cui si riportano le sei componenti di sollecitazione.

L'azione Fz ( corrispondente allo sforzo normale nel palo) è costante poiché il peso del palo stesso non è considerato nella modellazione.

La seconda tabella è riferita alle fondazioni tipo plinto su suolo elastico.

Per questo tipo di fondazione vengono riportate le pressioni nei quattro vertici dell'impronta sul terreno.

In particolare viene riportato:

<b>Nodo</b>	numero del nodo a cui è applicato il plinto
<b>Tipo</b>	Codice identificativo del nome assegnato al plinto
<b>area</b>	area dell'impronta del plinto
<b>Wink O      Wink V</b>	coefficienti di Winkler (orizzontale e verticale) adottati
<b>Comb</b>	Combinazione di carico in cui si verificano i valori riportati
<b>Pt (P1 P2 P3 P4)</b>	valori di pressione nei vertici

La terza tabella è riferita alle fondazioni tipo platea su suolo elastico.

Per questo tipo di fondazione vengono riportate le pressioni in ogni vertice (nodo) degli elementi costituenti la platea.

La quarta tabella è riferita alle fondazioni tipo trave su suolo elastico.

Per questo tipo di fondazione vengono riportate le pressioni alle estremità dell'elemento e la massima (in valore assoluto) pressione lungo lo sviluppo dell'elemento.

Vengono inoltre riportati, con funzione statistica, i valori massimo e minimo delle pressioni che compaiono nella tabella.

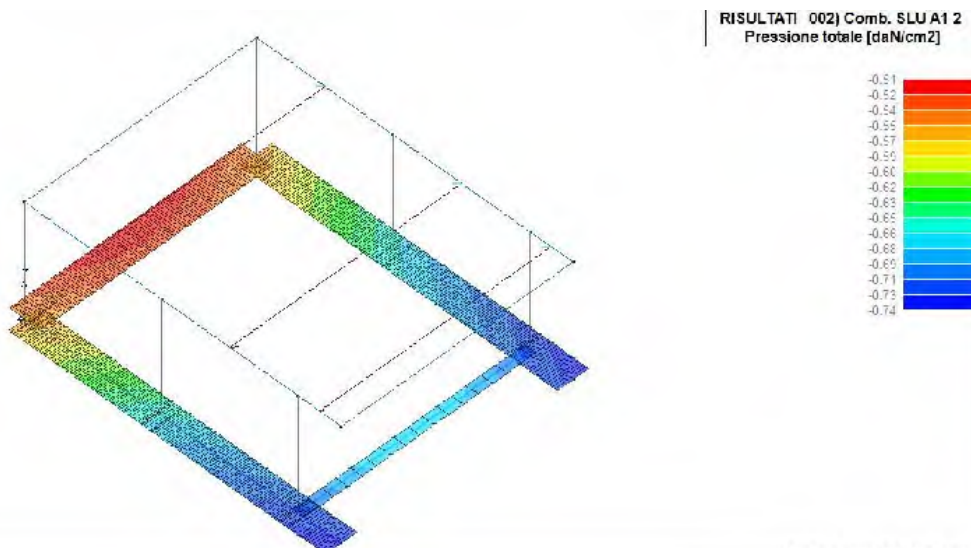
Con riferimento al **Documento di Affidabilità** "Test di validazione del software di calcolo PRO\_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO\_SAP Modulo Geotecnico, PRO\_CAD nodi acciaio e PRO\_MST" - versione Settembre 2014, disponibile per il download sul sito **www.2si.it**, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

Test N°	Titolo
105	PLINTO SUPERFICIALE
106	PLINTO SUPERFICIALE
107	PLINTO SUPERFICIALE
108	PLINTO SUPERFICIALE
109	PLINTO SUPERFICIALE
110	PLINTO SUPERFICIALE
111	PLINTO SUPERFICIALE
112	PLINTO SUPERFICIALE
113	PLINTO SUPERFICIALE
114	PLINTO SUPERFICIALE
115	PLINTO SUPERFICIALE
116	PLINTO SUPERFICIALE
117	PLINTO SUPERFICIALE
118	PLINTO SUPERFICIALE



119	PLINTO SUPERFICIALE
120	PLINTO SUPERFICIALE
121	PLINTO SUPERFICIALE
122	PLINTO SUPERFICIALE
123	PLINTO SUPERFICIALE
124	FONDAZIONE NASTRIFORME
125	CALCOLO DEI K DI WINKLER

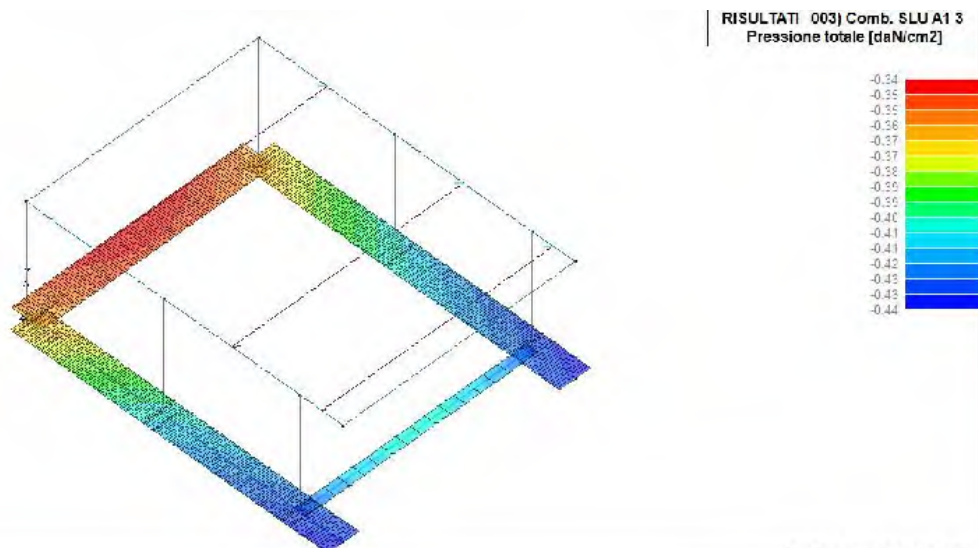
Elem.	Cmb	Pt ini daN/cm2	Pt fin daN/cm2	Pt max daN/cm2	Cmb	Pt ini daN/cm2	Pt fin daN/cm2	Pt max daN/cm2	Cmb	Pt ini daN/cm2	Pt fin daN/cm2	Pt max daN/cm2
1	2	-0.57	-0.55	-0.57	29	-0.48	-0.45	-0.48	61	-0.48	-0.45	-0.48
	69	-0.41	-0.40	-0.41	71	-0.43	-0.41	-0.43	72	-0.41	-0.40	-0.41
2	2	-0.57	-0.59	-0.59	33	-0.49	-0.49	-0.49	65	-0.49	-0.50	-0.50
	69	-0.41	-0.43	-0.43	71	-0.43	-0.45	-0.45	72	-0.41	-0.43	-0.43
3	2	-0.57	-0.59	-0.59	29	-0.49	-0.50	-0.50	61	-0.49	-0.50	-0.50
	69	-0.41	-0.43	-0.43	71	-0.43	-0.45	-0.45	72	-0.41	-0.43	-0.43
4	2	-0.73	-0.74	-0.74	9	-0.58	-0.60	-0.60	41	-0.58	-0.61	-0.61
	69	-0.51	-0.52	-0.52	71	-0.54	-0.55	-0.55	72	-0.51	-0.52	-0.52
...												
39	69	-0.51	-0.51	-0.51	71	-0.54	-0.54	-0.54	72	-0.51	-0.51	-0.51
Elem.		Pt ini -0.74 -0.39	Pt fin	Pt max		Pt ini	Pt fin	Pt max		Pt ini	Pt fin	Pt max



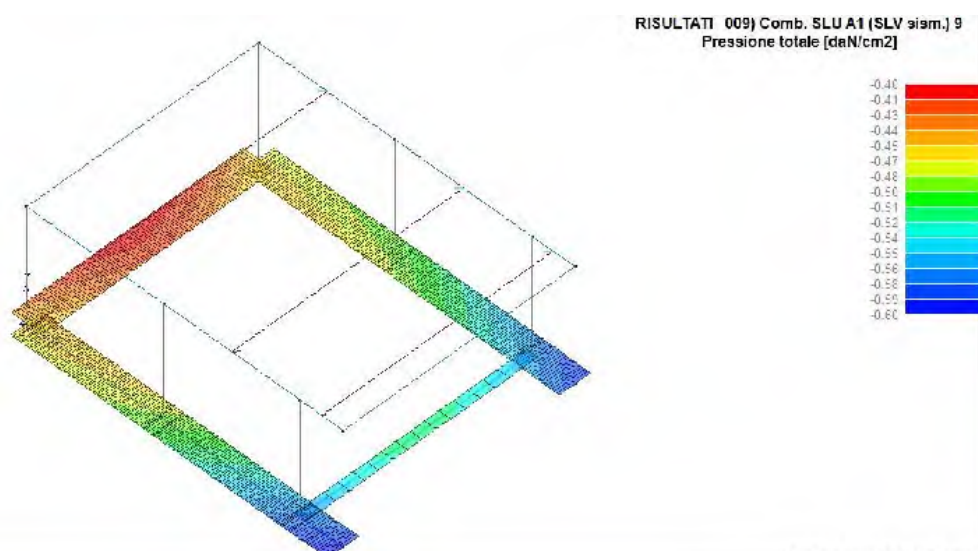
02-SPOGLIATOIO B.PSP

46\_RIS\_PRESSIONI\_002\_Comb. SLU A1 2

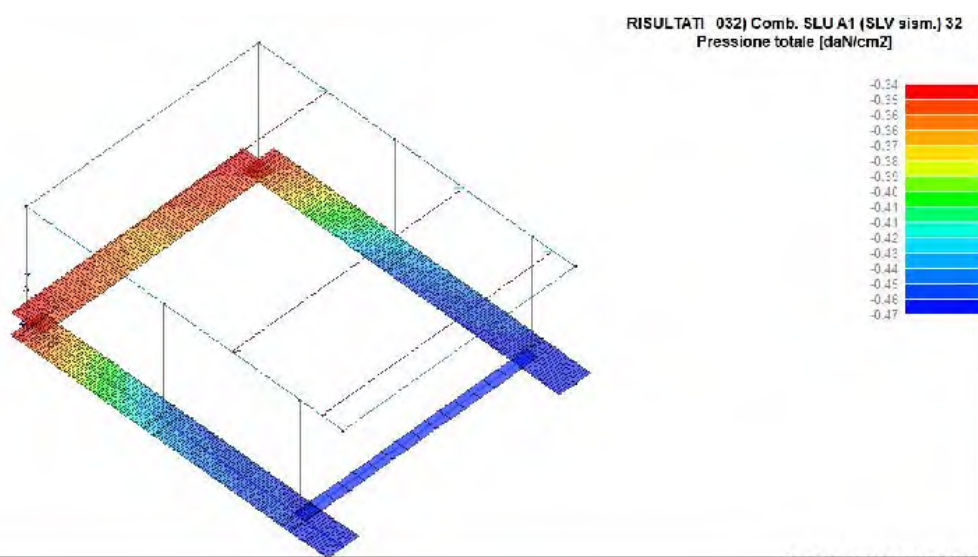




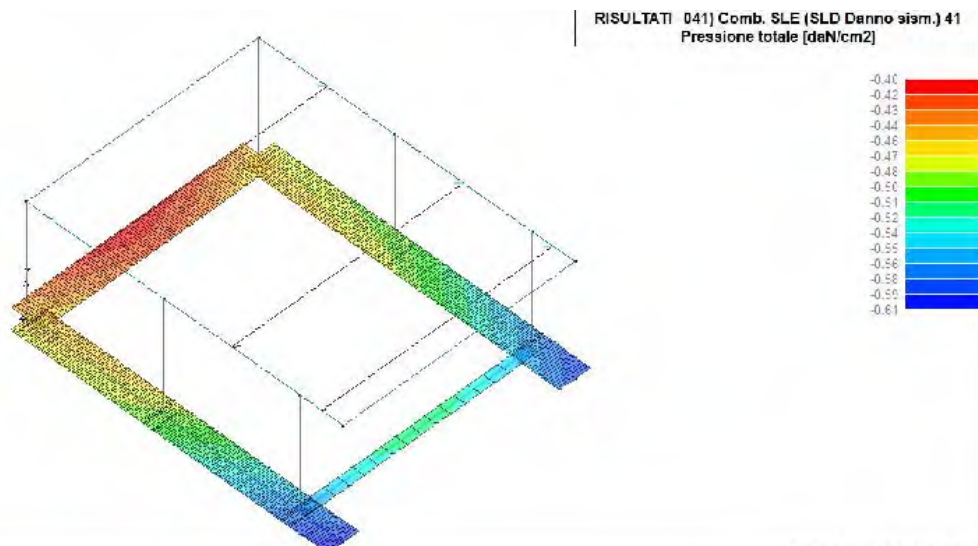
46\_RIS\_PRESSIONI\_003\_Comb. SLU A1 3



46\_RIS\_PRESSIONI\_009\_Comb. SLU A1 (SLV sism.) 9

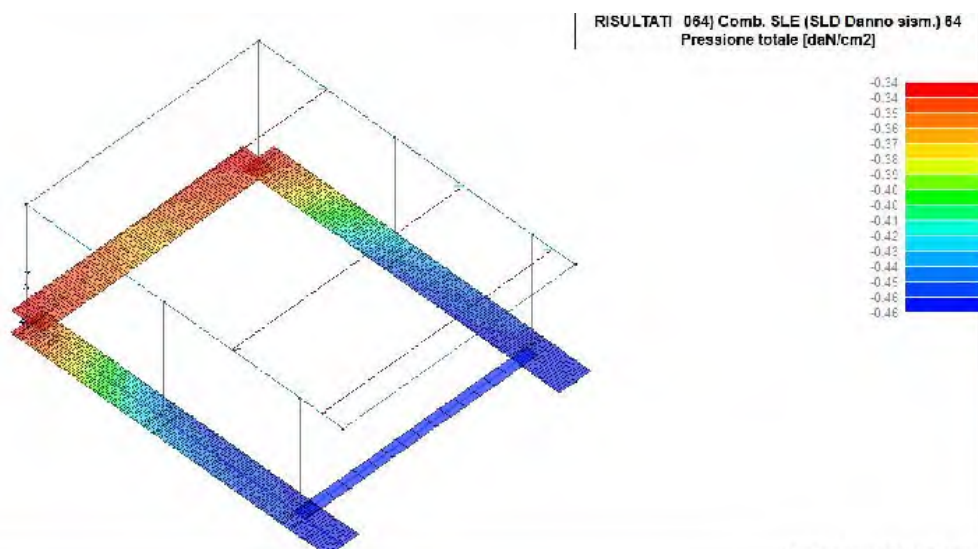


46\_RIS\_PRESSIONI\_032\_Comb. SLU A1 (SLV sism.) 32



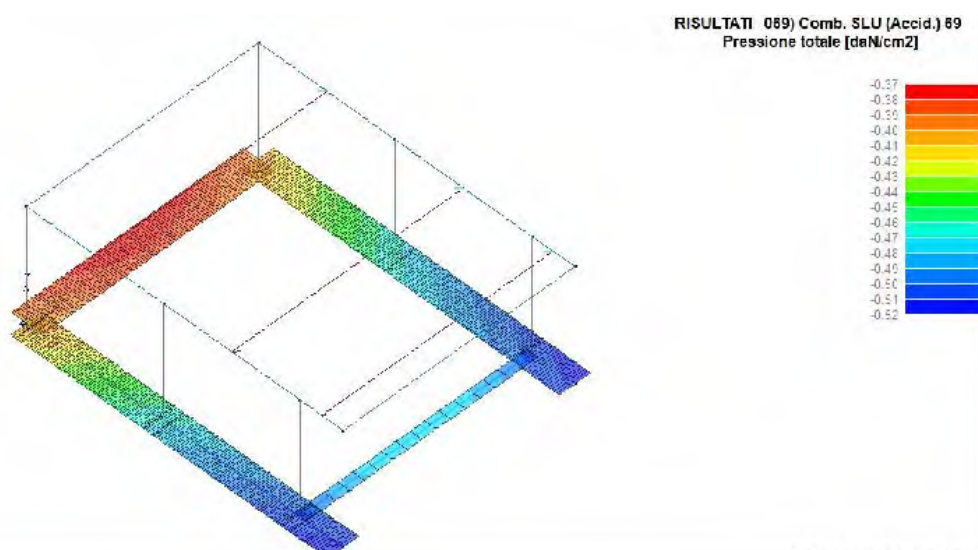
02-SPOGLIATOIO B.PSP

46\_RIS\_PRESSIONI\_041\_Comb. SLE (SLD Danno sism.) 41



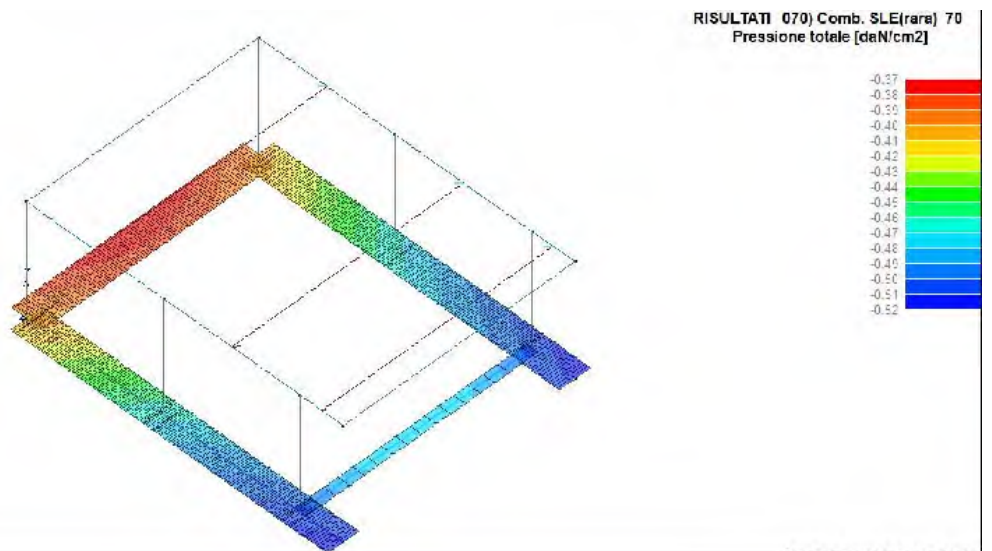
02-SPOGLIATOIO B.PSP

46\_RIS\_PRESSIONI\_064\_Comb. SLE (SLD Danno sism.) 64

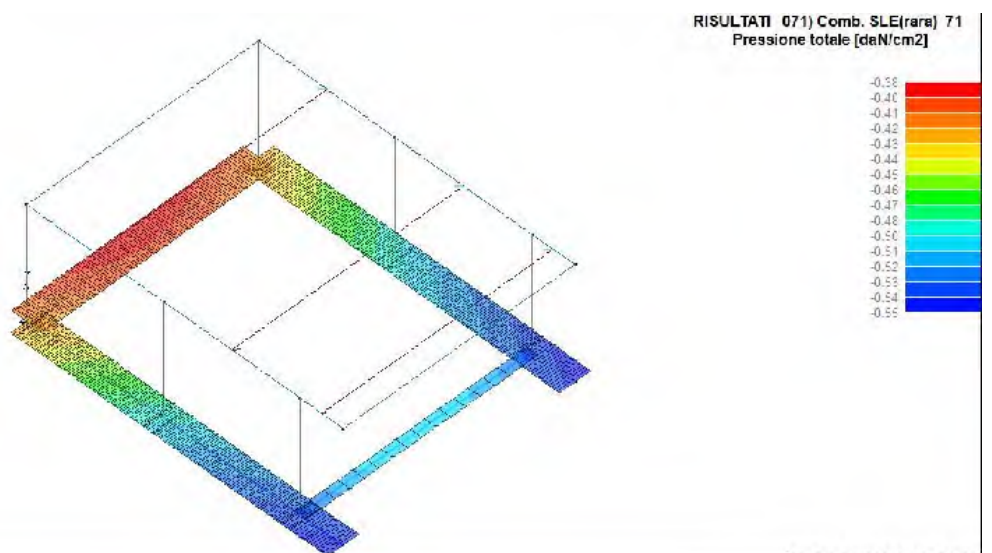


02-SPOGLIATOIO B.PSP

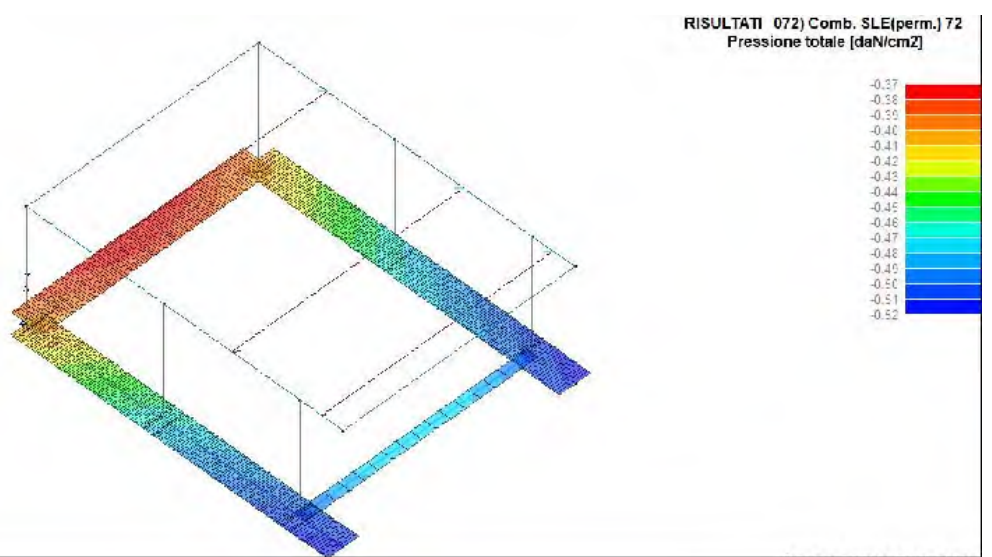
46\_RIS\_PRESSIONI\_069\_Comb. SLU (Accid.) 69



46\_RIS\_PRESSIONI\_070\_Comb. SLE(rara) 70



46\_RIS\_PRESSIONI\_071\_Comb. SLE(rara) 71



46\_RIS\_PRESSIONI\_072\_Comb. SLE(perm.) 72

# RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE

## LEGENDA RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE

Il controllo dei risultati delle analisi condotte, per quanto concerne gli elementi tipo trave, è possibile in relazione alle tabelle sotto riportate.

