

201604439/62



All. 11

CITTA' DI TORINO

Direzione Servizi Tecnici per l'Edilizia Pubblica
Servizio Infrastrutture per il Commercio e lo Sport

Corso Ferrucci 122 - 10141 - Torino
Tel. 011 01125959 - Fax 011 01125852

MANUT. STR. e MESSA A NORMA IMPIANTO DI BASE PARCO RUFFINI
(CODICE OPERA 4297)



PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE

PROGETTISTI:

Arch. Luca Debernardi
Arch. Erica Ribetti

PROGETTISTA DELLE STRUTTURE:

Ing. Gennaro Savarese

COLLABORATORI:

Geom. Guglielmo Lomonte

ID FILE

SCALA

DATA agosto 2016

AGG.

DOC_9.00

IL DIRIGENTE DEL SETTORE
INFRASTRUTTURE PER IL COMMERCIO
RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. Eugenio Barbirato

| | |
|--|----|
| RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE | 3 |
| Premessa | 3 |
| Descrizione generale dell'opera | 3 |
| Descrizione generale dell'opera | 3 |
| Principali caratteristiche della struttura..... | 3 |
| Parametri della struttura | 4 |
| Quadro normativo di riferimento adottato..... | 4 |
| Progetto-verifica degli elementi..... | 4 |
| Azione sismica | 4 |
| Azioni di progetto sulla costruzione | 4 |
| Modello numerico | 5 |
| Tipo di analisi strutturale..... | 6 |
| Informazioni sul codice di calcolo..... | 6 |
| Modellazione della geometria e proprietà meccaniche:..... | 7 |
| Tipo di vincoli:..... | 8 |
| Modellazione delle azioni | 8 |
| Combinazioni e/o percorsi di carico | 8 |
| 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..... | 10 |
| CARATTERISTICHE MATERIALI UTILIZZATI | 12 |
| LEGENDA TABELLA DATI MATERIALI | 12 |
| MODELLAZIONE DELLE SEZIONI..... | 19 |
| LEGENDA TABELLA DATI SEZIONI | 19 |
| MODELLAZIONE STRUTTURA: NODI..... | 20 |
| LEGENDA TABELLA DATI NODI | 20 |
| TABELLA DATI NODI | 21 |
| MODELLAZIONE STRUTTURA: ELEMENTI TRAVE..... | 22 |
| TABELLA DATI TRAVI..... | 22 |
| MODELLAZIONE DELLE AZIONI | 25 |
| LEGENDA TABELLA DATI AZIONI..... | 25 |
| SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO | 29 |

| | |
|---|----|
| LEGENDA TABELLA CASI DI CARICO | 29 |
| DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI | 32 |
| LEGENDA TABELLA COMBINAZIONI DI CARICO | 32 |
| RISULTATI NODALI | 34 |
| LEGENDA RISULTATI NODALI | 34 |
| RISULTATI OPERE DI FONDAZIONE | 37 |
| LEGENDA RISULTATI OPERE DI FONDAZIONE | 37 |
| RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE | 40 |
| LEGENDA RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE | 40 |
| VERIFICHE PER ELEMENTI IN ACCIAIO | 47 |
| LEGENDA TABELLA VERIFICHE PER ELEMENTI IN ACCIAIO | 47 |
| VERIFICHE ELEMENTI TRAVE C.A. | 50 |
| LEGENDA TABELLA VERIFICHE ELEMENTI TRAVE C.A. | 50 |
| Progettazione delle fondazioni | 50 |
| STATI LIMITE D' ESERCIZIO | 54 |
| LEGENDA TABELLA STATI LIMITE D' ESERCIZIO | 54 |

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.

Il progetto delle opere strutturali prevede il calcolo del cordolo di fondazione in c.a. lungo il perimetro dei campi di calcetto ed il dimensionamento dei pali in acciaio a sostegno della recinzione.