Gli elementi vengono suddivisi in relazione alle proprietà in elementi:

- tipo **pilastro**
- tipo **trave in elevazione**
- tipo **trave in fondazione**

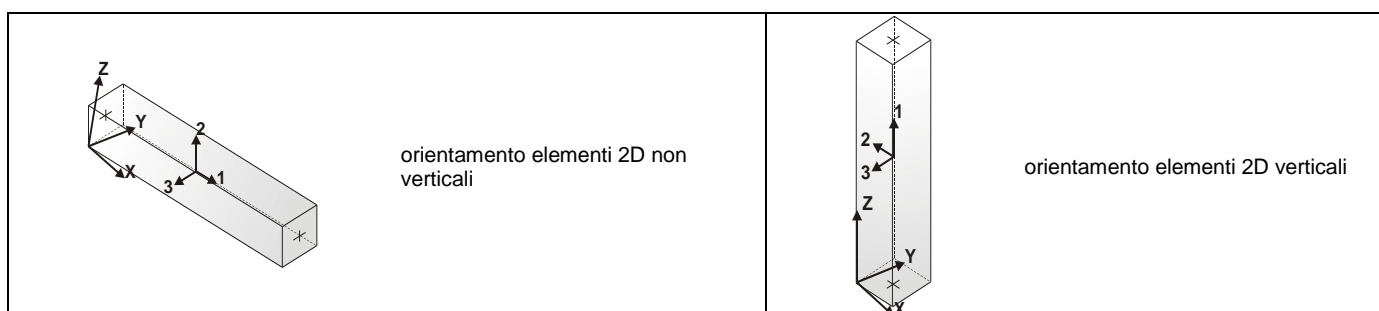
Per ogni elemento e per ogni combinazione (o caso di carico) vengono riportati i risultati più significativi.

Per gli elementi tipo *pilastro* sono riportati in tabella i seguenti valori:

<b>Pilas.</b>	numero dell'elemento pilastro
<b>Cmb</b>	combinazione in cui si verificano i valori riportati
<b>M3 mx/mn</b>	momento flettente in campata M3 max (prima riga) / min (seconda riga)
<b>M2 mx/mn</b>	momento flettente in campata M2 max (prima riga) / min (seconda riga)
<b>D2/D3</b>	freccia massima in direzione 2 (prima riga) / direzione 3 (seconda riga)
<b>Q2/Q3</b>	carico totale in direzione 2 (prima riga) / direzione 3 (seconda riga)
<b>Pos.</b>	ascissa del punto iniziale e finale dell'elemento
<b>N, V2, ecc..</b>	sei componenti di sollecitazione al piede ed in sommità dell'elemento

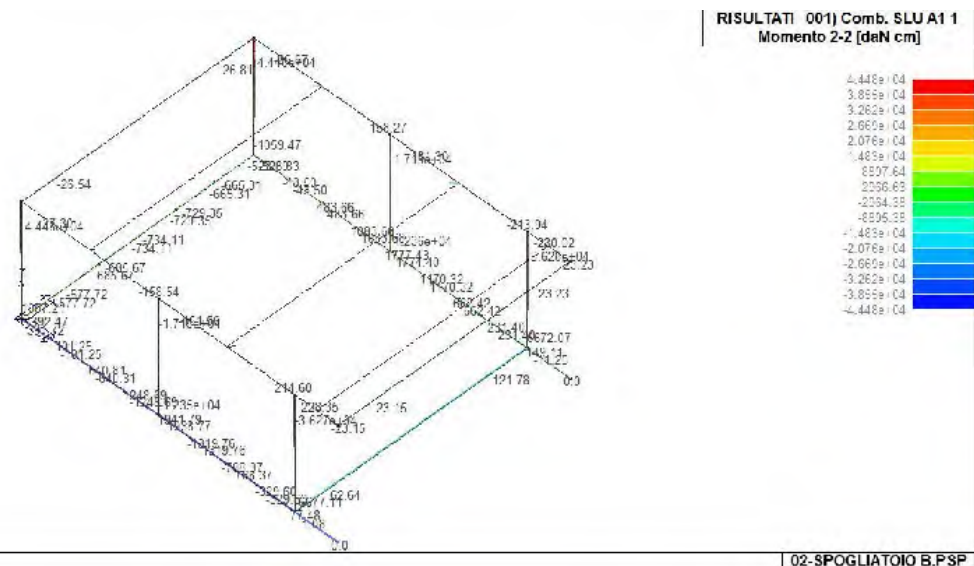
Per gli elementi tipo *trave in elevazione* sono riportati, oltre al numero dell'elemento, i medesimi risultati visti per i pilastri.

Per gli elementi tipo *trave in fondazione* (trave f.) sono riportati, oltre al numero dell'elemento, i medesimi risultati visti per i pilastri e la massima pressione sul terreno.

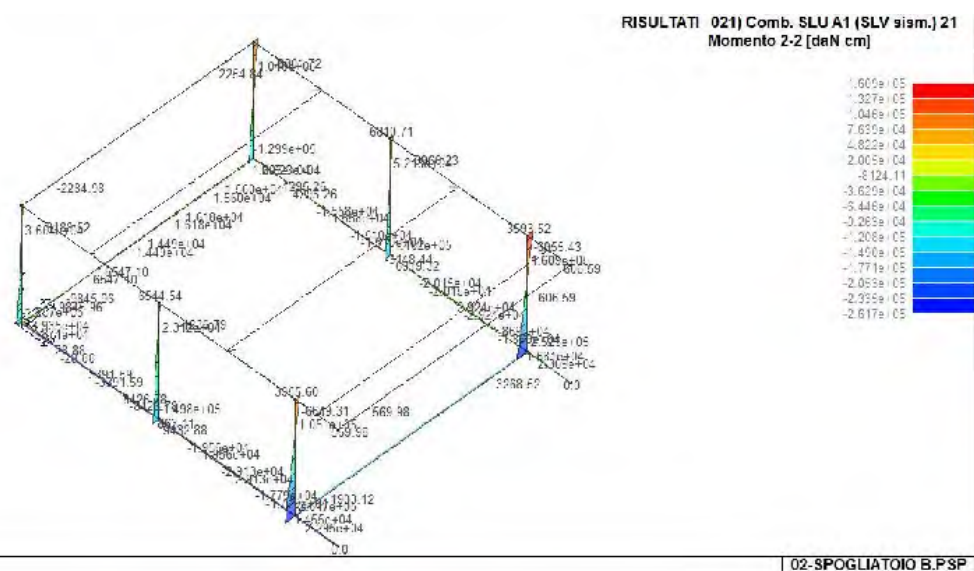




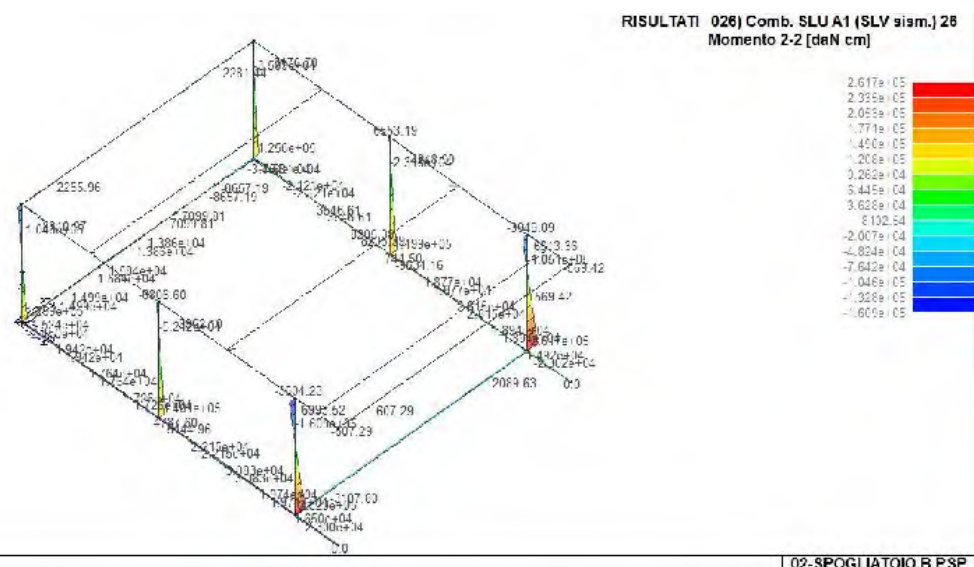
Pilas.	Cmb	M3 mx/mn	M2 mx/mn	D 2 / D 3	Q 2 / Q 3	Pos.	N	V 2	V 3	T	M 2	M 3
		daN cm	daN cm	cm	daN	cm	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
8	1	5.024e+04	1057.21	-0.11	0.0	0.0	-5838.07	-585.17	-151.80	-0.76	1057.21	5.024e+04
		-1.253e+05	-4.448e+04	0.02	0.0	300.0	-5228.70	-585.17	-151.80	-0.76	-4.448e+04	-1.253e+05
8	2	5.757e+04	-1046.09	-0.12	0.0	0.0	-6385.44	-662.86	-143.88	-3.89	-1046.09	5.757e+04
		-1.413e+05	-4.421e+04	0.02	0.0	300.0	-5776.07	-662.86	-143.88	-3.89	-4.421e+04	-1.413e+05
8	3	2.102e+04	5869.23	-0.05	0.0	0.0	-3175.04	-263.39	-135.79	6.94	5869.23	2.102e+04
		-5.800e+04	-3.487e+04	0.02	0.0	300.0	-2706.29	-263.39	-135.79	6.94	-3.487e+04	-5.800e+04
8	8	2.080e+05	-1.472e+04	0.27	0.0	0.0	-5076.83	-1441.29	-14.31	-7621.63	-1.472e+04	2.080e+05
		-2.244e+05	-1.902e+04	0.02	0.0	300.0	-4608.08	-1441.29	-14.31	-7621.63	-1.902e+04	-2.244e+05
...												
13	72	-2.957e+04	-1.320e+04	0.01	0.0	300.0	-8068.80	219.48	-14.29	2.50	-1.320e+04	3.628e+04
Pilas.		M3 mx/mn	M2 mx/mn	D 2 / D 3	Q 2 / Q 3		N	V 2	V 3	T		
		-2.369e+05	-2.688e+05	-0.61	0.0		-1.302e+04	-1469.35	-1415.56	-1.091e+04		
		2.284e+05	2.688e+05	0.61	0.0		-2706.28	1551.17	1415.61	1.088e+04		
Trave		M3 mx/mn	M2 mx/mn	D 2 / D 3	Q 2 / Q 3		N	V 2	V 3	T	M 2	M 3
		daN cm	daN cm	cm	daN	cm	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
14	1	2.186e+05	27.30	-0.17	-1.035e+04	0.0	-227.38	4503.54	-0.53	9593.99	27.30	-1.253e+05
		-3.611e+05	-158.54	1.05e-04	0.0	351.0	-227.38	-5847.27	-0.53	9593.99	-158.54	-3.611e+05
14	2	2.445e+05	30.00	-0.19	-1.160e+04	0.0	-258.88	5050.91	-0.53	9556.66	30.00	-1.413e+05
		-4.049e+05	-157.23	1.06e-04	0.0	351.0	-258.88	-6552.97	-0.53	9556.66	-157.23	-4.049e+05
14	3	1.056e+05	14.52	-0.08	-4949.98	0.0	-99.18	2148.47	-0.40	7469.73	14.52	-5.800e+04
		-1.726e+05	-125.08	8.00e-05	0.0	351.0	-99.18	-2801.50	-0.40	7469.73	-125.08	-1.726e+05
14	5	2.005e+05	4525.16	-0.17	-7560.54	0.0	-70.25	2660.06	29.42	-1.074e+04	-5803.96	3.699e+04
		-3.562e+05	-5803.96	-0.20	0.0	351.0	-70.25	-4900.48	29.42	-1.074e+04	4525.16	-3.562e+05
...												
21	72	-4.170e+04	-20.79	4.98e-05	0.0	595.0	-45.13	-557.81	-3.83e-04	0.08	-20.79	-4.170e+04
Trave		M3 mx/mn	M2 mx/mn	D 2 / D 3	Q 2 / Q 3		N	V 2	V 3	T		
		-4.049e+05	-8530.70	-0.28	-1.160e+04		-309.50	-6552.98	-71.08	-1.656e+05		
		2.445e+05	8540.19	0.28	0.0		158.93	5860.33	70.77	1.656e+05		
Trave f.		M3 mx/mn	M2 mx/mn	D 2 / D 3	Pt	Pos.	N	V 2	V 3	T	M 2	M 3
		daN cm	daN cm	cm	daN/cm2	cm	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
1	1	650.65	-392.47	0.02	-0.55	0.0	157.14	-4415.75	-1.87	-3068.43	-392.47	650.65
		-3.576e+05	-577.72	3.49e-05		99.2	157.14	-2833.84	-1.87	-2040.56	-577.72	-3.576e+05
1	2	3530.48	-131.09	0.02	-0.57	0.0	146.63	-4863.03	-2.39	-3491.76	-131.09	3530.48
		-3.910e+05	-367.67	2.43e-05		99.2	146.63	-3121.43	-2.39	-2322.13	-367.67	-3.910e+05
1	3	-6422.52	-930.24	1.00e-02	-0.37	0.0	146.14	-2321.54	-0.19	-1342.70	-930.24	-6422.52
		-1.947e+05	-949.34	5.22e-05		99.2	146.14	-1488.53	-0.19	-892.78	-949.34	-1.947e+05
1	4	-3542.69	-668.85	0.01	-0.39	0.0	135.63	-2768.82	-0.71	-1766.03	-668.85	-3542.69
		-2.281e+05	-739.28	4.17e-05		99.2	135.63	-1776.12	-0.71	-1174.36	-739.28	-2.281e+05
...												
39	72	-3.562e+05	55.90	-6.55e-05	-0.51	595.0	82.42	2563.46	0.09	64.16	108.60	1.760e+04
Trave f.		M3 mx/mn	M2 mx/mn	D 2 / D 3	Pt		N	V 2	V 3	T		
		-6.953e+05	-5.481e+04	-0.12	-0.74		-464.31	-6656.91	-578.72	-9.814e+04		
		7.477e+05	5.559e+04	0.12	-0.35		1004.84	6368.20	576.18	9.999e+04		



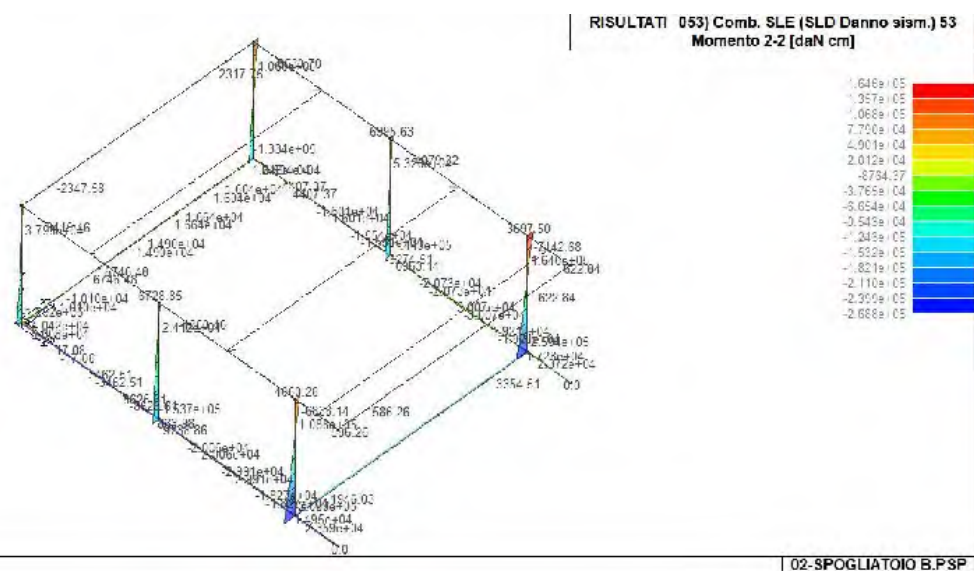
43\_RIS\_M2\_001\_Comb. SLU A1 1



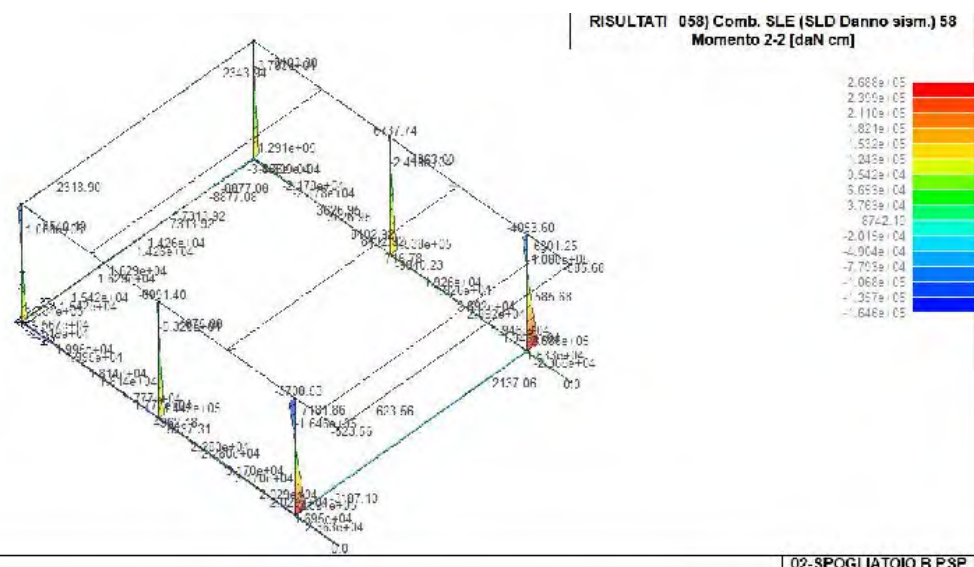
43\_RIS\_M2\_021\_Comb. SLU A1 (SLV sism.) 21



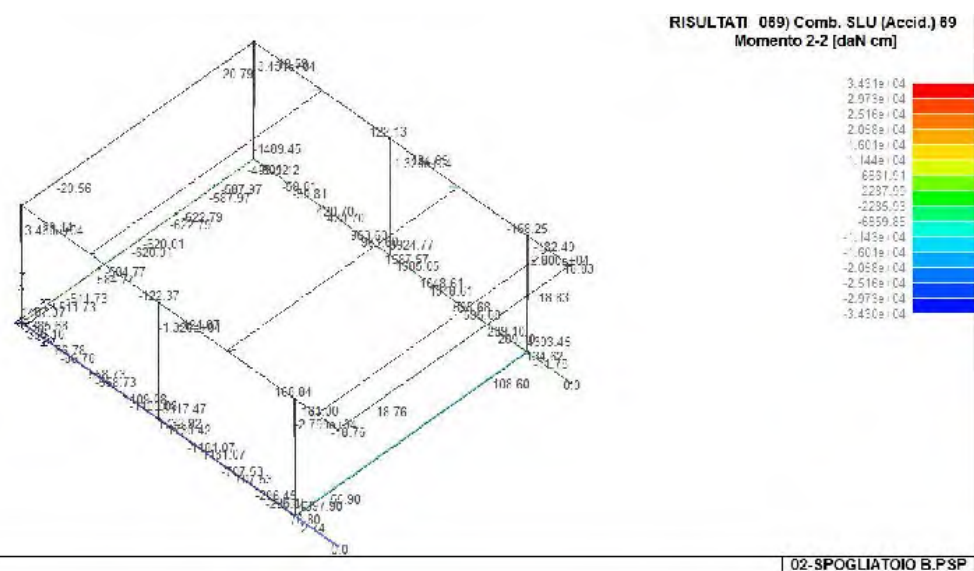
43\_RIS\_M2\_026\_Comb. SLU A1 (SLV sism.) 26



43\_RIS\_M2\_053\_Comb. SLE (SLD Danno sism.) 53

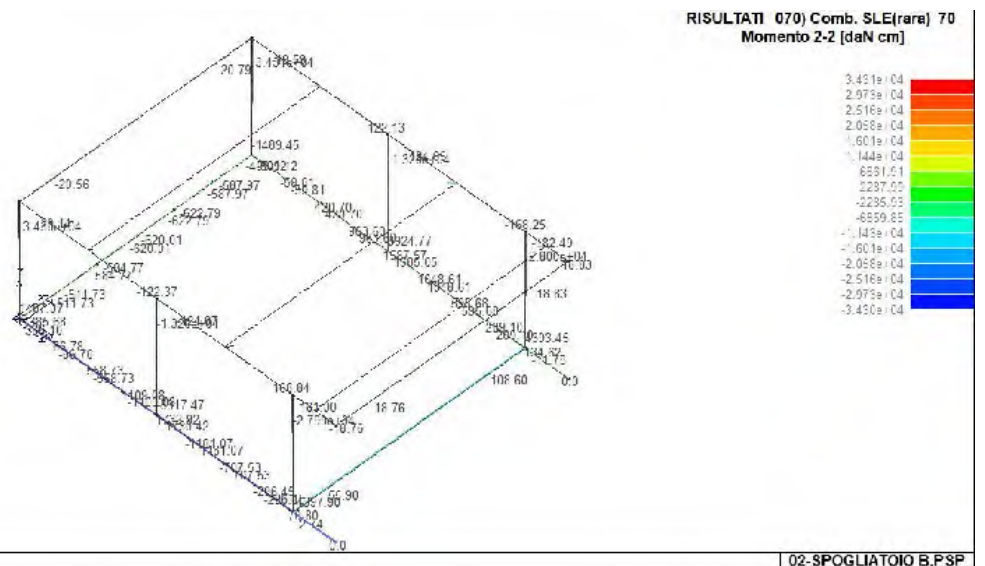


43\_RIS\_M2\_058\_Comb. SLE (SLD Danno sism.) 58

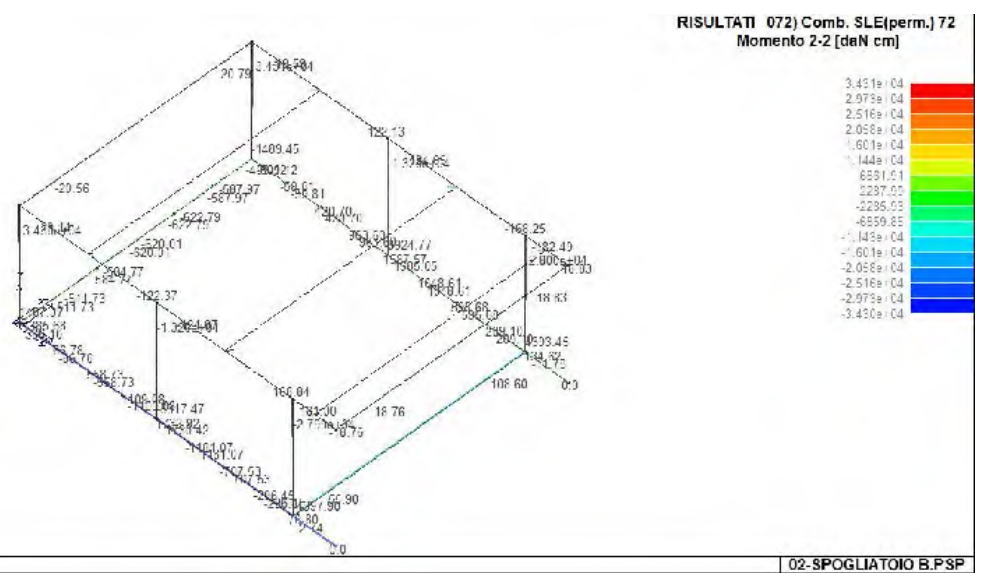


43\_RIS\_M2\_069\_Comb. SLU (Accid.) 69

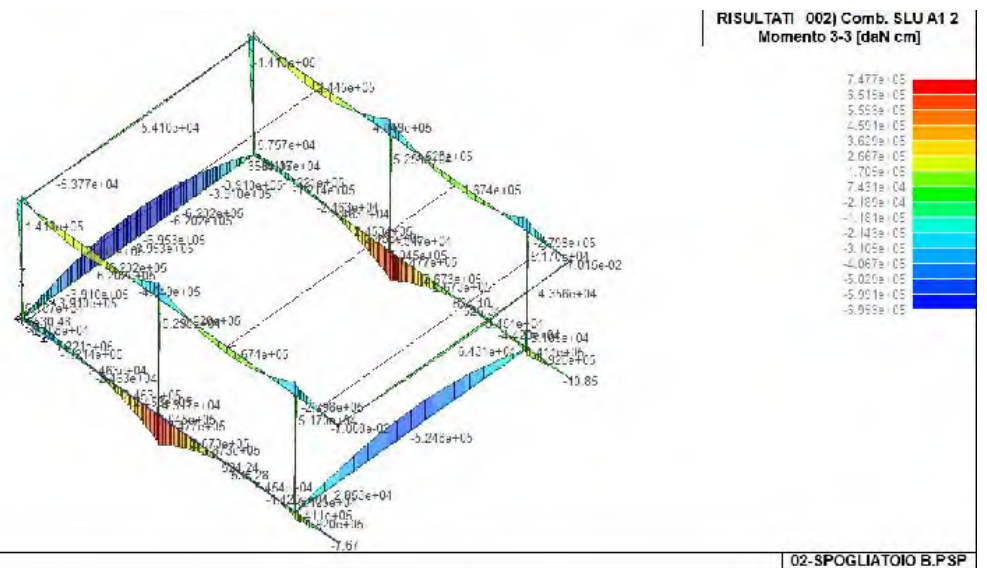




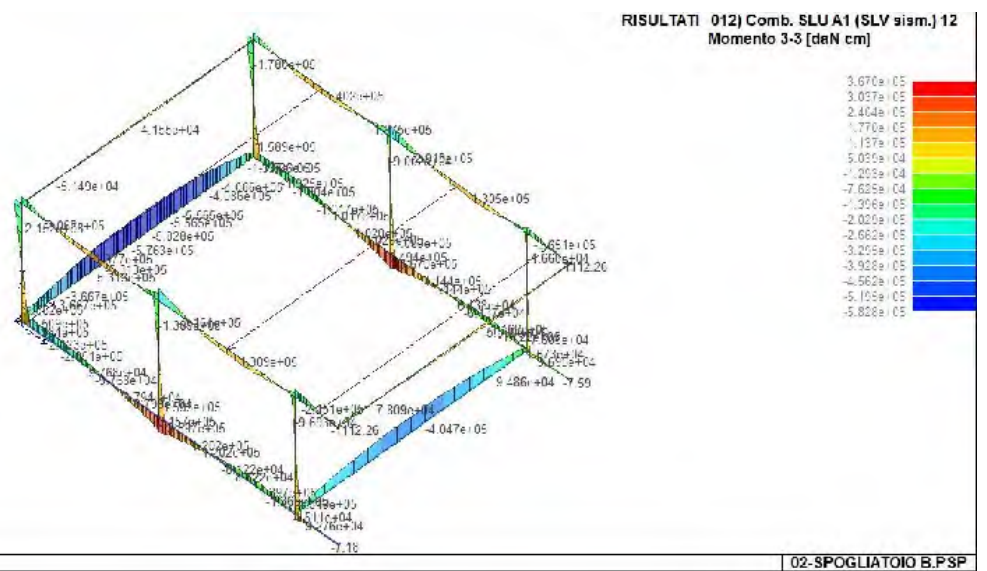
43\_RIS\_M2\_070\_Comb. SLE(rara) 70



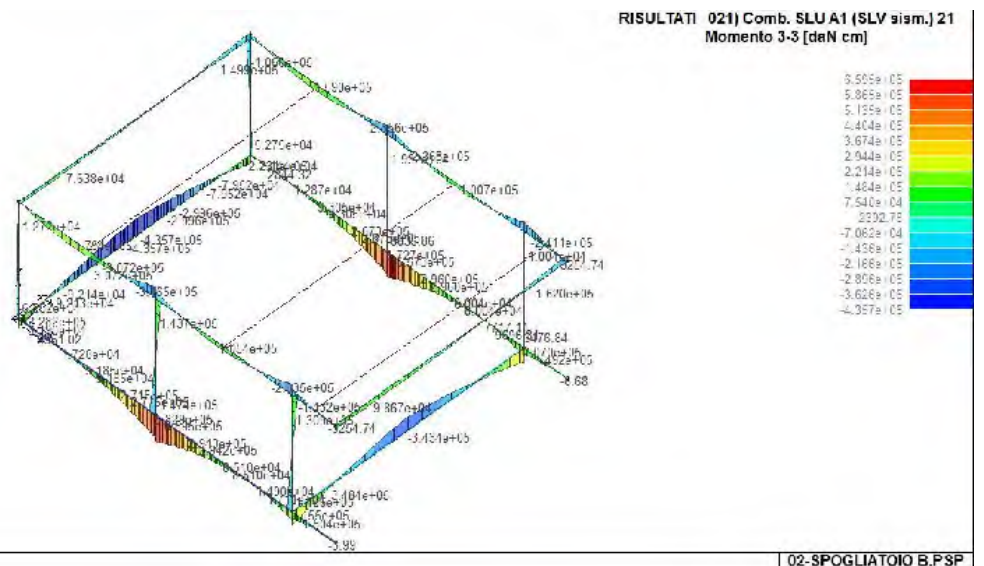
43\_RIS\_M2\_072\_Comb. SLE(perm.) 72



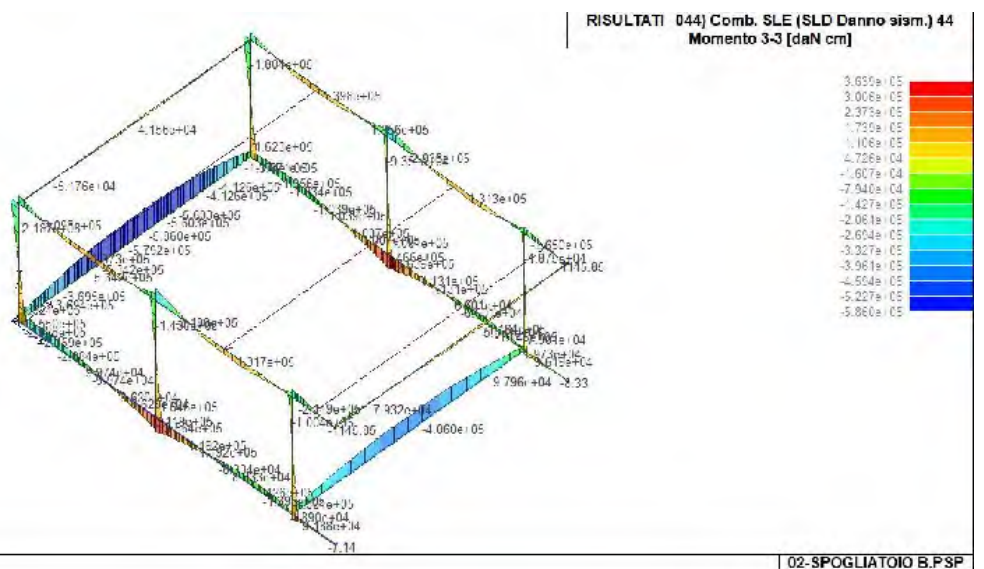
43\_RIS\_M3\_002\_Comb. SLU A1 2



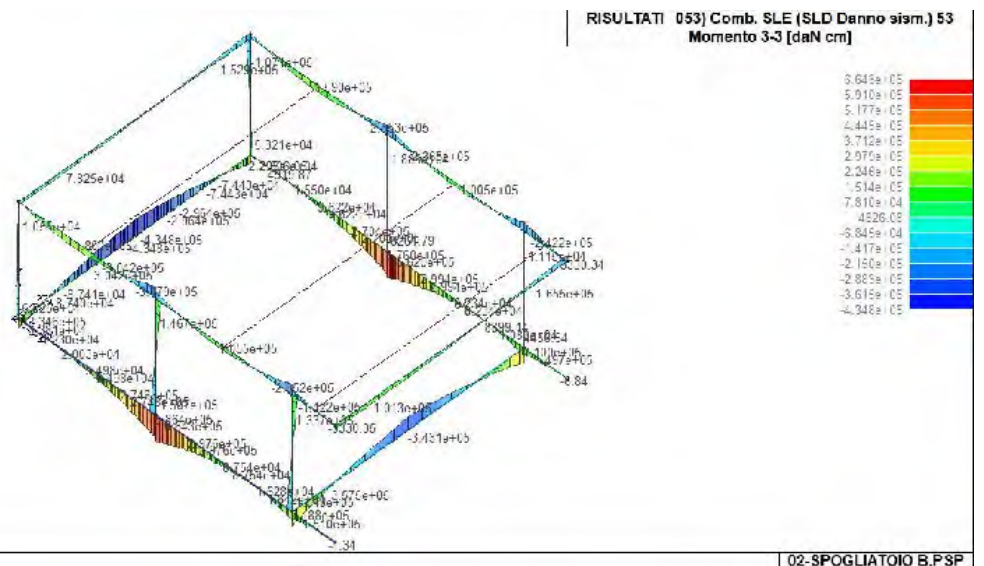
43\_RIS\_M3\_012\_Comb. SLU A1 (SLV sism.) 12



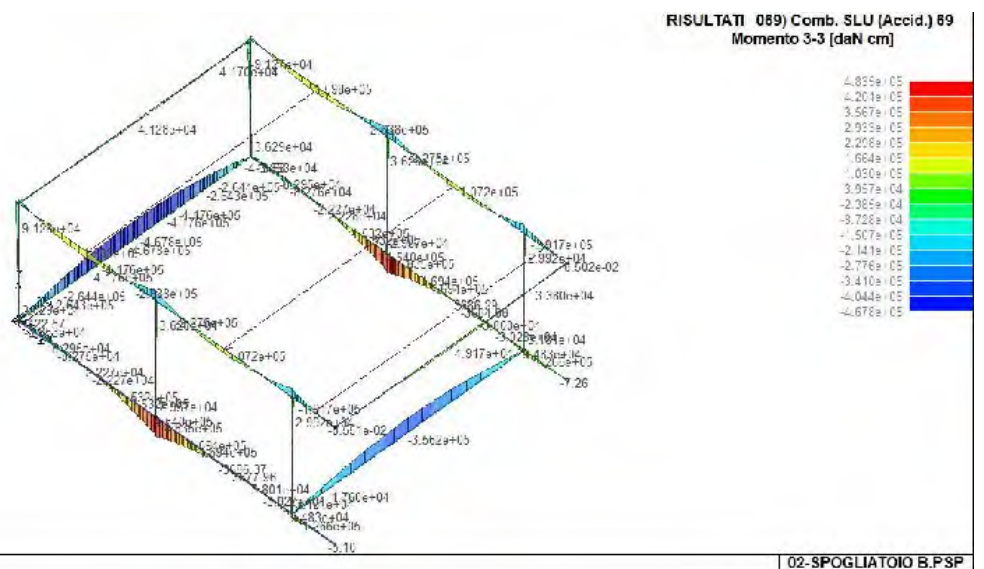
43\_RIS\_M3\_021\_Comb. SLU A1 (SLV sism.) 21



43\_RIS\_M3\_044\_Comb. SLE (SLD Danno sism.) 44

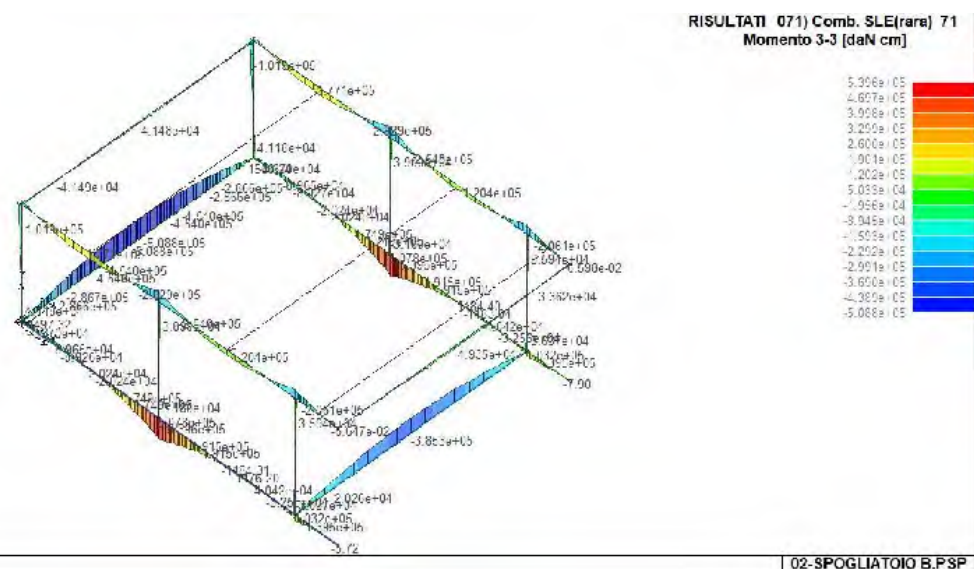


43\_RIS\_M3\_053\_Comb. SLE (SLD Danno sism.) 53

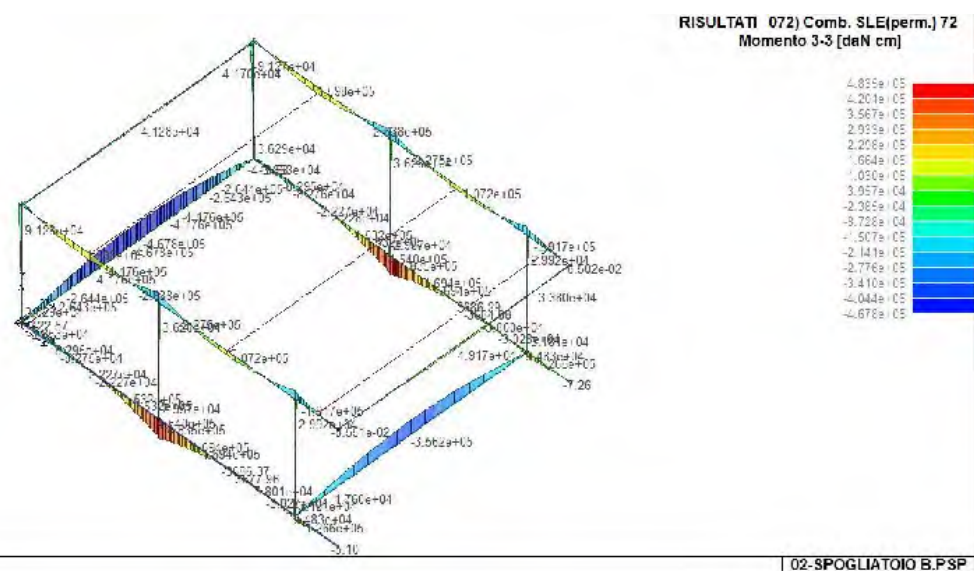


43\_RIS\_M3\_069\_Comb. SLU (Accid.) 69

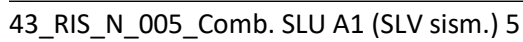
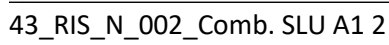


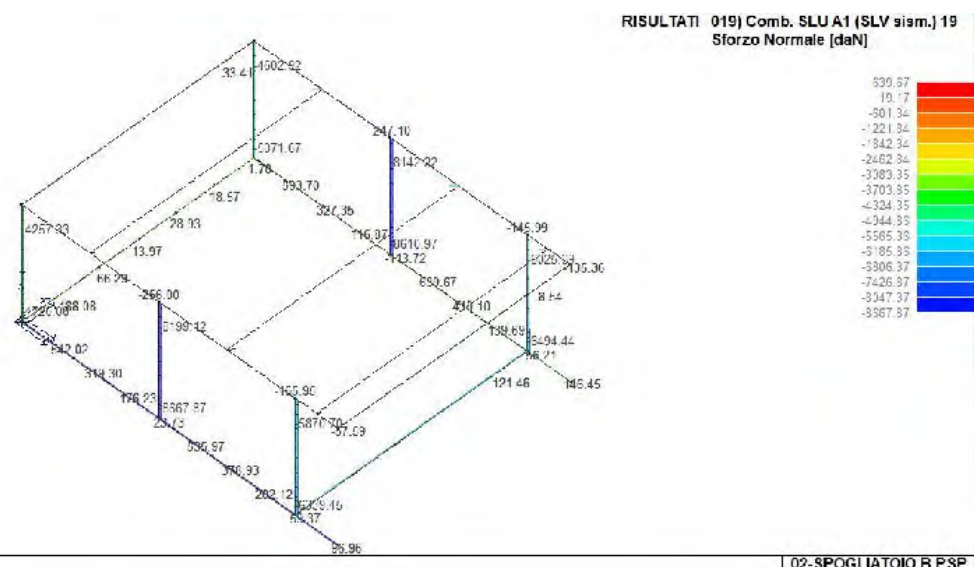


43\_RIS\_M3\_071\_Comb. SLE(rara) 71

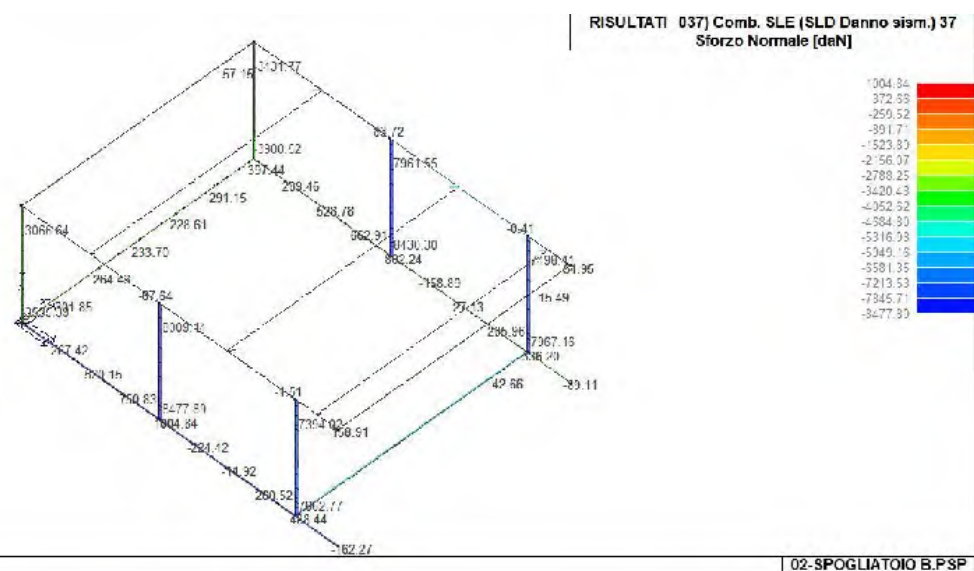


43\_RIS\_M3\_072\_Comb. SLE(perm.) 72

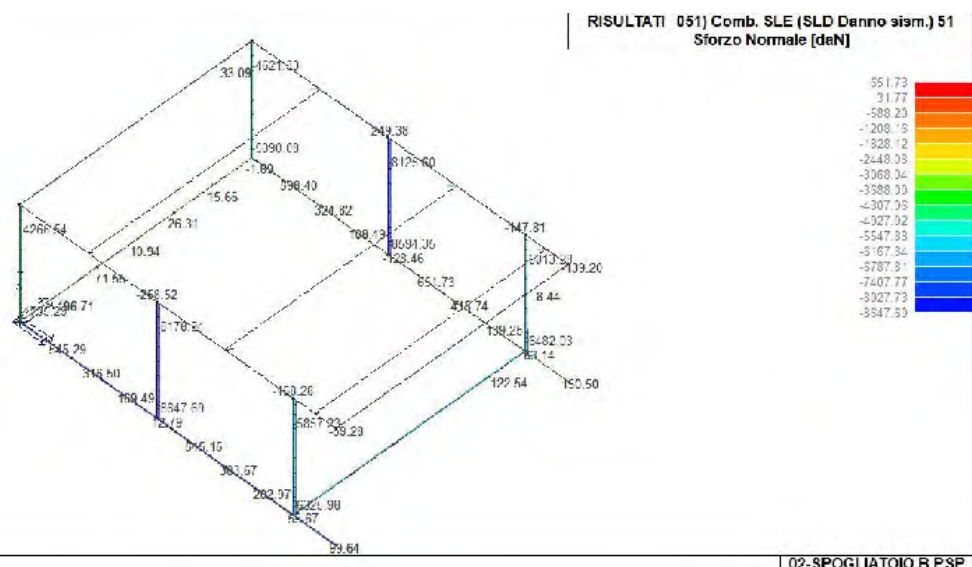




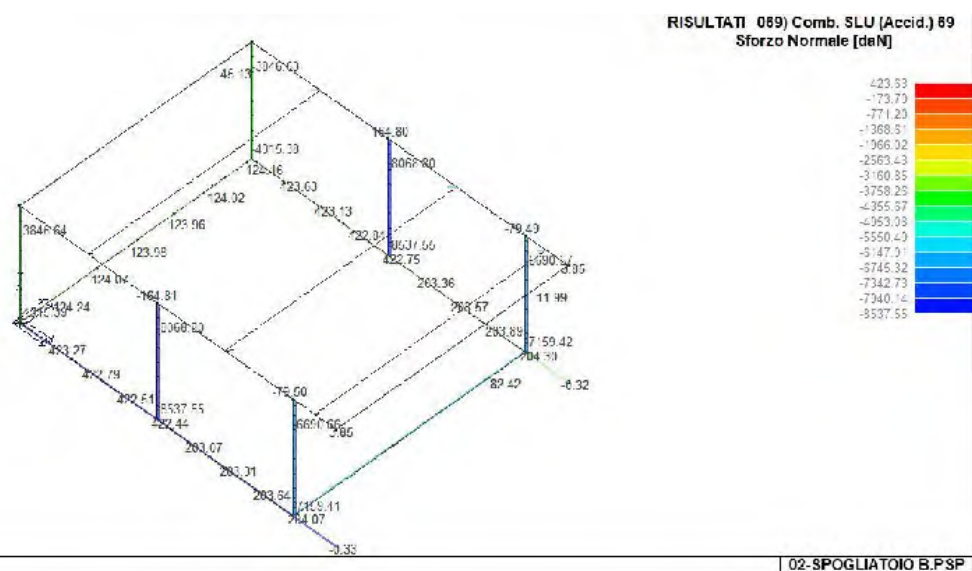
43\_RIS\_N\_019\_Comb. SLU A1 (SLV sism.) 19



43\_RIS\_N\_037\_Comb. SLE (SLD Danno sism.) 37

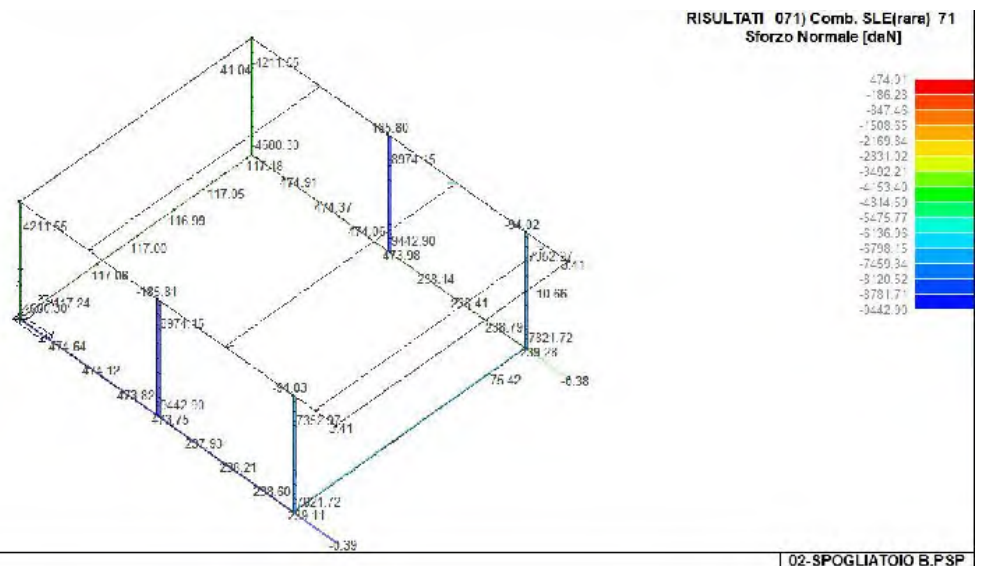


43\_RIS\_N\_051\_Comb. SLE (SLD Danno sism.) 51

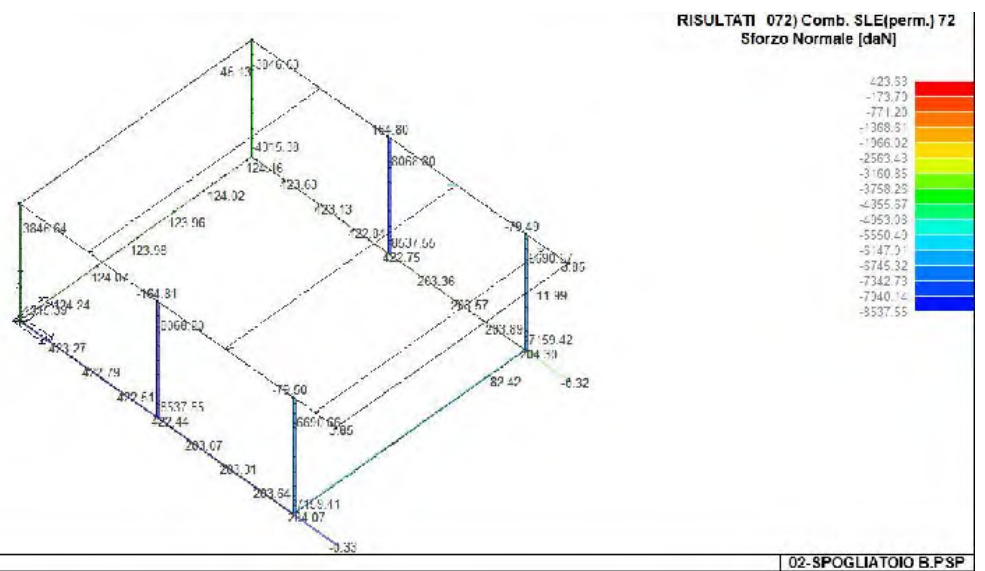


43\_RIS\_N\_069\_Comb. SLU (Accid.) 69





43\_RIS\_N\_071\_Comb. SLE(rara) 71



43\_RIS\_N\_072\_Comb. SLE(perm.) 72

# VERIFICHE ELEMENTI TRAVE C.A.

## LEGENDA TABELLA VERIFICHE ELEMENTI TRAVE C.A.

In tabella vengono riportati per ogni elemento il numero dello stesso ed il codice di verifica.