Descrizione generale dell'opera

| Descrizione generale dell'opera | |
|---------------------------------|--|
| Fabbricato ad uso | Impianto sportivo – campi di calcetto |
| Ubicazione | Comune di TORINO (TO) (Regione PIEMONTE) |
| | Località TORINO (TO) –Parco Ruffini |
| | Longitudine 7.674, Latitudine 45.070 |
| Numero di piani | Fuori terra |
| | Interrati |
| | le dimensioni dell'opera in pianta sono racchiuse in un rettangolo di 90x40m |
| Numero vani scale | |
| Numero vani ascensore | |
| Tipo di fondazione | |

Principali caratteristiche della struttura

| | |
|-------------------------------|--|
| Struttura regolare in pianta | |
| Struttura regolare in altezza | |
| Classe di duttilità | |
| Travi: ricalate o in spessore | |
| Pilastri | |

| | |
|---|--|
| Pilastri in falso | |
| Tipo di fondazione | |
| 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] |
| IV | 100.0 | 2.0 | 200.0 |

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:

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

\mathbf{u} = vettore spostamenti nodali

\mathbf{F} = vettore forze nodali

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

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

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

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

Modello numerico

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

| Tipo di analisi strutturale | |
|---|----|
| Statica lineare | SI |
| Statica non lineare | NO |
| Sismica statica lineare | NO |
| Sismica dinamica lineare | NO |
| 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: | ENTRY (build 2016-04-174) |
| Produttore-Distributore: | 2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l., Ferrara |
| Dati utente finale: | ***** COMPLETARE ***** |
| Codice Utente: | ***** COMPLETARE ***** |
| Codice Licenza: | Licenza non individuata |

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

| Modellazione della geometria e proprietà meccaniche: | |
|---|---------|
| nodi | 14 |
| elementi D2 (per aste, travi, pilastri...) | 13 |
| elementi D3 (per pareti, platee, gusci...) | 0 |
| elementi solaio | 0 |
| elementi solidi | 0 |
| Dimensione del modello strutturale [cm]: | |
| X min = | 0.00 |
| Xmax = | 0.00 |
| Ymin = | -125.00 |
| Ymax = | 625.00 |
| Zmin = | 0.00 |
| Zmax = | 550.00 |
| 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 | NO |
| Gusci | NO |
| Membrane | NO |
| Orizzontamenti: | |
| Solai con la proprietà piano rigido | NO |

| | |
|---|----|
| 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) | NO |
| SLC | NO |
| SLD | NO |
| SLO | NO |
| SLU GEO A2 (per approccio 1) | NO |
| SLU EQU | NO |
| Combinazione caratteristica (rara) | SI |
| Combinazione frequente | SI |

| | |
|-------------------------------------|----|
| Combinazione quasi permanente (SLE) | SI |
| SLA (accidentale quale incendio) | NO |

Principali risultati

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

2.8.1. Risultati dell'analisi modale

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

2.8.2. Deformate e sollecitazioni per condizioni di carico

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

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

2.8.4. Reazioni vincolari

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

2.8.5. Altri risultati significativi

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

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

per i dati in ingresso:

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

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

- configurazioni deformate
- diagrammi e inviluppi delle azioni interne
- mappe delle tensioni
- reazioni vincolari

- mappe delle pressioni sul terreno per il progetto-verifica degli elementi
- diagrammi di armatura
- percentuali di sfruttamento
- mappe delle verifiche più significative per i vari stati limite

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

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

Verifiche agli stati limite ultimi

Nel capitolo relativo alla progettazione degli elementi strutturali agli SLU vengono indicate, con riferimento alla normativa adottata, le modalità ed i criteri seguiti per valutare la sicurezza della struttura nei confronti delle possibili situazioni di crisi ed i risultati delle valutazioni svolte. In via generale, oltre alle verifiche di resistenza e di spostamento, devono essere prese in considerazione verifiche nei confronti dei fenomeni di instabilità, locale e globale, di fatica, di duttilità, di degrado.