Nel caso in cui si sia proceduto alla progettazione con le tensioni ammissibili vengono riportate le massime tensioni nell'elemento (massima compressione nel calcestruzzo, massima compressione media nel calcestruzzo, massima tensione nell'acciaio, massima tensione tangenziale) con l'indicazione delle combinazioni in cui si sono attinti i rispettivi valori.

Nel caso in cui si sia proceduto alla progettazione con il metodo degli stati limite vengono riportati il rapporto  $x/d$ , le verifiche per sollecitazioni proporzionali e la verifica per compressione media con l'indicazione delle combinazioni in cui si sono attinti i rispettivi valori.

Per gli elementi tipo pilastro sono riportati numero e diametro dei ferri di vertice, numero e diametro di ferri disposti lungo i lati L1 (paralleli alla base della sezione) e lungo i lati L2 (paralleli all'altezza della sezione).

Per gli elementi tipo trave sono riportati infine le quantità di armatura inferiore e superiore.

In particolare i simboli utilizzati con il metodo delle tensioni ammissibili assumono il seguente significato:

<b>M P X Y</b>	Numero della pilastrata e posizione in pianta
<b>M T Z P P</b>	Numero della travata, quota media pilastrata iniziale e finale (nodo in assenza di pilastrata)
<b>Pilas. o Trave</b>	numero identificativo dell'elemento
<b>Note</b>	Viene riportato il codice relativo alla sezione(s) e relativo al materiale(m); nella terza riga viene riportato il valore delle snellezze in direzione 2-2 e 3-3
<b>Stato</b>	Codici di verifica relativi alle tensioni normali e alle tensioni tangenziali
<b>Quota</b>	Ascissa del punto di verifica
<b>%Af</b>	Percentuale di area di armatura rispetto a quella di calcestruzzo
<b>Armat. long.</b>	Numero e diametro dei ferri di armatura longitudinale: ferri di vertice + ferri di lato (vedi seguente figura)
<b>Af inf.</b>	Area di armatura longitudinale posta all'intradosso della trave
<b>Af sup</b>	Area di armatura longitudinale posta all'estradosso della trave
<b>Sc max</b>	Massima tensione di compressione del calcestruzzo
<b>Sc med</b>	Massima tensione media di compressione del calcestruzzo
<b>Sf max</b>	Tensione massima nell'acciaio
<b>staffe</b>	Vengono riportati i dati del tratto di staffatura in cui cade la sezione di verifica; in particolare: numero dei bracci, diametro, passo, lunghezza tratto
<b>Tau max</b>	Tensione massima tangenziale nel cls
<b>Rif. comb</b>	Combinazioni in cui si generano i seguenti valori di tensione: Sc max, Sc med, Sf max, Tau max
<b>AfV</b>	area dell'armatura atta ad assorbire le azioni di taglio
<b>AfT</b>	area dell'armatura atta ad assorbire le azioni di torsione
<b>Scorr. P</b>	Scorrimento dei piegati
<b>Af long.</b>	Area del ferro longitudinale aggiuntivo per assorbire la torsione

## Progettazione delle fondazioni

Il D.M.14/02/2008 - par: 7.2.5 prevede:

"Per le strutture progettate sia per CD "A" sia per CD "B" il dimensionamento delle strutture di fondazione e la verifica di sicurezza del complesso fondazione-terreno devono essere eseguiti assumendo come azioni in fondazione le resistenze degli elementi strutturali soprastanti [...] si richiede tuttavia che tali azioni risultino non maggiori di quelle trasferite dagli elementi soprastanti, amplificate con un  $\gamma_{Rd}$  pari a 1,1 in CD "B" e 1,3 in CD "A" e comunque non maggiori di quelle derivanti da una analisi elastica della struttura in elevazione eseguita con un fattore di struttura  $q$  pari a 1...."

Nel contesto visualizzazione risultati e nella stampa della relazione sulle fondazioni PRO\_SAP mostra le sollecitazioni che derivano dall'analisi non incrementate sia in termini di pressioni sul terreno che in termini di sollecitazioni.

La progettazione degli elementi strutturali con proprietà fondazione è effettuata da PRO\_SAP (per travi e platee) o da PRO\_CAD Plinti (per plinti e pali di fondazione) incrementando le sollecitazioni delle combinazioni con sisma del fattore:  $\gamma_{rd}$ = 1.1 in CDB  $\gamma_{rd}$ =1.3 in CDA per pali, plinti, travi e platee.

Per i bicchieri dei plinti di fondazione prefabbricati l'incremento delle sollecitazioni ha un fattore:  $\gamma_{rd}$ = 1.2 in CDB  $\gamma_{rd}$ =1.35 in CDA.

N.B.: se il fattore di struttura  $q$  è =1 la progettazione viene effettuata senza nessun incremento.

Le verifiche geotecniche vengono effettuate dal modulo geotecnico incrementando automaticamente le sollecitazioni del fattore:  $\gamma_{rd}$ = 1.1 in CDB  $\gamma_{rd}$ =1.3 in CDA per pali, plinti, travi e platee.

N.B.: se il fattore di struttura  $q$  è =1 le verifiche geotecniche vengono effettuate senza nessun incremento.

Mentre i simboli utilizzati con il metodo degli stati limite assumono il seguente significato:

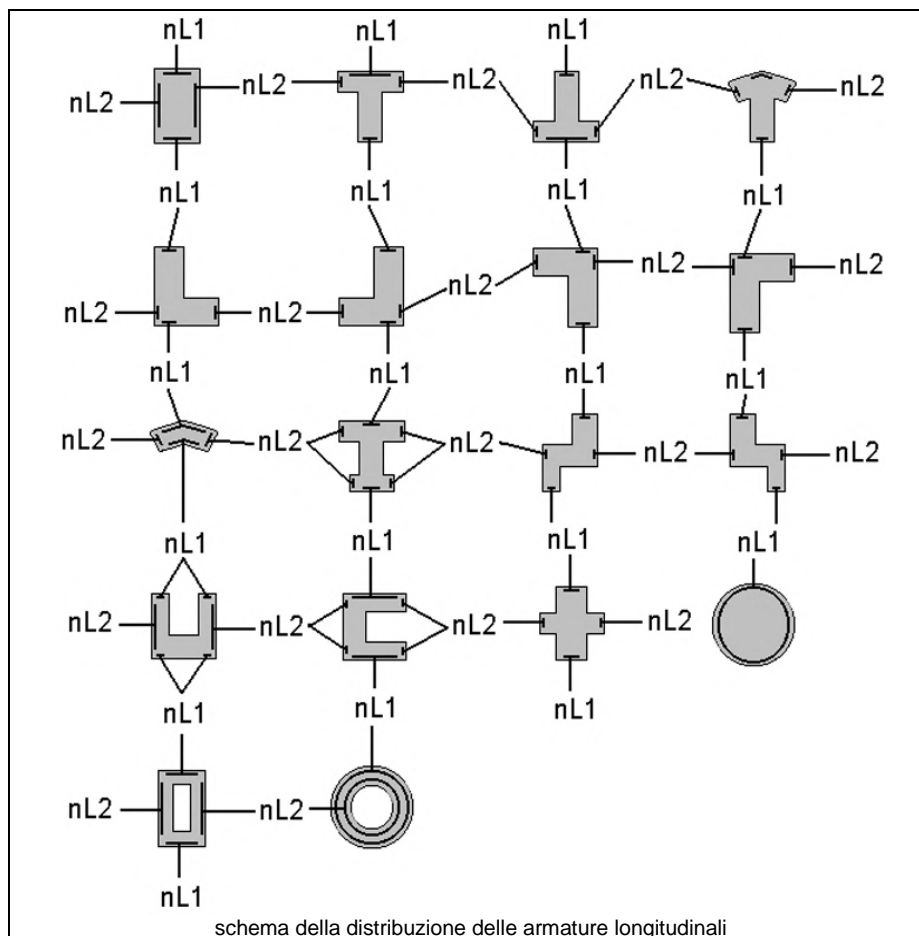
<b>r. snell.</b>	Rapporto $\lambda$ su $\lambda^*$ : valore superiore a 1 per elementi snelli, caso in cui viene effettuata la verifica con il metodo diretto dello stato di equilibrio
<b>Verifica(verif.)</b>	rapporto $S_d/S_u$ con sollecitazioni ultime proporzionali o a sforzo normale costante: valore minore o uguale a 1 per verifica positiva
<b>ver.sis</b>	rapporto $N_d/N_u$ con $N_u$ calcolato come al punto 7.4.4.2.2.1; valore minore o uguale a 1 per verifica positiva
<b>ver.V/T</b>	rapporto $S_d/S_u$ con sollecitazioni taglianti e torcenti proporzionali valore minore o uguale a 1 per verifica positiva
<b>x/d</b>	rapporto tra posizione dell'asse neutro e altezza utile alla rottura della sezione (per sola flessione)

Per gli elementi progettati secondo il criterio della gerarchia delle resistenze (pilastri e travi) si riporta una ulteriore tabella di seguito descritta:

<b>M negativo i</b>	Valore del momento resistente negativo (positivo) all' estremità iniziale i (finale f) della trave
<b>V M-i M+f</b>	Taglio generato dai momenti resistenti negativo i e positivo f (positivo i e negativo f)
<b>V totale</b>	Massimo valore assoluto ottenuto per combinazione del taglio isostatico e dei tagli concomitanti (p.to 7.4.4.1.1.)
<b>Verif. V</b>	Rapporto tra il taglio massimo e $V_{r1}$ (p.to 7.4.4.1.2.2);
<b>Sovr. 2-2 i</b>	Sovreresistenza del pilastro (come da formula 7.4.4). Rapporto tra i momenti resistenti delle travi e dei pilastri. Il valore del fattore rispettivamente per il momento 2-2 (3-3) alla base i ed alla sommità f del pilastro deve essere maggiore del $\gamma_{maRd}$ adottato
<b>M 2-2 i</b>	Valore del momento resistente rispettivamente per 2-2 (3-3) alla base i ed alla sommità f del pilastro (massimo momento in presenza dello sforzo normale di calcolo)
<b>Luce per V</b>	Luce di calcolo per la definizione del taglio (generato dai momenti resistenti)
<b>V M2-2</b>	Valore del taglio generato dai momenti resistenti 2-2 (3-3)

Per i nodi trave-pilastro viene riportata la seguente tabella relativa al calcolo delle armature di confinamento e alla verifica di resistenza del nodo (richiesta solo per strutture in classe di duttilità alta); le caselle vuote indicano parametri non riportati in quanto non necessari.

<b>Stato</b>	Esito della verifica (come da formula 7.4.8) per resistenza a compressione del nodo (solo CDA)
<b>I 7.4.29</b>	Passo delle staffe di confinamento come richiesto dalla formula 7.4.29
<b>Bj2(3)</b>	Dimensione del nodo per il taglio in direzione 2 (3)
<b>Hjc2(2)</b>	Distanza tra le giaciture di armatura del pilastro per il taglio in direzione 2 (3)
<b>V. 7.4.8</b>	Rapporto tra il taglio $V_{jbd}$ e il taglio resistente come da formula 7.4.8 (solo CDA)
<b>I 7.4.10</b>	Passo delle staffe valutato in funzione della formula 7.4.10 (solo CDA)



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:

Test N°	Titolo
24	TENSIONI E ROTAZIONI RISPETTO ALLA CORDA DI ELEMENTI TRAVE
27	FRECCIA DI ELEMENTI TRAVE
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.
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.
52	SOVRARESISTENZE
53	DETTAGLI COSTRUTTIVI C.A.: LIMITI D'ARMATURA PILASTRI E NODI TRAVE-PILASTRO
68	VALUTAZIONE EFFETTO P- $\delta$ SU PILASTRATA
69	VALUTAZIONE EFFETTO P- $\delta$ SU TELAIO 3D
120	PROGETTO E VERIFICA DI TRAVI PREM

Pilas.	Note	Stato	Quota cm	%Af	M_P= 1 r. snell.	X=0.0 Armat. long.	Y=0.0 V N/M	V N sis	Staffe L=cm	V V/T cls	V V/T acc	Rif. cmb
8	s=1,m=3	ok,ok	0.0	1.45	0.65	4d12 2+2 d12	0.62	0.08	2+2d8/8 L=56	0.40	0.18	31,28,24,27
			150.0	1.45	0.65	4d12 2+2 d12	0.17	0.072+2d8/12 L=188		0.40	0.28	25,28,24,27
	[b=1.0;1.0]		300.0	1.45	0.65	4d12 2+2 d12	0.59	0.07	2+2d8/8 L=56	0.40	0.18	8,28,24,27
Pilas.	Note	Stato	Quota cm	%Af	M_P= 2 r. snell.	X=351.0 Armat. long.	Y=0.0 V N/M	V N sis	Staffe L=cm	V V/T cls	V V/T acc	Rif. cmb
13	s=1,m=3	ok,ok	0.0	1.45	1.10	4d12 2+2 d12	0.57	0.13	2+2d8/8 L=56	0.41	0.19	5,19,21,21
			150.0	1.45	1.10	4d12 2+2 d12	0.18	0.132+2d8/12 L=188		0.41	0.30	31,19,21,21
	[b=1.0;1.0]		300.0	1.45	1.10	4d12 2+2 d12	0.54	0.12	2+2d8/8 L=56	0.41	0.19	5,19,21,21
Pilas.	Note	Stato	Quota cm	%Af	M_P= 3 r. snell.	X=702.0 Armat. long.	Y=0.0 V N/M	V N sis	Staffe L=cm	V V/T cls	V V/T acc	Rif. cmb
11	s=1,m=3	ok,ok	0.0	1.45	0.60	4d12 2+2 d12	0.78	0.12	2+2d8/8 L=56	0.40	0.19	21,10,21,24
			150.0	1.45	0.60	4d12 2+2 d12	0.20	0.122+2d8/12 L=188		0.41	0.29	27,10,21,24
	[b=1.0;1.0]		300.0	1.45	0.60	4d12 2+2 d12	0.45	0.11	2+2d8/8 L=56	0.41	0.19	24,10,21,24
Pilas.	Note	Stato	Quota cm	%Af	M_P= 4 r. snell.	X=0.0 Armat. long.	Y=595.0 V N/M	V N sis	Staffe L=cm	V V/T cls	V V/T acc	Rif. cmb
9	s=1,m=3	ok,ok	0.0	1.45	0.65	4d12 2+2 d12	0.62	0.08	2+2d8/8 L=56	0.40	0.18	36,23,27,24
			150.0	1.45	0.65	4d12 2+2 d12	0.17	0.072+2d8/12 L=188		0.40	0.28	22,23,27,24
	[b=1.0;1.0]		300.0	1.45	0.65	4d12 2+2 d12	0.59	0.07	2+2d8/8 L=56	0.40	0.18	15,23,27,24
Pilas.	Note	Stato	Quota cm	%Af	M_P= 5 r. snell.	X=351.0 Armat. long.	Y=595.0 V N/M	V N sis	Staffe L=cm	V V/T cls	V V/T acc	Rif. cmb
12	s=1,m=3	ok,ok	0.0	1.45	1.10	4d12 2+2 d12	0.57	0.13	2+2d8/8 L=56	0.41	0.19	14,12,26,26
			150.0	1.45	1.10	4d12 2+2 d12	0.18	0.132+2d8/12 L=188		0.41	0.30	36,12,26,26
	[b=1.0;1.0]		300.0	1.45	1.10	4d12 2+2 d12	0.54	0.12	2+2d8/8 L=56	0.41	0.19	14,12,26,26
Pilas.	Note	Stato	Quota cm	%Af	M_P= 6 r. snell.	X=702.0 Armat. long.	Y=595.0 V N/M	V N sis	Staffe L=cm	V V/T cls	V V/T acc	Rif. cmb
10	s=1,m=3	ok,ok	0.0	1.45	0.60	4d12 2+2 d12	0.78	0.12	2+2d8/8 L=56	0.40	0.19	26,17,26,27
			150.0	1.45	0.60	4d12 2+2 d12	0.20	0.122+2d8/12 L=188		0.41	0.29	24,17,26,27
	[b=1.0;1.0]		300.0	1.45	0.60	4d12 2+2 d12	0.45	0.11	2+2d8/8 L=56	0.41	0.19	27,17,26,27
Pilas.				%Af	r. snell.		V N/M	V N sis		V V/T cls	V V/T acc	
				1.45	1.10		0.78	0.13		0.41	0.30	

Pilas.	sovr. Xi	sovr. Xf	sovr. Yi	sovr. Yf	M 2-2 i daN cm	M 2-2 f daN cm	M 3-3 i daN cm	M 3-3 f daN cm	Luce per V cm	V M2-2 daN	V M3-3 daN
8	0.0	0.0	0.0	0.0	3.890e+05	3.851e+05	3.890e+05	3.851e+05	237.88	3597.81	3597.81
9	0.0	0.0	0.0	0.0	3.890e+05	3.851e+05	3.890e+05	3.851e+05	237.88	3597.81	3597.81
10	0.0	0.0	0.0	0.0	4.140e+05	4.102e+05	4.140e+05	4.102e+05	237.88	3828.95	3828.95
11	0.0	0.0	0.0	0.0	4.140e+05	4.102e+05	4.140e+05	4.102e+05	237.88	3828.98	3828.98
12	0.0	0.0	0.0	0.0	4.186e+05	4.148e+05	4.186e+05	4.148e+05	237.88	3871.54	3871.54

13	0.0	0.0	0.0	0.0	4.186e+05	4.148e+05	4.186e+05	4.148e+05	237.88	3871.54	3871.54
----	-----	-----	-----	-----	-----------	-----------	-----------	-----------	--------	---------	---------

<b>Pilas.</b>					<b>M 2-2 i</b>	<b>M 2-2 f</b>	<b>M 3-3 i</b>	<b>M 3-3 f</b>		<b>V M2-2</b>	<b>V M3-3</b>
					4.186e+05	4.148e+05	4.186e+05	4.148e+05		3871.54	3871.54

Nodo	Stato	Pilas.	Diam st	I 7.4.29	n. br. 2	Bj2	Hjc2	n. br. 3	Bj3	Hjc3	V. 7.4.8	I 7.4.10	Rif. cmb
			mm	cm		cm	cm		cm	cm			
9		8	8	8.0	2	37.5		2	30.0				
10		9	8	8.0	2	37.5		2	30.0				
11		10	8	8.0	2	37.5		2	25.0				
12		11	8	8.0	2	37.5		2	25.0				
13		12	8	8.0	2	37.5		2	25.0				
14		13	8	8.0	2	37.5		2	25.0				

Nodo	I 7.4.29	V. 7.4.8	I 7.4.10
	8.00		

Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	M_T= 1	Z=0.0	P=1	P=4	Staffe	Rif. cmb
		cm					x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc	L=cm	
1	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.49	0.10	0.10	2d8/15 L=62	36,24,2
	s=4,m=3	99.2	0.12	4.5	2.3	0.0	0.03	0.73	0.09	0.11	2d8/22 L=24	36,24,32
22	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.03	0.72	0.09	0.11	2d8/22 L=99	36,32,32
	s=4,m=3	99.2	0.12	4.5	2.3	0.0	0.03	0.86	0.07	0.08	2d8/22 L=99	2,32,32
27	ok,ok	0.0	0.12	4.5	3.4	0.0	0.04	0.60	0.07	0.08	2d8/22 L=99	2,32,32
	s=4,m=3	99.2	0.12	4.5	3.4	0.0	0.04	0.67	0.05	0.04	2d8/22 L=99	2,36,36
32	ok,ok	0.0	0.12	4.5	3.4	0.0	0.04	0.67	0.05	0.04	2d8/22 L=99	2,33,33
	s=4,m=3	99.2	0.12	4.5	3.4	0.0	0.04	0.60	0.07	0.08	2d8/22 L=99	2,33,33
37	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.03	0.86	0.07	0.08	2d8/22 L=99	2,33,33
	s=4,m=3	99.2	0.12	4.5	2.3	0.0	0.03	0.69	0.08	0.11	2d8/22 L=99	32,33,17
38	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.03	0.68	0.08	0.11	2d8/22 L=24	32,33,17
	s=4,m=3	99.2	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.48	0.10	0.10	2d8/15 L=62	36,17,2

Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	M_T= 2	Z=0.0	P=1	P=3	Staffe	Rif. cmb
							x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc		
2	ok,ok	0.0	0.09	3.4	2.3	0.0	0.05	0.32	0.10	0.05	2d8/15 L=62	8,32,32
	s=6,m=3	87.8	0.09	3.4	2.3	0.0	0.05	0.32	0.08	0.04	2d8/22 L=13	8,29,29
23	ok,ok	0.0	0.09	3.4	2.3	0.0	0.05	0.32	0.08	0.04	2d8/22 L=88	8,29,29
	s=6,m=3	87.8	0.09	3.4	2.3	0.0	0.05	0.21	0.09	0.08	2d8/22 L=88	24,29,9
28	ok,ok	0.0	0.09	3.4	2.3	0.0	0.05	0.21	0.09	0.08	2d8/22 L=88	24,29,9
	s=6,m=3	87.8	0.09	3.4	2.3	0.0	0.05	0.31	0.11	0.14	2d8/22 L=88	29,29,2
33	ok,ok	0.0	0.09	3.4	2.3	0.0	0.05	0.31	0.11	0.14	2d8/22 L=13	29,29,2
	s=6,m=3	87.8	0.09	3.4	2.3	0.0	0.05	0.66	0.14	0.14	2d8/15 L=62	2,29,2
6	ok,ok	0.0	0.09	3.4	2.3	0.0	0.05	0.69	0.16	0.14	2d8/15 L=62	2,28,2
	s=6,m=3	87.8	0.09	3.4	2.3	0.0	0.05	0.32	0.14	0.14	2d8/22 L=13	33,28,2
25	ok,ok	0.0	0.09	3.4	2.3	0.0	0.05	0.32	0.13	0.14	2d8/22 L=88	33,28,2
	s=6,m=3	87.8	0.09	3.4	2.3	0.0	0.05	0.16	0.11	0.07	2d8/22 L=88	32,28,24
30	ok,ok	0.0	0.09	3.4	2.3	0.0	0.05	0.16	0.11	0.07	2d8/22 L=88	32,36,24
	s=6,m=3	87.8	0.09	3.4	2.3	0.0	0.05	0.21	0.08	0.06	2d8/22 L=88	12,33,21
35	ok,ok	0.0	0.09	3.4	2.3	0.0	0.05	0.21	0.09	0.06	2d8/22 L=13	12,33,21
	s=6,m=3	87.8	0.09	3.4	2.3	0.0	0.05	0.23	0.12	0.07	2d8/15 L=62	5,33,21
4	ok,ok	0.0	0.09	3.4	2.3	0.0	0.05	0.15	0.05	0.07	2d8/15 L=97	2,2,2
	s=6,m=3	110.0	0.09	3.4	2.3	0.0	0.03	1.08e-05	4.00e-03	8.82e-06	2d8/15 L=97	2,26,2

Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	M_T= 3	Z=0.0	P=4	P=6	Staffe	Rif. cmb
							x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc		
3	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.33	0.10	0.05	2d8/15 L=62	16,36,36
	s=4,m=3	87.8	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.32	0.08	0.04	2d8/22 L=13	16,33,17
24	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.31	0.08	0.04	2d8/22 L=88	16,33,17
	s=4,m=3	87.8	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.21	0.09	0.08	2d8/22 L=88	24,33,17
29	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.21	0.09	0.08	2d8/22 L=88	24,33,17
	s=4,m=3	87.8	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.23	0.11	0.14	2d8/22 L=88	33,33,2
34	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.24	0.12	0.14	2d8/22 L=13	33,33,2
	s=4,m=3	87.8	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.49	0.14	0.14	2d8/15 L=62	2,33,2
7	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.52	0.15	0.14	2d8/15 L=62	2,35,2
	s=4,m=3	87.8	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.24	0.12	0.14	2d8/22 L=13	29,24,2
26	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.24	0.12	0.14	2d8/22 L=88	29,24,2
	s=4,m=3	87.8	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.16	0.09	0.07	2d8/22 L=88	36,24,28
31	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.16	0.09	0.07	2d8/22 L=88	36,32,28
	s=4,m=3	87.8	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.22	0.10	0.06	2d8/22 L=88	20,29,25
36	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.22	0.10	0.06	2d8/22 L=13	20,29,25
	s=4,m=3	87.8	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.18	0.13	0.07	2d8/15 L=62	13,29,25
5	ok,ok	0.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.06	0.12	0.05	0.07	2d8/15 L=97	2,2,2
	s=4,m=3	110.0	0.12	4.5	2.3	0.0	0.03	1.50e-05	4.02e-03	1.01e-05	2d8/15 L=97	2,24,2

Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	M_T= 8	Z=0.0	P=3	P=6	Staffe	Rif. cmb
							x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc		

39	ok,ok	0.0	0.09	2.3	2.3	0.0	0.04	0.54	0.08	0.08	2d8/15 L=76 28,28,24
	s=5,m=1	297.5	0.09	2.3	2.3	0.0	0.04	0.79	0.03	0.04	2d8/22 L=417 2,28,28
		595.0	0.09	2.3	2.3	0.0	0.04	0.55	0.08	0.08	2d8/15 L=76 28,25,25
<b>M_T= 4    Z=300.0    P=1    P=3</b>											
Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc	Staffe Rif. cmb
14	ok,ok	0.0	0.34	3.4	3.4	2.3	0.14	0.62	0.43	0.51	2d8/5 L=55 8,28,24
	s=2,m=3	175.5	0.34	3.4	3.4	2.3	0.14	0.85	0.27	0.66	2d8/14 L=216 2,28,24
		351.0	0.45	3.4	4.5	2.3	0.16	0.90	0.44	0.52	2d8/5 L=55 2,28,24
15	ok,ok	0.0	0.45	3.4	4.5	0.0	0.16	0.78	0.34	0.16	2d8/5 L=50 2,10,36
	s=2,m=3	175.5	0.34	3.4	3.4	0.0	0.14	0.60	0.17	0.17	2d8/17 L=226 2,10,36
		351.0	0.45	3.4	4.5	0.0	0.16	0.83	0.34	0.16	2d8/5 L=50 5,10,36
16	ok,ok	0.0	0.34	3.4	3.4	4.5	0.14	0.83	0.67	0.88	2d8/5 L=97 2,26,24
	s=2,m=3	110.0	0.34	3.4	3.4	4.5	0.14	0.03	0.67	0.88	2d8/5 L=97 33,26,24
<b>M_T= 5    Z=300.0    N=3    N=4</b>											
Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc	Staffe Rif. cmb
17	ok,ok	0.0	0.30	2.3	2.3	0.0	0.13	0.87	0.11	0.03	2d8/5 L=50 24,31,36
	s=3,m=3	297.5	0.30	2.3	2.3	0.0	0.13	0.34	0.08	0.06	2d8/17 L=495 2,31,36
		595.0	0.30	2.3	2.3	0.0	0.13	0.87	0.11	0.03	2d8/5 L=50 27,31,36
<b>M_T= 6    Z=300.0    P=4    P=6</b>											
Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc	Staffe Rif. cmb
20	ok,ok	0.0	0.34	3.4	3.4	2.3	0.14	0.62	0.43	0.51	2d8/5 L=55 15,23,27
	s=2,m=3	175.5	0.34	3.4	3.4	2.3	0.14	0.85	0.27	0.66	2d8/14 L=216 2,23,27
		351.0	0.45	3.4	4.5	2.3	0.16	0.90	0.44	0.52	2d8/5 L=55 2,23,27
19	ok,ok	0.0	0.45	3.4	4.5	0.0	0.16	0.78	0.34	0.16	2d8/5 L=50 2,17,36
	s=2,m=3	175.5	0.34	3.4	3.4	0.0	0.14	0.60	0.17	0.17	2d8/17 L=226 2,17,36
		351.0	0.45	3.4	4.5	0.0	0.16	0.83	0.34	0.16	2d8/5 L=50 14,17,36
18	ok,ok	0.0	0.34	3.4	3.4	4.5	0.14	0.83	0.67	0.88	2d8/5 L=97 2,27,27
	s=2,m=3	110.0	0.34	3.4	3.4	4.5	0.14	0.03	0.67	0.88	2d8/5 L=97 30,27,27
<b>M_T= 7    Z=300.0    P=1    P=4</b>											
Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc	Staffe Rif. cmb
21	ok,ok	0.0	0.45	2.3	3.4	0.0	0.16	0.69	0.13	0.04	2d8/5 L=50 30,27,36
	s=3,m=3	297.5	0.30	2.3	2.3	0.0	0.13	0.29	0.10	0.07	2d8/17 L=470 2,27,36
		595.0	0.45	2.3	3.4	0.0	0.16	0.69	0.13	0.04	2d8/5 L=50 33,27,36
<b>Trave</b>											
			%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc	
			0.45	4.52	4.52	4.52	0.16	0.90	0.67	0.88	

TraveM	negativo iM	positivo iM	negativo fM	positivo fM	Luce per V	V M-i M+f	V M+i M-f	VEd,min	VEd,max	Vr1	As
daN cm	daN cm	daN cm	daN cm	daN cm	cm	daN	daN	daN	daN	daN	cm2
14	2.761e+05	2.761e+05	3.579e+05	2.765e+05	326.00	1695.06	1945.03	0.0	0.0	0.0	0.0
15	3.579e+05	2.765e+05	3.579e+05	2.765e+05	326.00	1946.02	1946.02	0.0	0.0	0.0	0.0
16	2.761e+05	2.761e+05	2.761e+05	2.761e+05	97.50	5664.27	5664.27	0.0	0.0	0.0	0.0
17	1.864e+05	1.864e+05	1.864e+05	1.864e+05	595.00	626.61	626.61	0.0	0.0	0.0	0.0
18	2.761e+05	2.761e+05	2.761e+05	2.761e+05	97.50	5664.27	5664.27	0.0	0.0	0.0	0.0
19	3.579e+05	2.765e+05	3.579e+05	2.765e+05	326.00	1946.02	1946.02	0.0	0.0	0.0	0.0
20	2.761e+05	2.761e+05	3.579e+05	2.765e+05	326.00	1695.06	1945.03	0.0	0.0	0.0	0.0
21	2.685e+05	1.869e+05	2.685e+05	1.869e+05	570.00	798.90	798.90	0.0	0.0	0.0	0.0
TraveM	negativo iM	positivo iM	negativo fM	positivo f		V M-i M+f	V M+i M-f	VEd,min	VEd,max	Vr1	As
								0.0			
	3.579e+05	2.765e+05	3.579e+05	2.765e+05		5664.27	5664.27		0.0	0.0	0.0

# STATI LIMITE D' ESERCIZIO

## LEGENDA TABELLA STATI LIMITE D' ESERCIZIO

In tabella vengono riportati i valori di interesse per il controllo degli stati limite d'esercizio.

In particolare vengono riportati, in relazione al tipo di elemento strutturale, i risultati relativi alle tre categorie di combinazione considerate:

- Combinazioni rare
- Combinazioni frequenti
- Combinazioni quasi permanenti.

I valori di interesse sono i seguenti:

<b>rRfck</b>	rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione fck in combinazioni rare [normalizzato a 1]
<b>rRfyk</b>	rapporto tra la massima tensione nell'acciaio e la tensione fyk in combinazioni rare [normalizzato a 1]
<b>rPfck</b>	rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione fck in combinazioni quasi permanenti [normalizzato a 1]
<b>wR</b>	apertura caratteristica delle fessure in combinazioni rare [mm]
<b>wF</b>	apertura caratteristica delle fessure in combinazioni frequenti [mm]
<b>wP</b>	apertura caratteristica delle fessure in combinazioni quasi permanenti [mm]
<b>dR</b>	massima deformazione in combinazioni rare
<b>dF</b>	massima deformazione in combinazioni frequenti
<b>dP</b>	massima deformazione in combinazioni quasi permanenti

Per ognuno dei nove valori soprariportati viene indicata (Rif.cmb) la combinazione in cui si è verificato.

In relazione al tipo di elemento strutturale i valori sono selezionati nel modo seguente:

pilastr	<b>rRfck</b>	<b>rRfyk</b>	<b>rPfck</b>	per sezioni significative
travi	<b>rRfck</b> <b>wR</b> <b>dR</b>	<b>rRfyk</b> <b>wF</b> <b>dF</b>	<b>rPfck</b> <b>wP</b> <b>dP</b>	per sezioni significative per sezioni significative massimi in campata
setti e gusci	<b>rRfck</b> <b>wR</b>	<b>rRfyk</b> <b>wF</b>	<b>rPfck</b> <b>wP</b>	massimi nei nodi dell'elemento massimi nei nodi dell'elemento

Si precisa che i valori di massima deformazione per travi sono riferiti al piano verticale (piano locale 1-2 con momenti flettenti 3-3).

Pilas.	Pos. cm	rRfck	rRfyk	rPfck	Rif. cmb	Pos. cm	rRfck	rRfyk	rPfck	Rif. cmb
8	0.0	0.12	0.07	0.15	71,71,72	150.0	0.13	0.08	0.16	71,71,72
	300.0	0.41	0.33	0.50	71,71,72					
9	0.0	0.12	0.07	0.15	71,71,72	150.0	0.13	0.08	0.16	71,71,72
	300.0	0.41	0.33	0.50	71,71,72					
10	0.0	0.13	0.08	0.16	71,71,72	150.0	0.09	0.06	0.11	71,71,72
	300.0	0.18	0.10	0.22	71,71,72					
11	0.0	0.13	0.08	0.16	71,71,72	150.0	0.09	0.06	0.11	71,71,72
	300.0	0.18	0.10	0.22	71,71,72					
...										
13	300.0	0.16	0.10	0.20	71,71,72	150.0	0.10	0.06	0.12	71,71,72
Pilas.		rRfck	rRfyk	rPfck			rRfck	rRfyk	rPfck	
		0.41	0.33	0.50						

Trave	Pos. cm	rRfck	rRfyk	rPfck	Rif. cmb	wR mm	wF mm	wP mm	Rif. cmb	dR cm	dF cm	dP cm	Rif. cmb
1	0.0	0.01	0.08	0.01	71,71,72	0.0	0.0	0.0	0,0,0	0.03	0.0	0.03	71,0,72
	99.2	0.07	0.49	0.09	71,71,72	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
2	0.0	0.01	0.12	0.02	71,71,72	0.0	0.0	0.0	0,0,0	0.17	0.0	0.15	71,0,72
	87.8	0.02	0.17	0.03	71,71,72	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
3	0.0	0.01	0.12	0.02	71,71,72	0.0	0.0	0.0	0,0,0	-0.08	0.0	-0.15	71,0,72
	87.8	0.02	0.17	0.03	71,71,72	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
4	0.0	0.04	0.13	0.05	71,71,72	0.0	0.0	0.0	0,0,0	0.03	0.0	0.02	71,0,72
	110.0	1.09e-06	0.0	1.28e-06	71,71,72	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
...													
39	595.0	6.17e-03	0.03	8.17e-03	71,70,72	0.0	0.0	0.0	0,0,0	0.08	0.0	0.07	71,0,72
Trave		rRfck	rRfyk	rPfck		wR	wF	wP		dR	dF	dP	
		0.45	0.77	0.54		0.19	0.0	0.20		0.17	0.0	0.15	



COMUNE DI PADOVA

PROVINCIA DI PADOVA



## COMUNE DI PADOVA

SETTORE EDILIZIA PUBBLICA E IMPIANTI SPORTIVI

Via N. Tommaseo, 60

35131 – PADOVA (PD)

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E SISMICA DEI  
TERRENI PER LA RISTRUTTURAZIONE DEGLI  
SPOGLIATOI ALTICHERO IN VIA QUERINI –  
PADOVA (PD).

Dott. Geol. Devi Fincato  
Albo dei Geologi della Regione Veneto N. 549.



Rev.0/2018

Padova, 27 Marzo 2018

## Sommario

MODELLO GEOTECNICO E SISMICO DEI TERRENI .....	3
1. GENERALITÀ .....	3
2. LOCALIZZAZIONE .....	3
3. INDAGINI GEOTECNICHE .....	5
3.1 PROVE PENETROMETRICHE STATICHE (CPTM) .....	5
3.2 UBICAZIONE .....	5
3.3 INTERPRETAZIONE STRATIGRAFICA .....	6
4. NOTE IDROGEOLOGICHE .....	7
5. INDAGINE SISMICA .....	8
5.1 INTRODUZIONE .....	8
5.2 DEFINIZIONI .....	8
5.3 STRUMENTAZIONE IMPIEGATA .....	8
5.4 UBICAZIONE DELLA MISURA .....	9
5.5 PROCEDURA DI ANALISI DATI PER STAZIONI SINGOLE H/V .....	9
5.6 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO .....	11
5.7 RISPOSTA SISMICA LOCALE .....	13
5.8 CONDIZIONI TOPOGRAFICHE .....	15
6. PARAMETRI DI AZIONE SISMICA .....	15
7. TERRENI SUSCETTIBILI DI LIQUEFAZIONE .....	17
8. CONCLUSIONI .....	19
APPENDICE .....	20
Oggetto della misura: il microtremore sismico ambientale .....	20
La tecnica impiegata: Cenni storici. ....	20
Bibliografia dell'Appendice .....	21
TAVOLE .....	22

# **MODELLO GEOTECNICO E SISMICO DEI TERRENI**

## **1. GENERALITÀ**

Su incarico e dietro indicazioni dello Studio 5 SRL è stata eseguita un'indagine geotecnica e geofisica dei terreni per la ristrutturazione degli spogliatoi Altichiero di Via Querini in comune di Padova, al fine di esaminare i problemi geotecnici e sismici connessi con le opere da realizzare.

La presente indagine, oltre che rispondere all'esigenza di una corretta e razionale progettazione delle opere di fondazione, ha come riferimento la seguente normativa:

- *Ordinanza 20/03/2003 n° 3274 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per la costruzione in zona sismica” e successive modifiche ed integrazioni.*
- *D.M. 17/01/2018 – Norme Tecniche per le Costruzioni.*

### **SI ALLEGANO ALLA PRESENTE:**

- una planimetria con l'ubicazione della prova penetrometrica statica CPT e della prova HVSR (Tav. 1);
- n° 1 diagramma penetrometrico;
- n° 1 tabella con la restituzione dei parametri geotecnici dei terreni;
- n° 1 diagramma della litologia;
- n° 1 restituzione delle letture di campagna.

## **2. LOCALIZZAZIONE**

Gli spogliatoi Altichiero sono localizzati lungo Via Querini in comune di Padova (PD) nella zona nord dell'abitato di Altichiero e a sud di Vigodarzere (PD), ad una distanza di circa 80 – 90 m a sud dell'argine destro del fiume Brenta. Il sito ha le seguenti coordinate geografiche (datum WGS84) - Si veda estratti in Fig. 1 e 2:

Latitudine: 45,453111° N;  
Longitudine: 11,874164° E.



Fig. 1 - Estratto aerofotogrammetrico



Fig. 2 - Estratto aerofotogrammetrico di dettaglio

### **3. INDAGINI GEOTECNICHE**

La campagna d'indagine è stata effettuata mediante l'esecuzione di n° 1 prova penetrometrica statica (CPT) spinta alla profondità massima di -15 m da p.c. effettuata in data 23/03/2018 secondo la norma UNI EN ISO 22476-12:2009.

#### **3.1 PROVE PENETROMETRICHE STATICHE (CPTM)**

Il penetrometro statico adottato è di tipo "Geopan" da 20 Ton di spinta nominale con mono-ancoraggio disassato.

L'indagine è eseguita tramite una colonna di aste prolungate a mano che precede la penetrazione. La colonna è cava e all'interno presenta una serie di barre metalliche: agendo alternativamente sulle barre e sulla colonna delle aste è possibile fare avanzare la punta e lo speciale manicotto che misura l'attrito laterale: mediante cella di carico vengono lette le resistenze istantanee a tale penetrazione.

L'ancoraggio al terreno per contrastare la spinta è ottenuto mediante l'infissione di un contrasto singolo (ancoraggio) posto frontalmente alla batteria d'infissione. Le modalità operative con tale apparecchiatura sono le seguenti:

- a)** Avanzamento di 4 cm della sola punta, con misura della resistenza della punta  $R_p$ .
- b)** Avanzamento di altri 4 cm del complesso (punta + manicotto) con misura della resistenza (punta + attrito locale); la pressione viene sempre esercitata sulle stesse aste, in quanto la punta trascina automaticamente il manicotto, dopo 4 cm di corsa;
- c)** Infissione del rivestimento (8 cm) fino a raggiungere la punta e quindi di tutto il complesso per altri 12 cm.

#### **DIMENSIONI DELLE ASTE E DELLE PUNTE:**

- 1)** Diametro esterno della colonna di penetrazione: 26 mm;
- 2)** Superficie terminale del cono di penetrazione: 10 cm<sup>2</sup>;
- 3)** Apertura del cono: 60°;

#### **3.2 UBICAZIONE**

L'ubicazione della prova penetrometrica è stata eseguita quasi a ridosso dell'attuale spogliatoio (vedi Tav. 1 e documentazione fotografica) il posizionamento è stato influenzato dalla presenza di sottoservizi ed è stato collocato nella zona di ampliamento dello spogliatoio verso sud. Il punto d'indagine è riferito al piano campagna (quota di calpestio del prato), resta a carico della committente la quotatura del punto di prova rispetto ad un caposaldo.

### 3.3 INTERPRETAZIONE STRATIGRAFICA

Nel diagramma penetrometrico allegato sono riportate, in funzione della profondità, le misure effettuate per ogni 0.20 m di avanzamento, della:

- *Resistenza alla punta  $q_c$  espressa in  $Kg/cm^2$ ;*
- *Resistenza di attrito laterale locale  $f_s$  in  $Kg/cm^2$ ;*

L'analisi dei dati rilevati ipotizza una situazione stratigrafica omogenea in senso orizzontale all'unica prova eseguita. Prendendo come quota di riferimento il piano campagna e procedendo verticalmente risultano individuati i seguenti livelli:

PROFONDITA' Da metri	a metri	$q_c$ $Kg/cm^2$	$C_u$ $Kg/cm^2$	$\phi$ °	INTERPRETAZIONE STRATIGRAFICA
0.00	0.40	-	-	-	Terreno superficiale di riporto in matrice argillosa.
0.40	1.40	16 20	0.7 0.8	- 27	Argilla consistente.
<b>1.40</b>	<b>2.00</b>	<b>9</b> <b>8</b>	<b>0.45</b> <b>0.40</b>	- -	<b>Argilla tenera.</b>
2.00	2.80	19 24 29	0.78 0.89 1.0	27 28 29	Argilla limosa e limo argilloso sabbioso.
<b>2.80</b>	<b>4.20</b>	<b>7</b> <b>10</b>	<b>0.35</b> <b>0.5</b>	- -	<b>Argilla da molto tenera a tenera.</b>
4.20	6.40	30 48	- -	29 30	Sabbia limosa poco addensata.
6.40	12.00	7 (5) 20 35 43	0.35 (0.25) 0.85 - -	- (-) 28 29 30	Alternanze di livelli argillosi teneri (a tratti con qualche punto argilloso organico) con livelli argillosi mediamente compatti e livelli limosi
12.00	15.00	79 125 160 180 60	- - - - -	33 35 36 37 32	Sabbia da mediamente a ben addensata a tratti limosa.

**N.B.:** I valori di  $q_c$  (Resistenza di punta),  $C_u$  (coesione non drenata) e  $\phi$  (angolo di attrito interno) sono da considerarsi valori medi dello strato ottenuti indirettamente da valori ricavati da prove puntuali. La descrizione stratigrafica, anch'essa ottenuta indirettamente dall'elaborazione dei dati medi dei valori meccanici sopra descritti, per poter rappresentare correttamente la situazione reale, deve essere sempre verificata mediante un sondaggio stratigrafico con il recupero dei materiali carotati e/o direttamente con prove in situ.