Verifiche agli stati limite di esercizio

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

RELAZIONE SUI MATERIALI

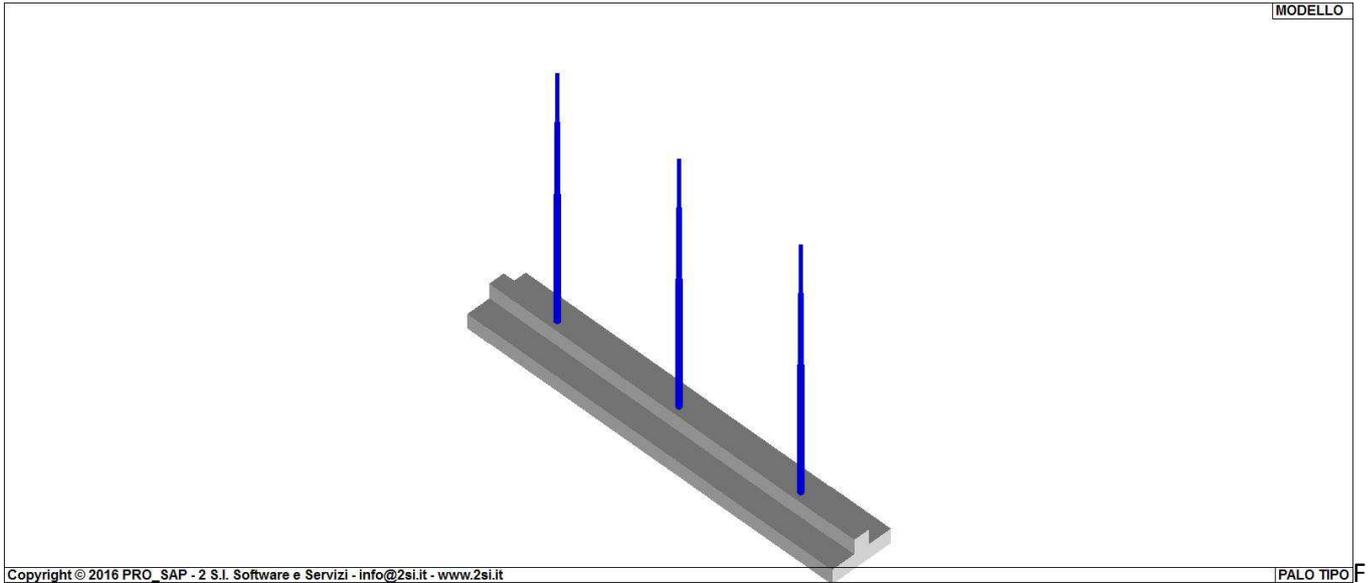
Il capitolo Materiali riportata informazioni esaustive relative all'elenco dei materiali impiegati e loro modalità di posa in opera e ai valori di calcolo.

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 - Pesi per unità di volume, pesi 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



ig. 1

CARATTERISTICHE MATERIALI UTILIZZATI

LEGENDA TABELLA DATI MATERIALI

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

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

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

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

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

| | | | |
|---|-----------------------|--|---|
| 1 | 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 | 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 E0,05 | Modulo elastico parallelo caratteristico |
| Lamellare | lamellare o massiccio |

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

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

Modellazione di strutture in c.a.

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

Modellazione di strutture in acciaio

| Test N° | Titolo |
|---------|--|
| 55 | VERIFICA DI STABILITA' DI ASTE COMPRESSE IN ACCIAIO – METODO OMEGA |
| 56 | LUCE LIBERA DI TRAVI E ASTE IN ACCIAIO |

| | |
|-----------|--|
| 57 | LUCE LIBERA DI COLONNE IN ACCIAIO |
| 58 | SVERGOLAMENTO DI TRAVI IN ACCIAIO |
| 59 | FATTORE DI STRUTTURA |
| 60 | ACCIAIO D.M.2008 |
| 61 | ACCIAIO EC3 |
| 62 | GERARCHIA RESISTENZE STRUTTURE IN ACCIAIO |
| 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 | |
| 2 | Calcestruzzo Classe C20/25 | 3.020e+05 | 0.20 | 1.258e+05 | 2.50e-03 | 1.00e-05 |
| | Rck | 250.0 | | | | |
| | fctm | 22.6 | | | | |
| 10 | acciaio Fe360 | 2.100e+06 | 0.30 | 8.077e+05 | 7.80e-03 | 1.20e-05 |
| | ft | 3600.0 | | | | |
| | fy | 2350.0 | | | | |
| | fd | 2350.0 | | | | |
| | fdt | 2100.0 | | | | |
| | sadm | 1600.0 | | | | |
| | sadmt | 1400.0 | | | | |

| Aste acc. | 1/7/.. | 2/8/.. | 3/9/.. | 4/10/.. | 5/11/.. | 6/12/.. |
|---------------------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| Generalità | | | | | | |
| Beta assegnato | 0.80 | | | | | |
| Verifica come controvento | No | | | | | |
| Usa condizioni I e II | Si | | | | | |
| Coefficiente gamma M0 | 1.05 | | | | | |
| Coefficiente gamma M1 | 1.05 | | | | | |
| Coefficiente gamma M2 | 1.25 | | | | | |