Param. 23-2018 [1]						NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE												
H.m	qc	qc/fs	$\gamma'$	$\sigma'_{vo}$	Vs	Cu	OCR	Eu50	Eu25	Mo	Dr	Sc	Ca	Ko	DB	DM	Me	FLs	FLI	E'50	E'25	Mo	
da	a	U.M.	t/m³	U.M.	m/s	U.M.	%	U.M.	U.M.	U.M.	%	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)			U.M.	U.M.	U.M.	
0.20	0.40	12.0	15.00	1.9	0.07	141	0.57	80.8	97.1	145.7	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
0.40	1.40	18.0	25.94	1.9	0.19	164	0.75	40.9	127.3	191.0	56	61	39	34	31	29	38	27	--	--	32.5	48.8	58.5
1.40	2.00	8.7	15.03	1.9	0.33	125	0.43	8.9	83.0	124.4	37	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
2.00	2.80	21.8	25.51	1.9	0.46	175	0.83	13.3	143.2	214.8	67	45	37	30	27	25	34	28	--	--	44.2	66.3	79.5
2.80	4.20	8.6	16.00	1.2	0.63	124	0.43	3.9	154.5	231.7	33	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4.20	6.40	35.6	45.53	0.9	0.80	211	0.80	5.5	240.5	360.8	60	41	36	29	25	24	32	29	3.70	2.42	59.4	89.1	106.9
6.40	6.80	6.5	16.25	0.7	0.91	111	0.33	1.8	125.1	187.6	21	--	--	--	--	--	--	--	3.70	2.42	--	--	--
6.80	9.40	11.7	21.93	0.8	1.02	133	0.46	2.4	171.1	256.7	32	17	33	25	21	20	28	27	2.64	1.75	33.8	50.6	60.8
9.40	10.40	34.4	43.65	0.9	1.16	205	0.54	2.4	288.5	432.8	42	36	36	27	24	23	31	30	2.96	1.94	67.1	100.6	120.8
10.40	11.20	4.8	16.67	0.6	1.24	99	0.24	0.8	95.3	143.0	16	--	31	18	14	13	25	26	2.08	1.32	10.0	15.0	18.0
11.20	12.20	26.4	23.28	0.9	1.31	183	0.83	3.7	319.7	479.5	71	30	35	26	23	22	30	30	2.79	1.85	60.0	90.0	108.0
12.20	15.00	130.9	82.71	1.1	1.50	342	2.33	11.8	396.7	595.0	210	69	40	32	29	27	36	35	11.77	4.78	218.1	327.1	392.6

Sezione geotecnica – CPT n° 1



ubicazione CPT n° 1

#### 4. NOTE IDROGEOLOGICHE

Al termine dell'esecuzione della prova penetrometrica si è misurato, per mezzo di una sonda freaticometrica, il livello dell'acqua all'interno del foro di prova; la profondità della falda freatica è stata individuata a -3.55 m da p.c. Il valore rilevato è soggetto ad oscillazioni meteo climatiche e pertanto potrebbe subire delle variazioni nel tempo anche sulla base del regime idraulico del fiume Brenta.

## **5. INDAGINE SISMICA**

### **5.1 INTRODUZIONE**

Sul terreno in esame è stata condotta un'indagine sismica passiva consistente in n° 1 acquisizione del microtremore ambientale a stazione singola in campo libero (HVSr).

L'indagine effettuata permette di misurare le frequenze di risonanza dei terreni e, tramite opportuna modellazione vincolata, di ricostruire una stratigrafia sismica e stimare la velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) a partire dalla velocità delle onde di superficie. La velocità delle onde di taglio è legata alla rigidità  $\mu$  dei terreni tramite la formula:  $\mu = \rho \cdot V_s^2$ , dove  $\rho$  è la densità. Poiché la densità dei suoli varia relativamente poco con la profondità (almeno nelle prime decine di metri), dalla formula si evince che i valori di  $V_s$  sono i primi indicatori della rigidità di un terreno.

Le indagini sono state condotte in ottemperanza alle Norme Tecniche per le Costruzioni (2018).

### **5.2 DEFINIZIONI**

Il tipo di stratigrafia che le tecniche sismiche possono restituire si basa sul concetto di *contrasto di impedenza*. Per *strato* si intende cioè un'unità distinta da quelle sopra e sottostanti per un contrasto di impedenza, ossia per il rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso.

### **5.3 STRUMENTAZIONE IMPIEGATA**

La misura di microtremore ambientale è stata effettuata per mezzo di un tromografo digitale portatile progettato specificamente per l'acquisizione del rumore sismico. Lo strumento (*Tromino*®, Micromed spa) è dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) ortogonali. I dati di microtremore ambientale, amplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti, sono stati acquisiti per 16 min alla frequenza di campionamento di 128 Hz.



#### 5.4 UBICAZIONE DELLA MISURA

In Tav. 1 è illustrata l'ubicazione delle prove a stazione singola (viola).



*ubicazione HVSR N° 1*

#### 5.5 PROCEDURA DI ANALISI DATI PER STAZIONI SINGOLE H/V

La tecnica H/V (cfr. Appendice) è la tecnica dedicata quando si vogliono mettere in luce le frequenze di risonanza dei terreni. Dalle registrazioni del rumore sismico ambientale su terreno sono state ricavate le curve H/V, secondo la procedura classica, descritta per esempio in SESAME (2005), con parametri:

- ⇒ larghezza delle finestre d'analisi 20 s,
- ⇒ lisciamento secondo finestra triangolare con ampiezza pari al 10% della frequenza centrale,
- ⇒ rimozione dei transienti sulla serie temporale degli H/V.

In Figura 1 viene riportata la H/V registrata in corrispondenza del sito HVSR N° 1 (vedi posizionamento in Tav.1 allegata) tarata sulla verticale geotecnica CPT n° 1.

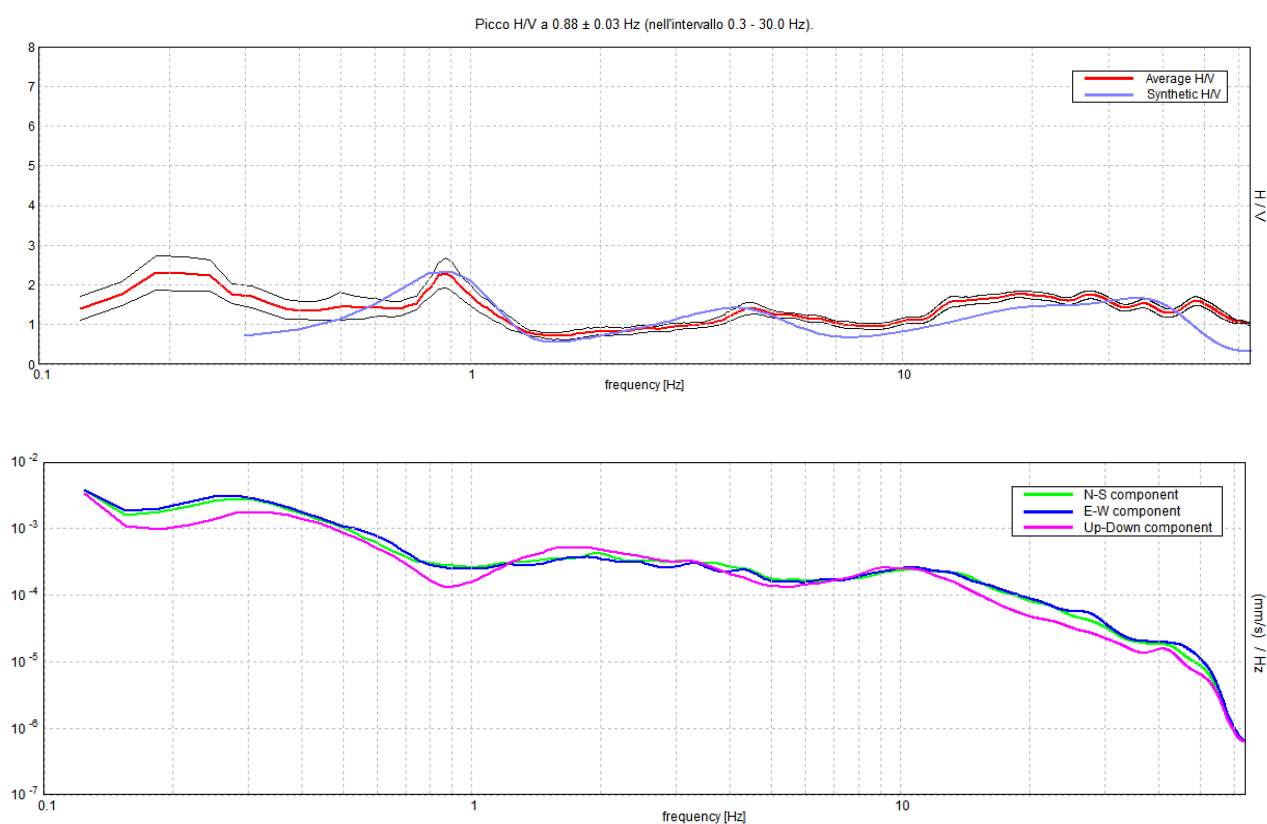
Tale curva evidenzia **un'amplificazione a 0.88 Hz (1.13 s)** e generale debole amplificazione al di sotto di questa frequenza. Il picco è imputabile alla risonanza di circa 90 m di coperture sovrastanti un riflettore stratigrafico semi-rigido che funge da strato assimilabile a bedrock sismico. Si segnala una **debole amplificazione a 4.5 Hz (0.22 s)** dovuti a cambiamenti stratigrafici con un rapporto H/V di circa 1.5.

Si osserva poi un rapporto  $H/V < 1$  limitatamente nell'intervallo di frequenze compreso tra 1.3 e 2.9 Hz.

La curva  $H/V$  sperimentale è stata modellata usando come vincolo i dati forniti dalla prova penetrometrica ed ha restituito il modello di  $V_s$  illustrato in Figura 2. La curva  $H/V$  teorica discendente da questo modello è illustrata in azzurro in Figura 2 ed ivi confrontata con quella sperimentale misurata nel punto HVSR n°1 (secondo pannello di Figura 1).

Nella stessa figura sono mostrati gli spettri di ampiezza (in velocità) delle singole componenti del moto: da questi è possibile distinguere la natura (stratigrafica o antropica) dei diversi picchi  $H/V$ . Le risonanze di origine stratigrafica sono rappresentate da un minimo locale della componente verticale, mentre i picchi  $H/V$  di origine artefattuale presentano un massimo stretto, anche con ampiezza diversa, su tutte e tre le componenti che nel ns. caso risulta localizzato a 42 Hz (non considerato al fine della presente trattazione).

In questo sito le strutture esposte a maggior sollecitazione in caso di terremoto sono quelle con frequenza propria intorno a 0.88 Hz (1.13 s), che si collocano in piena doppia risonanza col terreno. Si segnala inoltre che i terremoti tipicamente risentibili in questa zona ( $M \approx 5-6$ ) hanno a loro volta frequenze caratteristiche minori od uguali a 1 Hz. Questo comporta un ulteriore aggravio sia nell'ampiezza dell'input sismico che nella sua durata.



**Figura 1.** *Alto:* Curva sperimentale (rosso) e teorica (blu) per il modello di sottosuolo proposto per il sito in corrispondenza della HVSR n° 1, *Basso:* spettri di ampiezza in velocità delle componenti del moto relativi alla curva  $H/V$  mostrata sopra.

## 5.6 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{s,eq}$  (in m/s), definita dall'espressione (NTC 2018):

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum \frac{h_i}{V_{s_i}}}$$

con:

$h_i$  spessore dell' $i$ -esimo strato;

$V_{s,i}$  velocità delle onde di taglio nell' $i$ -esimo strato;

$N$  numero di strati;

$H$  profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_S$  non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione. Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  è definita dal parametro  $V_{s30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità. Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2.II. del DM 17/01/2018:

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

Per il caso specifico il valore di velocità delle onde di taglio nello strato omogeneo equivalente ai primi 30 m di profondità ( $V_{s30}$ , Norme Tecniche per le Costruzioni , 2018) è calcolato come:

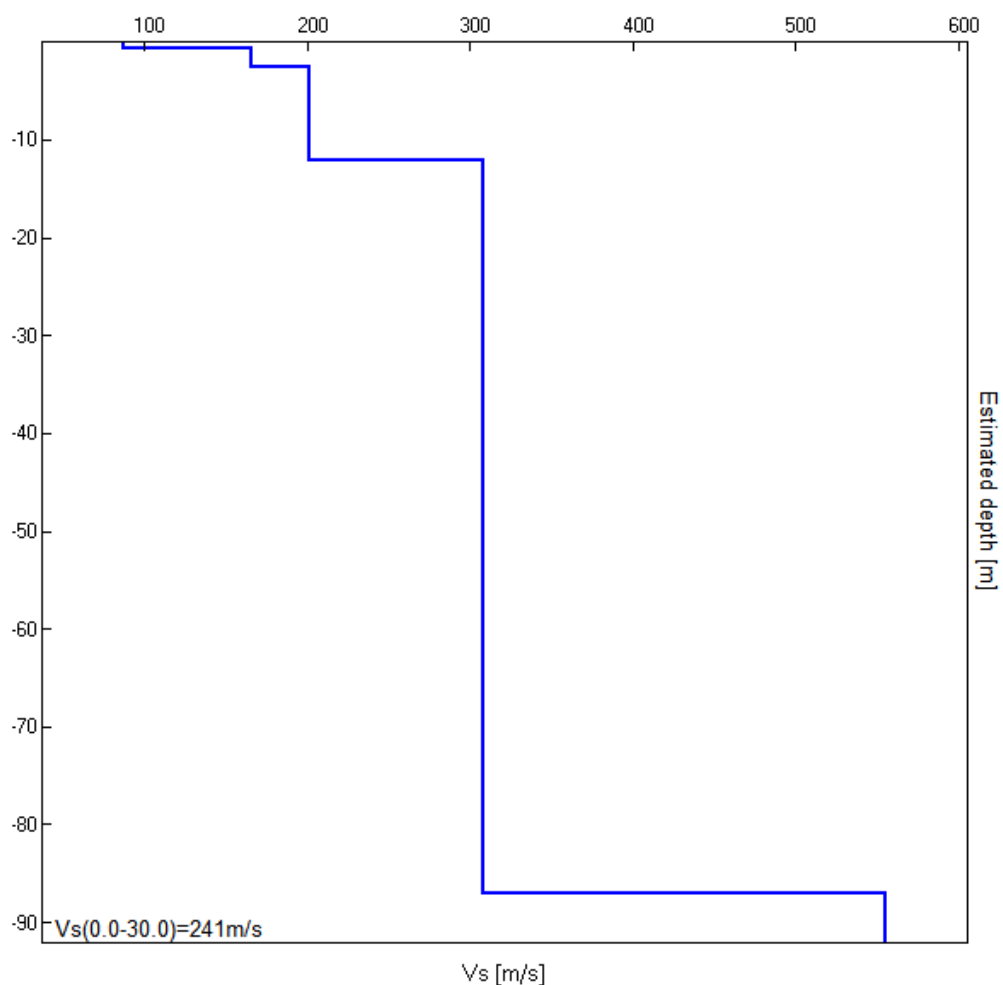
$$V_{s30} = \frac{30}{\sum \frac{h_i}{V_{s_i}}}$$

dove  $h_i$  e  $V_{s_i}$  sono spessori e velocità dei singoli strati.

Risulta  $V_{s30} = 241 \pm 36 \text{ m/s}$  (incertezza  $2\sigma$  dell'ordine del 15%, cfr. Mulargia e Castellaro, 2009, *Seism. Res. Lett.*, 80, 985-989) a partire dal piano campagna (fig.2).

### **La categoria di suolo di fondazione secondo l'approccio semplificato di normativa è "C".**

*Si ricorda che qualunque tecnica di geofisica applicata ha un margine di errore intrinseco variabile in funzione del tipo di tecnica usata, di strumentazione utilizzata e di problematiche incontrate durante la fase di acquisizione. Infine, i profili di  $V_s$  ricavati con questa metodologia, come tutti i metodi indiretti, non presentano una soluzione univoca e quindi più modelli possono fornire curve sintetiche simili tra loro.*



**Figura 2.** Modello di velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) medio sotto l'area indagata ottenuto dal fit vincolato della prova H/V n° 1.

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
0.60	0.60	87	0.43
2.60	2.00	165	0.45
12.00	9.40	201	0.42
87.00	75.00	308	0.41
inf.	inf.	555	0.42

$$V_s(0.0-30.0)=241\text{m/s}$$

**Tabella 1.** Modello di sottosuolo medio sotto l'area indagata ottenuto dal fit vincolato della prova H/V n° 1. Si noti che le prove effettuate forniscono una stima delle sole Vs. Il rapporto di Poisson indicato è quello adottato nella modellazione ma le prove geofisiche basate su onde di superficie non possono fornire misure affidabili di questo parametro.

## 5.7 RISPOSTA SISMICA LOCALE

Per comprendere pienamente il significato della nuova normativa è necessario rifarsi al concetto di **risposta sismica locale**. Dal punto di vista strettamente fisico, per effetto di sito (risposta sismica locale) s'intende l'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico, relativo ad una formazione rocciosa di base (R), subisce attraversando gli strati di terreno sovrastanti fino alla superficie (S). Nel presente lavoro si sfrutterà la teoria di Nakamura che relaziona lo spettro di risposta del substrato roccioso (rapporto spettrale  $H/V = 1$ ) con quello effettivamente misurato in superficie.

Il moto sismico è amplificato in corrispondenza di determinate frequenze che corrispondono alle frequenze naturali  $f_n$  di vibrazione del deposito:

$$f_n = 1 / T_n = (V_s * (2n - 1)) / (4 * H) \quad \text{con } n = 1, 2, \dots, \quad [3.1]$$

mentre risulta ridotto di amplificazione alle frequenze elevate a causa dello smorzamento del terreno. Di particolare importanza è la prima frequenza naturale di vibrazione del deposito denominata frequenza fondamentale di risonanza:

$$f_1 = 1 / T_1 = V_s / 4H \quad [3.2]$$

E' quindi necessario porre estrema attenzione a fenomeni di "**doppia risonanza**", cioè la corrispondenza tra le frequenze fondamentali del segnale sismico così come trasmesso in superficie e quelle dei manufatti ivi edificati in quanto le azioni sismiche su di essi sarebbero gravose.

Dal punto di vista empirico, è noto che la frequenza di risonanza di un edificio è governata principalmente dall'altezza e può essere pertanto calcolata, in prima approssimazione, secondo la formula (cfr. Es. Pratt):

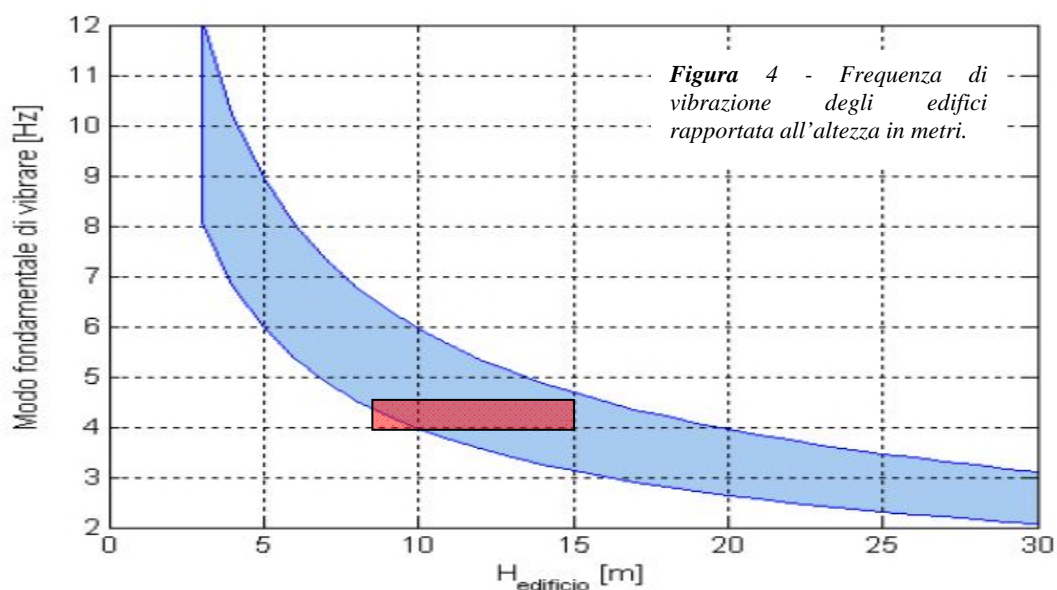
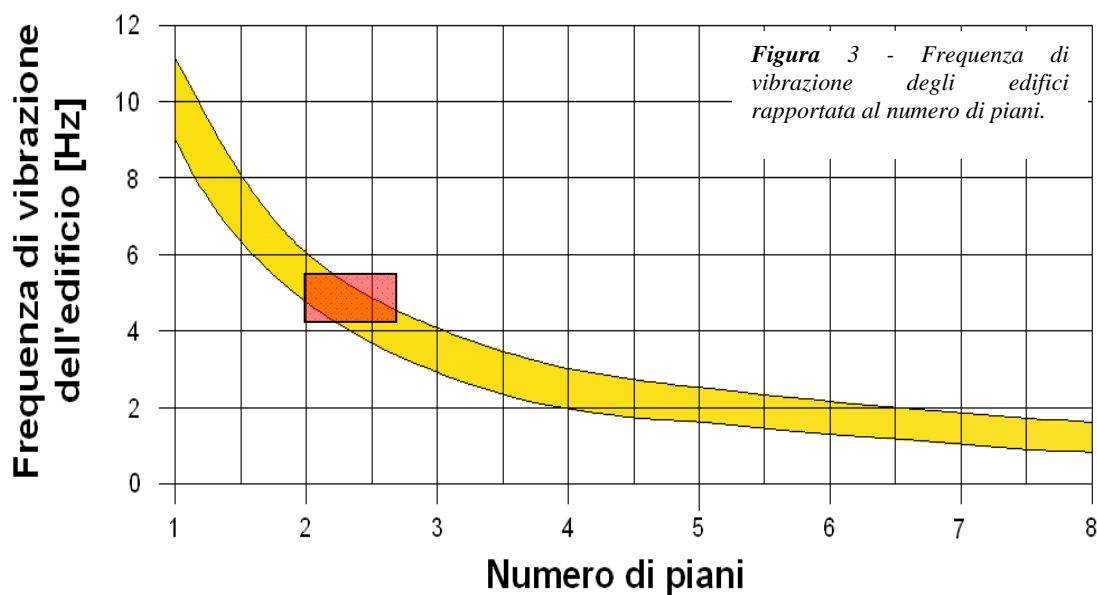
$$freq. \text{ naturale edificio} \approx 10 \text{ Hz} / \text{numero piani}. \quad [3.3]$$

E' la coincidenza di risonanza tra terreno e struttura:

$$\text{freq. naturale edificio} \approx \text{freq. fondamentale di risonanza del sito} \quad [3.4]$$

ad essere particolarmente pericolosa, poiché da luogo alla massima amplificazione e deve quindi essere oggetto di studi approfonditi.

Nel nostro caso la presenza di substrati riflettenti a debole profondità con una frequenza del terreno alla base dell'edificio stimata (anche se molto debole) attorno a 4.5 Hz interessanti edifici di 2 - 3 piani (vedi Figura 3 e 4) e comunque con amplificazione molto debole con rapporto H/V intorno a 1.5.



## 5.8 CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

*Categorie topografiche (Tab. 3.2.III – NTC 2018)*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Le suesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

Nel ns. caso si potrà assumere la categoria topografica **T1**.

## **6. PARAMETRI DI AZIONE SISMICA**


Si riportano di seguito sinteticamente alcune indicazioni utili per la progettazione ai fini sismici della struttura che si andrà a realizzare.

I parametri utilizzati (valori di input) per le azioni sismiche di progetto sono i seguenti:

- Comune: Padova (PD);
- Coordinate Sito: Lat. 45,453111° N – Long. 11°,874164° E;
- Categoria del terreno : “**C**”;
- Categoria Topografica: “**T1**”;
- Vita nominale:  $V_n = \text{“50 anni”}$ ;
- Classe d’uso: “II” - coefficiente d’uso: “ $C_u = 1.0$ ”;
- Periodo di riferimento per l’azione sismica: 50 anni.


L’elaborazione è stata eseguita mediante il programma di calcolo “Geostru PS 2018 NTC”.

In sede di progetto definitivo alcuni parametri potranno essere rivisti in funzione della strategia di progettazione.




Classe Edificio

II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...



Vita Nominale

50



Interpolazione

Media ponderata

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	a <sub>g</sub> [g]	F <sub>o</sub>	T <sub>c</sub> <sup>*</sup> [s]
Operatività (SLO)	30	0.032	2.538	0.213
Danno (SLD)	50	0.038	2.580	0.255
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.095	2.561	0.326
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.122	2.555	0.343
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

#### Stato limite



Cat. Sottosuolo

C



Cat. Topografica

T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,50	1,50
CC Coeff. funz categoria	1,75	1,65	1,52	1,50
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

#### Coefficienti sismici



Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.010	0.012	0.029	0.044
kv	0.005	0.006	0.014	0.022
Amax [m/s²]	0.466	0.565	1.398	1.799
Beta	0.200	0.200	0.200	0.240

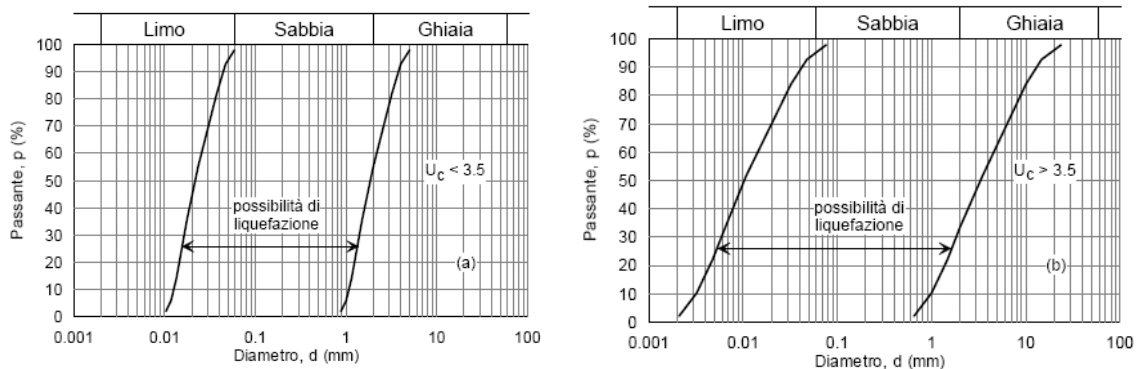
*Valori Kh, Kv, Amax,  $\beta$ , per i diversi stati limite*

## **7. TERRENI SUSCETTIBILI DI LIQUEFAZIONE**

Il termine “liquefazione” denota una diminuzione di resistenza a taglio e/o di rigidità causata dall’aumento di pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo durante lo scuotimento sismico, tale da generare deformazioni permanenti significative o persino l’annullamento degli sforzi efficaci nel terreno. Deve essere verificata la suscettibilità alla liquefazione quando la falda freatica si trova in prossimità della superficie ed il terreno di fondazione comprende strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, anche se contenenti una frazione fine limo-argillosa.

Ai sensi del D.M. 17/01/2018 la verifica di stabilità nei confronti della liquefazione “può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze”:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N_1)_{60} > 30$  oppure  $q_{c1N} > 180$  dove  $(N_1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $q_{c1N}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura (a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  ed in Figura (b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$  (rif. fig. 7.11(a) – NTC 2018).



*Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione*

Si è pertanto proceduto alla verifica di liquefazione degli strati come previsto dalla normativa vigente.

Il rischio di liquefazione viene espresso attraverso un coefficiente di sicurezza ( $F_s$ ) dato dal rapporto tra la resistenza alla liquefazione ( $R$ ) del deposito sciolto e lo sforzo dinamico di taglio ( $T$ ) che lo sollecita durante l'evento sismico.

Secondo l'O.P.C.M. n.3274/2003 la liquefazione è correlata al coefficiente di sicurezza nel seguente modo:

$F_s \geq 1,25$	Liquefazione Assente
$1,0 < F_s < 1,25$	Liquefazione Possibile
$1,0 < F_s$	Liquefazione Molto Probabile

E' stato ricavato pertanto il valore di  $a_{\max,s}$  per il sito in esame secondo la seguente espressione:  $a_{\max,s} = a_g * St * Ss$

dove:

$a_g$ : accelerazione orizzontale massima al sito ( $SLV$ ) = 0,095 g;

$Ss$ : coefficiente di amplificazione stratigrafica (pari a 1,5 per suoli di tipo "C");

$St$ : coefficiente di amplificazione topografica (pari a 1,0 avendo considerato una categoria topografica "T1").

In tal modo si ottiene  $a_{\max,s} \approx 0,14$  g.

Applicando il metodo semplificato di Youd-Idriss (1997), considerando un'accelerazione massima come quella indicata per il sito in oggetto, si osserva come il rischio di liquefazione sia "molto basso" con  $FL > 1.32$  (Si veda Tavola allegata "Parametri Geotecnici" – parametri  $FL1$  ed  $FL2$ ).

## 8. CONCLUSIONI

In base all'analisi dei risultati ottenuti dalle indagini geotecniche e geofisiche eseguite si traggono le seguenti conclusioni:

- A. Si ipotizza una situazione stratigrafica omogenea in senso orizzontale all'unica prova eseguita.
- B. In par. 3.3 si riporta l'interpretazione stratigrafica con i relative parametri geotecnici medi derivata dall'analisi dei dati penetrometrici.
- C. La falda freatica è stata individuata è stata individuata a -3.55 m da p.c.. Il valore rilevato è soggetto ad oscillazioni meteo climatiche e pertanto potrebbe subire delle variazioni nel tempo anche sulla base del regime idraulico del fiume Brenta.
- D. La categoria di suolo di fondazione secondo l'approccio semplificato di normativa (D.M. 17/01/2018) è "C", mentre la categoria topografica risulta "T1".
- E. La frequenza caratteristica di risonanza di sito, generata dalla discontinuità sismica a più elevato rapporto spettrale ( $H/V \approx 2.2$ ), è di circa 0.88 Hz.

Frequenza fondamentale di risonanza
0.88± 0,03 Hz

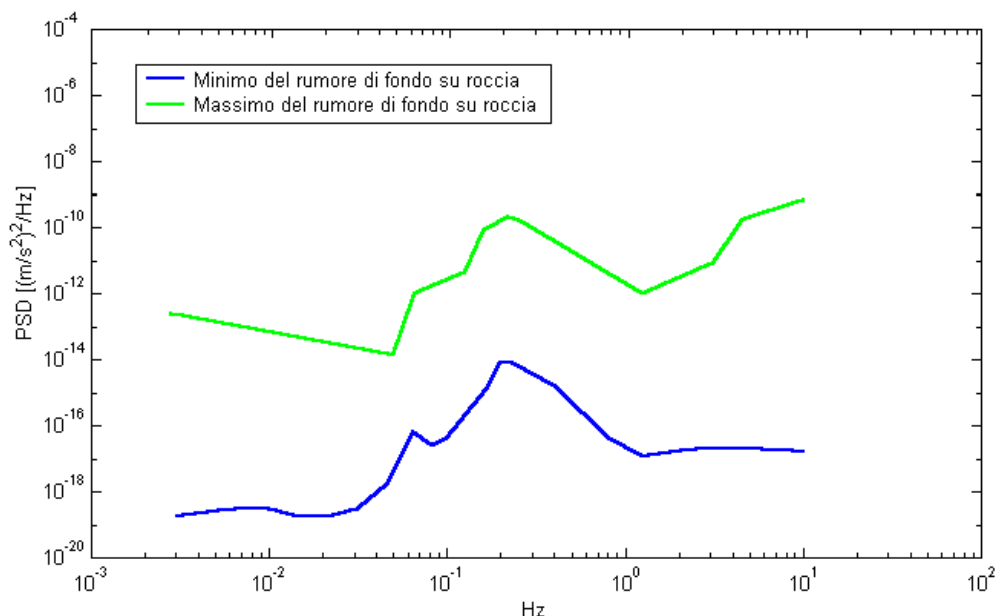
Dott. Geol. Devi Fincato  
Albo dei Geologi della Regione Veneto N. 549.



# APPENDICE

## Oggetto della misura: il microtremore sismico ambientale

Il rumore sismico ambientale, presente ovunque sulla superficie terrestre, è generato, oltre che dall'attività dinamica terrestre, dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica. Si chiama anche microtremore poiché riguarda oscillazioni molto più piccole di quelle indotte dai terremoti nel campo vicino. I metodi che si basano sulla sua acquisizione si dicono passivi in quanto il rumore non è generato *ad hoc*, come ad esempio le esplosioni della sismica attiva. Nelle zone in cui non è presente alcuna sorgente di rumore locale e in assenza di vento, lo spettro in frequenza del rumore di fondo in un terreno roccioso e pianeggiante presenta l'andamento illustrato in Figura A. A tale andamento generale, che è sempre presente, si sovrappongono le sorgenti locali, antropiche (traffico, industrie o anche il semplice passeggiare di una persona) e naturali che però si attenuano fortemente a frequenze superiori a 20 Hz, a causa dell'assorbimento anelastico originato dall'attrito interno delle rocce.



**Figura A.** Modelli standard del rumore sismico massimo (in verde) e minimo (in blu) per la Terra secondo il servizio geologico statunitense (USGS). Gli spettri di potenza sono espressi in termini di accelerazione e sono relativi alla componente verticale del moto.

## La tecnica impiegata: Cenni storici.

Dai primi studi di Kanai (1957) in poi, diversi metodi sono stati proposti per estrarre l'informazione relativa al sottosuolo a partire dagli spettri del rumore sismico registrati in un sito. Tra questi, la tecnica che si è maggiormente consolidata nell'uso è la tecnica dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale (Horizontal to Vertical Spectral Ratio, HVSr o H/V), applicata da Nogoshi e Igarashi (1970). Il metodo fu in seguito reso popolare principalmente da Nakamura (1989) come strumento per la determinazione dell'amplificazione sismica locale. Mentre su questo punto non è ancora stato raggiunto consenso, è invece ampiamente riconosciuto che la curva H/V è in grado di fornire stime affidabili delle frequenze principali di risonanza dei sottosuoli e, tramite opportuna inversione, delle profondità dei substrati rocciosi sotto le coperture sedimentarie.

Studi recenti hanno dimostrato che ulteriori picchi a frequenza maggiori di quelle del bedrock sono riconducibili a contrasti di impedenza interni alla copertura sedimentaria e picchi a frequenze minori di

quella del bedrock sono invece riconducibili a contrasti di impedenza interni al bedrock stesso. Riconosciuta questa capacità e dato che, se è disponibile una stima delle velocità delle onde elastiche, le frequenze di risonanza possono essere convertite in stratigrafia, ne risulta che il metodo H/V può essere usato come strumento stratigrafico.

Le basi teoriche dell'H/V sono relativamente semplici in un sistema bistrato del tipo sedimenti + bedrock in cui i parametri variano solo con la profondità (1-D). In questi casi la profondità  $h$  della discontinuità sismica viene ricavata tramite la formula semplice della risonanza  $h = V / (4 f_r)$  o, al più, tramite la formula [1] in cui  $V_0$  è la velocità al tetto dello strato,  $x$  un fattore che dipende dalle caratteristiche del sedimento (granulometria, coesione ecc.) e  $f_r$  la frequenza fondamentale di risonanza (cf. ad esempio Ibs-Von Seht e Wohlenberg, 1999).

$$h = \left[ \frac{V_0(1-x)}{4f_r} + 1 \right]^{\frac{1}{1-x}} - 1 \quad [1]$$

Nei sistemi multistrato, teoricamente l'effetto di risonanza è sommabile, ma non in modo lineare e senza una corrispondenza 1:1. Ciò significa che la curva H/V relativa ad un sistema a più strati contiene l'informazione relativa alle frequenze di risonanza (e quindi allo spessore) di ciascuno di essi, ma non è interpretabile semplicemente applicando l'equazione [1]. L'inversione richiede l'analisi delle singole componenti e del rapporto H/V, che fornisce un'importante normalizzazione del segnale per a) il contenuto in frequenza, b) la risposta strumentale e c) l'ampiezza del segnale quando le registrazioni vengono effettuate in momenti con rumore di fondo più o meno alto.

L'inversione delle misure di tremore a fini stratigrafici, nei casi reali, sfrutta la tecnica del confronto degli spettri singoli e dei rapporti H/V misurati con quelli 'sintetici', cioè con quelli calcolati relativamente ad un modello. L'interpretazione è tanto più soddisfacente, e il modello tanto più vicino alla realtà, quanto più i dati misurati e quelli sintetici sono vicini. I modelli sintetici di inversione impiegati in questo lavoro partono dalla modellizzazione del campo d'onde superficiali (onde di Rayleigh e Love) in sistemi multistrato (Aki, 1964; Ben-Menahem e Singh, 1981). L'inversione delle curve H/V per ottenere un profilo di Vs è possibile a patto di disporre di un punto di taratura (es. penetrometria o sondaggio) che fornisca la profondità di un riflettore - anche molto superficiale - riconoscibile nella curva H/V oppure a patto di conoscere la Vs del primo strato a partire da tecniche indipendenti (Castellaro e Mulargia, 2007).

#### Bibliografia dell'Appendice

- Aki K., 1964. A note on the use of microseisms in determining the shallow structures of the earth's crust, *Geophysics*, **29**, 665-666.
- Ben-Menahem A., Singh S.J., 1981. *Seismic Waves and Sources*, Springer-Verlag, New York.
- Castellaro S., Mulargia F. e Bianconi L., 2005. Stratigrafia sismica passiva: una nuova tecnica accurata, rapida ed economica, *J. Geotech. Environm. Geol.*, **3**, 51-77.
- Castellaro S. e Mulargia F., 2007. Vs30 estimates using constrained H/V measurements, *Bull. Seism. Soc. Am.*, **99**, 761-773.
- Castellaro S. e Mulargia F., 2008. The effect of velocity inversions on H/V, *Pure Appl. Geophys.*, **166**, 567-592.
- Ibs-von Seht M. e Wohlenberg J., 1999. Microtremor measurements used to map thickness of soft sediments, *Bull. Seismol. Soc. America*, **89**, 250-259.
- Kanai K., 1957. The requisite conditions for predominant vibration of round, *Bull. Earthquake Res. Inst. Tokyo Univ.*, **31**, 457.
- Nakamura Y., 1989. A method for dynamic characteristics estimates of subsurface using microtremor on the round surface, *QR of RTRI*, **30**, 25-33.

# **TAVOLE**



UBICAZIONE INDAGINE GEOTECNICA E GEOFISICA

COMUNE DI PADOVA  
SPOGLIATOI ALTICHIERO – VIA QUERINI (PD)



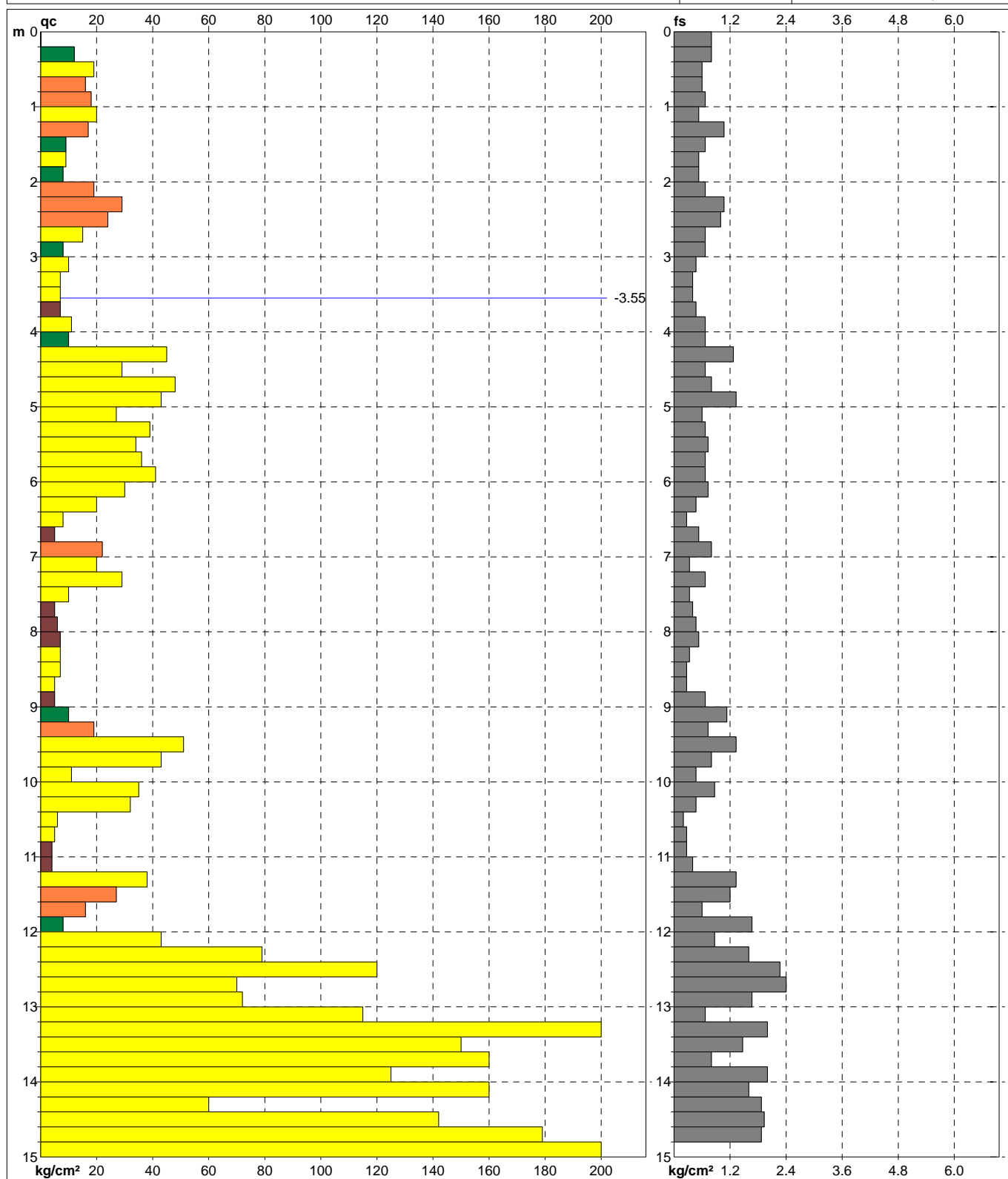
CPT - PROVA PENETROMETRICA STATICA  
HVSr – MICROTREMORE SISMICO A STAZIONE SINGOLA

**TAV. 1**



<b>PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA</b> <b>DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA</b>	<b>CPT</b>	<b>1</b>
	Riferimento	<b>23-2018</b>

Committente	<b>COMUNE DI PADOVA (PD)</b>	U.M.: <b>kg/cm<sup>2</sup></b>	Data esec.	27/03/2018
Cantiere	<b>RISTRUTTURAZIONE SPOGLIATOI ALTICHIERO</b>	Scala: 1:75		
Località	<b>PADOVA (PD) - VIA QUERINI</b>	Pagina 1	Quota inizio: Piano Campagna	
		Elaborato	Falda -3.55 m da p.c.	



Penetrometro: TG63-200Stat	preforo m
Responsabile:	Corr.astine: kg/ml
Assistente:	Cod. tip:



PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA PARAMETRI GEOTECNICI						CPT	1
						Riferimento	23-2018

Committente	COMUNE DI PADOVA (PD)	U.M.:	kg/cm²	Data esec.	27/03/2018
Cantiere	RISTRUTTURAZIONE SPOGLIATOI ALTICHIERO	Pagina	1		
Località	PADOVA (PD) - VIA QUERINI	Elaborato		Falda	-3.55 m da p.c.

							NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE											
H	qc	qc/fs	zone	γ'	σ'vo	Vs	Cu	OCR	Eu50	Eu25	Mo	Dr	Sc	Ca	Ko	DB	DM	Me	E'50	E'25	Mo	FL1	FL2
m	U.M.			t/m³	U.M.	m/s	U.M.	%	U.M.	U.M.	U.M.	%	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	U.M.	U.M.	U.M.		
0.20	--	--	2	1.85	0.04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.40	12.00	15.00	2	1.85	0.07	141	0.57	80.8	97.1	145.7	44.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.60	19.00	31.67	4	1.85	0.11	168	0.78	71.3	131.8	197.8	58.1	69	39	35	33	30	39	27	31.7	47.5	57.0	--	--
0.80	16.00	26.67	2	1.85	0.15	157	0.70	43.5	118.3	177.4	51.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.00	18.00	26.87	2	1.85	0.19	164	0.75	36.1	127.5	191.3	56.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.20	20.00	37.74	4	1.85	0.22	171	0.80	31.2	136.0	204.0	60.0	53	38	32	29	27	36	27	33.3	50.0	60.0	--	--
1.40	17.00	15.89	2	1.85	0.26	161	0.72	22.7	123.0	184.5	54.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.60	9.00	13.43	2	1.85	0.30	127	0.45	10.6	76.5	114.8	37.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.80	9.00	16.98	2	1.85	0.33	127	0.45	9.1	79.1	118.7	37.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2.00	8.00	15.09	2	1.85	0.37	121	0.40	6.9	93.2	139.8	35.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2.20	19.00	28.36	2	1.85	0.41	168	0.78	14.1	131.8	197.8	58.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2.40	29.00	27.10	4	1.85	0.44	197	0.98	17.0	167.1	250.7	87.0	49	37	31	28	26	35	29	48.3	72.5	87.0	--	--
2.60	24.00	24.00	4	1.85	0.48	183	0.89	13.5	151.1	226.7	72.0	41	36	29	26	25	33	28	40.0	60.0	72.0	--	--
2.80	15.00	22.39	2	1.85	0.52	154	0.67	8.6	122.8	184.2	49.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3.00	8.00	11.94	2	1.85	0.56	121	0.40	4.2	155.0	232.5	35.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3.20	10.00	21.28	2	1.85	0.59	132	0.50	5.1	163.0	244.4	40.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3.40	7.00	17.50	2	1.85	0.63	115	0.35	3.0	172.2	258.3	32.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3.60	7.00	17.50	2	1.84	0.65	115	0.35	2.9	174.9	262.3	32.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3.80	7.00	14.89	1	0.46	0.66	115	0.35	2.9	36.1	54.2	10.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4.00	11.00	16.42	2	0.91	0.67	137	0.54	4.7	187.1	280.6	42.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4.20	10.00	14.93	2	0.90	0.69	132	0.50	4.2	193.0	289.6	40.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4.40	45.00	35.43	3	0.91	0.71	232	--	--	--	--	--	53	38	30	27	26	34	31	75.0	112.5	135.0	>2.00	>2.00
4.60	29.00	43.28	3	0.87	0.73	197	--	--	--	--	--	37	36	28	25	23	32	29	48.3	72.5	87.0	>2.00	>2.00
4.80	48.00	60.00	3	0.91	0.75	238	--	--	--	--	--	54	38	30	27	26	35	31	80.0	120.0	144.0	>2.00	>2.00
5.00	43.00	32.33	3	0.91	0.76	228	--	--	--	--	--	50	37	30	27	25	34	30	71.7	107.5	129.0	>2.00	>2.00
5.20	27.00	45.00	3	0.87	0.78	192	--	--	--	--	--	33	35	27	24	23	31	28	45.0	67.5	81.0	>2.00	>2.00
5.40	39.00	58.21	3	0.90	0.80	220	--	--	--	--	--	45	37	29	26	24	33	30	65.0	97.5	117.0	>2.00	>2.00
5.60	34.00	46.58	3	0.89	0.82	209	--	--	--	--	--	40	36	28	25	24	32	29	56.7	85.0	102.0	>2.00	>2.00
5.80	36.00	53.73	3	0.89	0.83	214	--	--	--	--	--	41	36	28	25	24	32	30	60.0	90.0	108.0	>2.00	>2.00
6.00	41.00	61.19	3	0.90	0.85	224	--	--	--	--	--	45	37	29	26	24	33	30	68.3	102.5	123.0	>2.00	>2.00
6.20	30.00	41.10	3	0.88	0.87	199	--	--	--	--	--	34	35	27	24	23	31	29	50.0	75.0	90.0	>2.00	>2.00
6.40	20.00	42.55	4	0.93	0.89	171	0.80	5.5	240.6	360.8	60.0	20	34	25	22	21	29	27	33.3	50.0	60.0	1.86	>2.00
6.60	8.00	29.63	2	0.86	0.91	121	0.40	2.3	218.1	327.1	35.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6.80	5.00	9.43	1	0.46	0.91	101	0.25	1.2	32.1	48.2	7.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7.00	22.00	27.50	4	0.93	0.93	177	0.85	5.6	252.3	378.4	66.0	22	34	25	22	21	29	28	36.7	55.0	66.0	1.84	>2.00
7.20	20.00	60.61	4	0.93	0.95	171	0.80	5.1	262.2	393.3	60.0	18	33	25	22	20	28	27	33.3	50.0	60.0	1.77	>2.00
7.40	29.00	43.28	3	0.87	0.97	197	--	--	--	--	--	30	35	27	23	22	30	29	48.3	72.5	87.0	1.95	>2.00
7.60	10.00	30.30	4	0.86	0.99	132	0.50	2.7	258.6	387.9	40.0	--	31	21	18	17	25	26	16.7	25.0	30.0	1.51	>2.00
7.80	5.00	12.50	1	0.46	1.00	101	0.25	1.1	32.3	48.5	7.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8.00	6.00	12.77	1	0.46	1.00	109	0.30	1.4	38.2	57.3	9.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8.20	7.00	13.21	1	0.46	1.01	115	0.35	1.7	43.6	65.4	10.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8.40	7.00	21.21	2	0.84	1.03	115	0.35	1.6	202.3	303.5	32.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8.60	7.00	25.93	2	0.84	1.05	115	0.35	1.6	202.8	304.2	32.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8.80	5.00	18.52	2	0.80	1.06	101	0.25	1.0	149.8	224.7	25.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9.00	5.00	7.46	1	0.46	1.07	101	0.25	1.0	32.5	48.7	7.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9.20	10.00	8.85	2	0.90	1.09	132	0.50	2.4	269.3	403.9	40.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9.40	19.00	26.03	2	0.99	1.11	168	0.78	4.0	309.8	464.7	58.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9.60	51.00	38.35	3	0.92	1.13	243	--	--	--	--	--	46	37	29	26	24	33	31	85.0	127.5	153.0	>2.00	>2.00
9.80	43.00	53.75	3	0.91	1.15	228	--	--	--	--	--	40	36	28	25	23	31	30	71.7	107.5	129.0	>2.00	>2.00
10.00	11.00	23.40	2	0.91	1.17	137	0.54	2.4	288.5	432.8	42.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10.20	35.00	40.23	3	0.89	1.18	211	--	--	--	--	--	32	35	27	23	22	30	29	58.3	87.5	105.0	1.86	>2.00
10.40	32.00	68.09	3	0.88	1.20	204	--	--	--	--	--	28	35	26	23	22	30	29	53.3	80.0	96.0	1.80	>2.00
10.60	6.00	30.00	4	0.82	1.22	109	0.30	1.1	179.2	268.9	28.8	--	31	18	14	13	25	26	10.0	15.0	18.0	1.32	>2.00
10.80	5.00	18.52	2	0.80	1.23	101	0.25	0.9	150.0	225.0	25.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11.00	4.00	14.81	1	0.46	1.24	93	0.20	0.6	26.0	39.0	6.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11.20	4.00	10.00	1	0.46	1.25	93	0.20	0.6	26.0	39.0	6.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11.40	38.00	28.57	4	0.99	1.27	218	1.27	6.3	332.1	498.1	114.0	33	35	27	23	22	30	30	63.3	95.0	114.0	1.89	>2.00
11.60	27.00	22.50	4	0.95	1.29	192	0.95	4.3	360.4	540.5	81.0	21	34	25	22	20	28	28	45.0	67.5	81.0	1.69	>2.00
11.80	16.00	26.67	2	0.96	1.31	157	0.70	2.8	351.5	527.2	51.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12.00	8.00	4.79	2	0.86	1.33	121	0.																

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIAGRAMMI LITOLOGIA

**CPT**

Riferimento

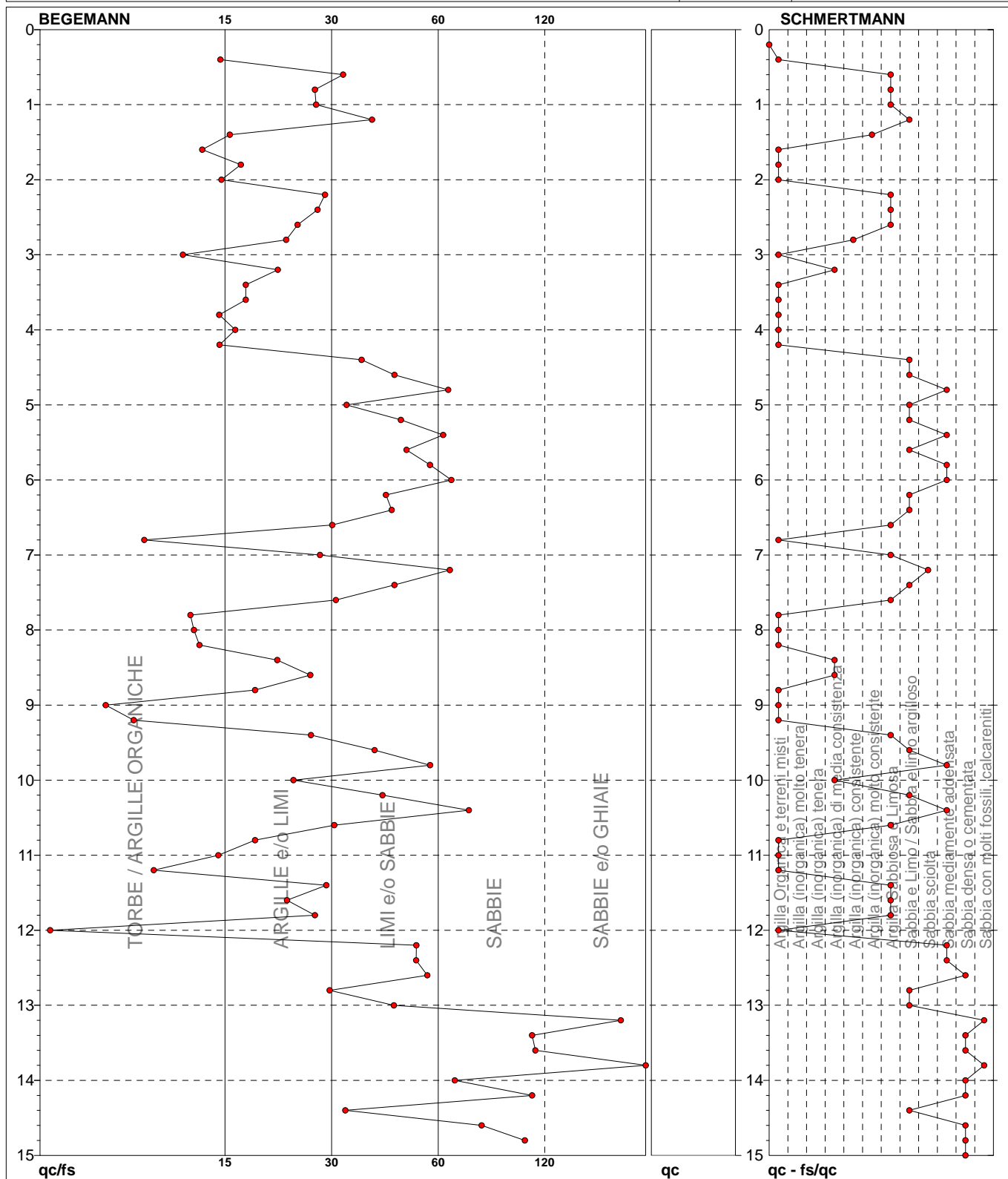
**1**

**23-2018**

Committente **COMUNE DI PADOVA (PD)**  
Cantiere **RISTRUTTURAZIONE SPOGLIATOI ALTICHIERO**  
Località **PADOVA (PD) - VIA QUERINI**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**  
Scala: **1:75**  
Pagina **1**  
Elaborato

Data esec. **27/03/2018**  
Falda **-3.55 m da p.c.**



TORBE / ARGILLE ORGANICHE	15 punti,	20.00%
ARGILLE e/o LIMI	26 punti,	34.67%
LIMI e/o SABBIE	22 punti,	29.33%
SABBIE	9 punti,	12.00%
SABBIE e/o GHIAIE	2 punti,	2.67%

Argilla Organica e terreni misti	21 punti,	28.00%
Argilla (inorganica) di media consistenza	4 punti,	5.33%
Argilla (inorganica) consistente	1 punti,	1.33%
Argilla (inorganica) molto consistente	1 punti,	1.33%

Argilla Sabbiosa e Limosa	14 punti,	18.67%
Sabbia e Limo / Sabbia e limo argilloso	14 punti,	18.67%
Sabbia sciolta	1 punti,	1.33%
Sabbia mediamente addensata	8 punti,	10.67%
Sabbia densa o cementata	7 punti,	9.33%
Sabbia con molti fossili, calcareniti	2 punti,	2.67%

Argilla Organica e terreni misti	14 punti,	18.67%
Argilla (inorganica) molto tenera	14 punti,	18.67%
Argilla (inorganica) tenera	1 punti,	1.33%
Argilla (inorganica) di media consistenza	8 punti,	10.67%
Argilla (inorganica) consistente	7 punti,	9.33%
Argilla (inorganica) molto consistente	2 punti,	2.67%
Argilla Sabbiosa e Limosa	14 punti,	18.67%
Sabbia e Limo / Sabbia e limo argilloso	14 punti,	18.67%
Sabbia sciolta	1 punti,	1.33%
Sabbia mediamente addensata	8 punti,	10.67%
Sabbia densa o cementata	7 punti,	9.33%
Sabbia con molti fossili, calcareniti	2 punti,	2.67%

FON106

<b>PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA</b> <b>LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI</b>	<b>CPT</b>	<b>1</b>
	Riferimento	<b>23-2018</b>

Committente	<b>COMUNE DI PADOVA (PD)</b>	U.M.:	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>	Data esec.	27/03/2018
Cantiere	<b>RISTRUTTURAZIONE SPOGLIATOI ALTICHIERO</b>	Pagina	1		
Località	<b>PADOVA (PD) - VIA QUERINI</b>	Elaborato		Falda	-3.55 m da p.c.

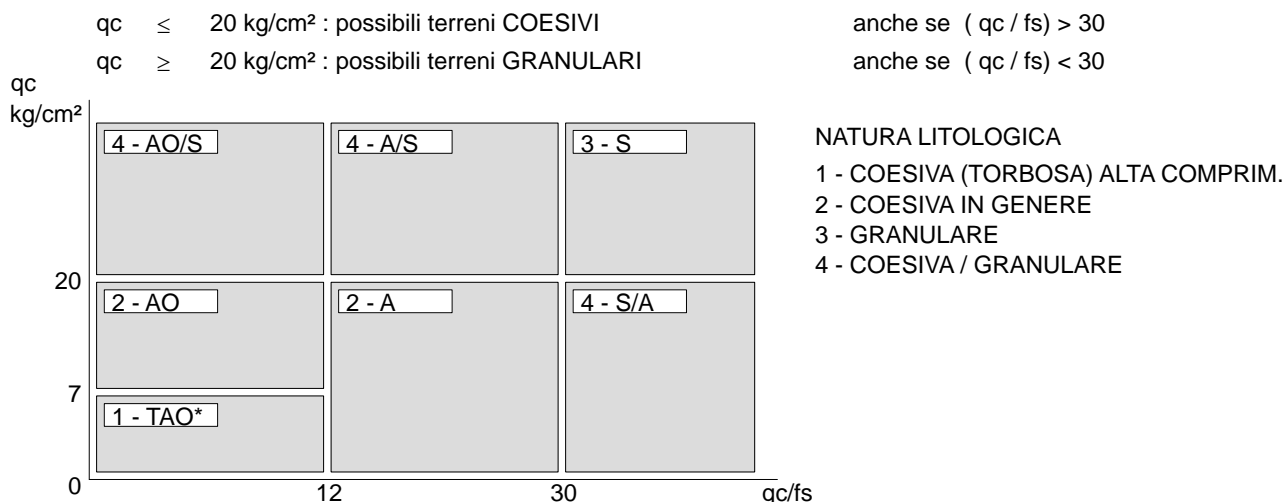
H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm <sup>2</sup>	fs kg/cm <sup>2</sup>	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm <sup>2</sup>	fs kg/cm <sup>2</sup>	F -	Rf %
0.20	0.0	0.0		0.00	0.80	0									
0.40	12.0	24.0		12.00	0.80	15	6.7								
0.60	19.0	31.0		19.00	0.60	32	3.2								
0.80	16.0	25.0		16.00	0.60	27	3.8								
<b>1.00</b>	<b>18.0</b>	<b>27.0</b>		<b>18.00</b>	<b>0.67</b>	<b>27</b>	<b>3.7</b>								
1.20	20.0	30.0		20.00	0.53	38	2.7								
1.40	17.0	25.0		17.00	1.07	16	6.3								
1.60	9.0	25.0		9.00	0.67	13	7.4								
1.80	9.0	19.0		9.00	0.53	17	5.9								
<b>2.00</b>	<b>8.0</b>	<b>16.0</b>		<b>8.00</b>	<b>0.53</b>	<b>15</b>	<b>6.6</b>								
2.20	19.0	27.0		19.00	0.67	28	3.5								
2.40	29.0	39.0		29.00	1.07	27	3.7								
2.60	24.0	40.0		24.00	1.00	24	4.2								
2.80	15.0	30.0		15.00	0.67	22	4.5								
<b>3.00</b>	<b>8.0</b>	<b>18.0</b>		<b>8.00</b>	<b>0.67</b>	<b>12</b>	<b>8.4</b>								
3.20	10.0	20.0		10.00	0.47	21	4.7								
3.40	7.0	14.0		7.00	0.40	18	5.7								
3.60	7.0	13.0		7.00	0.40	18	5.7								
3.80	7.0	13.0		7.00	0.47	15	6.7								
<b>4.00</b>	<b>11.0</b>	<b>18.0</b>		<b>11.00</b>	<b>0.67</b>	<b>16</b>	<b>6.1</b>								
4.20	10.0	20.0		10.00	0.67	15	6.7								
4.40	45.0	55.0		45.00	1.27	35	2.8								
4.60	29.0	48.0		29.00	0.67	43	2.3								
4.80	48.0	58.0		48.00	0.80	60	1.7								
<b>5.00</b>	<b>43.0</b>	<b>55.0</b>		<b>43.00</b>	<b>1.33</b>	<b>32</b>	<b>3.1</b>								
5.20	27.0	47.0		27.00	0.60	45	2.2								
5.40	39.0	48.0		39.00	0.67	58	1.7								
5.60	34.0	44.0		34.00	0.73	47	2.1								
5.80	36.0	47.0		36.00	0.67	54	1.9								
<b>6.00</b>	<b>41.0</b>	<b>51.0</b>		<b>41.00</b>	<b>0.67</b>	<b>61</b>	<b>1.6</b>								
6.20	30.0	40.0		30.00	0.73	41	2.4								
6.40	20.0	31.0		20.00	0.47	43	2.4								
6.60	8.0	15.0		8.00	0.27	30	3.4								
6.80	5.0	9.0		5.00	0.53	9	10.6								
<b>7.00</b>	<b>22.0</b>	<b>30.0</b>		<b>22.00</b>	<b>0.80</b>	<b>28</b>	<b>3.6</b>								
7.20	20.0	32.0		20.00	0.33	61	1.7								
7.40	29.0	34.0		29.00	0.67	43	2.3								
7.60	10.0	20.0		10.00	0.33	30	3.3								
7.80	5.0	10.0		5.00	0.40	13	8.0								
<b>8.00</b>	<b>6.0</b>	<b>12.0</b>		<b>6.00</b>	<b>0.47</b>	<b>13</b>	<b>7.8</b>								
8.20	7.0	14.0		7.00	0.53	13	7.6								
8.40	7.0	15.0		7.00	0.33	21	4.7								
8.60	7.0	12.0		7.00	0.27	26	3.9								
8.80	5.0	9.0		5.00	0.27	19	5.4								
<b>9.00</b>	<b>5.0</b>	<b>9.0</b>		<b>5.00</b>	<b>0.67</b>	<b>7</b>	<b>13.4</b>								
9.20	10.0	20.0		10.00	1.13	9	11.3								
9.40	19.0	36.0		19.00	0.73	26	3.8								
9.60	51.0	62.0		51.00	1.33	38	2.6								
9.80	43.0	63.0		43.00	0.80	54	1.9								
<b>10.00</b>	<b>11.0</b>	<b>23.0</b>		<b>11.00</b>	<b>0.47</b>	<b>23</b>	<b>4.3</b>								
10.20	35.0	42.0		35.00	0.87	40	2.5								
10.40	32.0	45.0		32.00	0.47	68	1.5								
10.60	6.0	13.0		6.00	0.20	30	3.3								
10.80	5.0	8.0		5.00	0.27	19	5.4								
<b>11.00</b>	<b>4.0</b>	<b>8.0</b>		<b>4.00</b>	<b>0.27</b>	<b>15</b>	<b>6.8</b>								
11.20	4.0	8.0		4.00	0.40	10	10.0								
11.40	38.0	44.0		38.00	1.33	29	3.5								
11.60	27.0	47.0		27.00	1.20	23	4.4								
11.80	16.0	34.0		16.00	0.60	27	3.8								
<b>12.00</b>	<b>8.0</b>	<b>17.0</b>		<b>8.00</b>	<b>1.67</b>	<b>5</b>	<b>20.9</b>								
12.20	43.0	68.0		43.00	0.87	49	2.0								
12.40	79.0	92.0		79.00	1.60	49	2.0								
12.60	120.0	144.0		120.00	2.27	53	1.9								
12.80	70.0	104.0		70.00	2.40	29	3.4								
<b>13.00</b>	<b>72.0</b>	<b>108.0</b>		<b>72.00</b>	<b>1.67</b>	<b>43</b>	<b>2.3</b>								
13.20	115.0	140.0		115.00	0.67	172	0.6								
13.40	200.0	210.0		200.00	2.00	100	1.0								
13.60	150.0	180.0		150.00	1.47	102	1.0								
13.80	160.0	182.0		160.00	0.80	200	0.5								
<b>14.00</b>	<b>125.0</b>	<b>137.0</b>		<b>125.00</b>	<b>2.00</b>	<b>63</b>	<b>1.6</b>								
14.20	160.0	190.0		160.00	1.60	100	1.0								
14.40	60.0	84.0		60.00	1.87	32	3.1								
14.60	142.0	170.0		142.00	1.93	74	1.4								
14.80	179.0	208.0		179.00	1.87	96	1.0								
<b>15.00</b>	<b>200.0</b>	<b>228.0</b>		<b>200.00</b>											

H = profondità  
 L1 = prima lettura (punta)  
 L2 = seconda lettura (punta + laterale)  
 Lt = terza lettura (totale)  
 CT = 10.00 costante di trasformazione

qc = resistenza punta  
 fs = resistenza laterale  
 0.20 m sopra quota qc  
 F = rapporto Begemann (qc / fs)  
 Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)\*100

## LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI SPECIFICHE TECNICHE

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al rapporto  $q_c / f_s$  (Begemann 1965 - A.G.I. 1977) prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :



PARAMETRI GEOTECNICI ( validità orientativa ) - simboli - correlazioni - bibliografia

- $\gamma'$  = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [ correlazioni :  $\gamma'$  -  $q_c$  - natura ]  
( Terzaghi & Peck 1967 - Bowles 1982 )
- $\sigma'_{vo}$  = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno ( valutata in base ai valori di  $\gamma'$  )
- $C_u$  = coesione non drenata (terreni coesivi ) [ correlazioni :  $C_u$  -  $q_c$  ]
- OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi ) [ correlazioni : OCR -  $C_u$  -  $\sigma'_{vo}$  ]  
( Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983 )
- Eu = modulo di deformazione non drenato (terreni coesivi) [ correl. : Eu -  $C_u$  - OCR -  $I_p$   $I_p$ = ind.plast.]  
Eu50 - Eu25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (Duncan & Buchigani 1976 )
- E' = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [ correlazioni : E' -  $q_c$  ]  
E'50 - E'25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (coeff. di sicurezza F = 2 - 4 rispettivamente )  
Schmertmann 1970 / 1978 - Jamiolkowski ed altri 1983 )
- Mo = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [ correl. : Mo -  $q_c$  - natura]  
Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973 )
- Dr = densità relativa (terreni granulari N. C. - normalmente consolidati)  
[ correlazioni : Dr -  $R_p$  -  $\sigma'_{vo}$  (Schmertmann 1976 )]
- $\phi'$  = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C. ) [ correl. :  $\phi'$  - Dr -  $q_c$   $\sigma'_{vo}$  )  
 $\phi'_{Ca}$  - Caquot (1948)  $\phi'_{Ko}$  - Koppejan (1948)  
 $\phi'_{DB}$  - De Beer (1965)  $\phi'_{Sc}$  - Schmertmann (1978)  
 $\phi'_{DM}$  - Durgunoglu & Mitchell (1975) (sabbie N.C.)  $\phi'_{Me}$  - Meyerhof (1956 / 1976) (sabbie limose)
- F.L. = fattore di liquefazione (F.L.1 = Sabbie Pulite, F.L.2 = Sabbie Limose)
- Vs = velocità di propagazione delle onde sismiche ( Iyisan 1996 )