| Pilastrini acc. | 1/7/.. | 2/8/.. | 3/9/.. | 4/10/.. | 5/11/.. | 6/12/.. |
|-------------------------|-----------|--------|--------|---------|---------|---------|
| Lunghezze libere | | | | | | |
| Metodo di calcolo 2-2 | Assegnato | | | | | |

| Pilastri acc. | 1/7/.. | 2/8/.. | 3/9/.. | 4/10/.. | 5/11/.. | 6/12/.. |
|-------------------------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| 2-2 Beta assegnato | 2.00 | | | | | |
| 2-2 Beta * L assegnato [cm] | 0.0 | | | | | |
| Metodo di calcolo 3-3 | Assegnato | | | | | |
| 3-3 Beta assegnato | 2.00 | | | | | |
| 3-3 Beta * L assegnato [cm] | 0.0 | | | | | |
| 1-1 Beta assegnato | 1.00 | | | | | |
| 1-1 Beta * L assegnato [cm] | 0.0 | | | | | |
| Generalità | | | | | | |
| Coefficiente gamma M0 | 1.05 | | | | | |
| Coefficiente gamma M1 | 1.05 | | | | | |
| Coefficiente gamma M2 | 1.25 | | | | | |
| Effetti del 2 ordine | Si | | | | | |
| Momenti equivalenti | Si | | | | | |
| Usa condizioni I e II | Si | | | | | |

| Travi acc. | 1/7/.. | 2/8/.. | 3/9/.. | 4/10/.. | 5/11/.. | 6/12/.. |
|-------------------------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| Lunghezze libere | | | | | | |
| 3-3 Beta * L automatico | Si | | | | | |
| 3-3 Beta assegnato | 1.00 | | | | | |
| 3-3 Beta assegnato [cm] | 0.0 | | | | | |
| 2-2 Beta * L automatico | Si | | | | | |
| 2-2 Beta assegnato | 1.00 | | | | | |
| 2-2 Beta * L assegnato [cm] | 0.0 | | | | | |
| 1-1 Beta * L automatico | Si | | | | | |
| 1-1 Beta assegnato | 1.00 | | | | | |
| 1-1 Beta * L assegnato [cm] | 0.0 | | | | | |
| Generalità | | | | | | |
| Coefficiente gamma M0 | 1.05 | | | | | |
| Coefficiente gamma M1 | 1.05 | | | | | |
| Coefficiente gamma M2 | 1.25 | | | | | |
| Luce di taglio per GR [cm] | 1.00 | | | | | |
| Usa condizioni I e II | Si | | | | | |
| Momenti equivalenti | Si | | | | | |

| Pareti c.a. | 1/7/.. | 2/8/.. | 3/9/.. | 4/10/.. | 5/11/.. | 6/12/.. |
|--|-----------------------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| Generalità | | | | | | |
| Progetto armatura | Composto con parete sismica | | | | | |
| Armatura | | | | | | |
| Inclinazione Av [gradi] | 90.00 | | | | | |
| Angolo Av-Ao [gradi] | 90.00 | | | | | |
| Minima tesa | 0.25 | | | | | |
| Massima tesa | 4.00 | | | | | |
| Maglia unica centrale | No | | | | | |
| Unico strato verticale | No | | | | | |
| Unico strato orizzontale | No | | | | | |
| Copriferro [cm] | 2.00 | | | | | |
| Maglia V | | | | | | |
| diametro | 10 | | | | | |
| passo | 25 | | | | | |
| diametro aggiuntivi | 12 | | | | | |
| Maglia O | | | | | | |
| diametro | 8 | | | | | |
| passo | 25 | | | | | |
| diametro aggiuntivi | 8 | | | | | |
| Stati limite ultimi | | | | | | |
| Tensione fy [daN/cm ²] | 4500.00 | | | | | |
| Tipo acciaio | tipo C | | | | | |
| Coefficiente gamma s | 1.15 | | | | | |
| Coefficiente gamma c | 1.50 | | | | | |
| Fattore di confidenza FC | 0.0 | | | | | |
| Verifiche con N costante | Si | | | | | |
| Tensioni ammissibili | | | | | | |
| Tensione amm. cls [daN/cm ²] | 97.50 | | | | | |
| Tensione amm. acciaio [daN/cm ²] | 2600.00 | | | | | |
| Rapporto omogeneizzazione N | 15.00 | | | | | |

| Pareti c.a. | 1/7/.. | 2/8/.. | 3/9/.. | 4/10/.. | 5/11/.. | 6/12/.. |
|--------------------------------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| Massimo rapporto area compressa/tesa | 1.00 | | | | | |
| Parete sismica | | | | | | |
| Fattore amplificazione taglio V | 1.50 | | | | | |
| Hcrit. par. 7.4.4.5.1 [cm] | 0.0 | | | | | |
| Hcrit. par. 7.4.6.1.4 [cm] | 0.0 | | | | | |
| Usa diagramma di fig. 7.4.2 | Si | | | | | |
| Vincolo lati | nessun lato | | | | | |
| Verifica come fascia | No | | | | | |
| Diametro di estremità | 0 | | | | | |
| Zona confinata | | | | | | |
| Minima tesa | 1.00 | | | | | |
| Massima tesa | 4.00 | | | | | |
| Distanza barre [cm] | 2.00 | | | | | |
| Interferro | 2 | | | | | |
| Armatura inclinata | | | | | | |
| Area barre [cm ²] | 0.0 | | | | | |
| Angolo orizzontale [gradi] | 0.0 | | | | | |
| Distanza di base [cm] | 0.0 | | | | | |
| Resistenza al fuoco | | | | | | |
| 3- intradosso | No | | | | | |
| 3+ estradosso | No | | | | | |
| Tempo di esposizione R | 15 | | | | | |

| Gusci c.a. | 1/7/.. | 2/8/.. | 3/9/.. | 4/10/.. | 5/11/.. | 6/12/.. |
|--|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| Armatura | | | | | | |
| Inclinazione Ax [gradi] | 0.0 | | | | | |
| Angolo Ax-Ay [gradi] | 90.00 | | | | | |
| Minima tesa | 0.31 | | | | | |
| Massima tesa | 0.78 | | | | | |
| Maglia unica centrale | No | | | | | |
| Copriferro [cm] | 2.00 | | | | | |
| Maglia x | | | | | | |
| diametro | 10 | | | | | |
| passo | 20 | | | | | |
| diametro aggiuntivi | 12 | | | | | |
| Maglia y | | | | | | |
| diametro | 10 | | | | | |
| passo | 20 | | | | | |
| diametro aggiuntivi | 12 | | | | | |
| Stati limite ultimi | | | | | | |
| Tensione fy [daN/cm ²] | 4500.00 | | | | | |
| Tipo acciaio | tipo C | | | | | |
| Coefficiente gamma s | 1.15 | | | | | |
| Coefficiente gamma c | 1.50 | | | | | |
| Fattore di confidenza FC | 0.0 | | | | | |
| Verifiche con N costante | Si | | | | | |
| Applica SLU da DIN | No | | | | | |
| Tensioni ammissibili | | | | | | |
| Tensione amm. cls [daN/cm ²] | 97.50 | | | | | |
| Tensione amm. acciaio [daN/cm ²] | 2600.00 | | | | | |
| Rapporto omogeneizzazione N | 15.00 | | | | | |
| Massimo rapporto area compressa/tesa | 1.00 | | | | | |
| Resistenza al fuoco | | | | | | |
| 3- intradosso | No | | | | | |
| 3+ estradosso | No | | | | | |
| Tempo di esposizione R | 15 | | | | | |

| Travi c.a. | 1/7/.. | 2/8/.. | 3/9/.. | 4/10/.. | 5/11/.. | 6/12/.. |
|--------------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| Generalità | | | | | | |
| Progetta a filo | No | | | | | |
| Af inf: da q*L*L / | 0.0 | | | | | |
| Armatura | | | | | | |
| Minima tesa | 0.31 | | | | | |
| Minima compressa | 0.31 | | | | | |
| Massima tesa | 0.78 | | | | | |

| Travi c.a. | 1/7/.. | 2/8/.. | 3/9/.. | 4/10/.. | 5/11/.. | 6/12/.. |
|--------------------------------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| Da sezione | Si | | | | | |
| Usa armatura teorica | No | | | | | |
| Stati limite ultimi | | | | | | |
| Tensione fy [daN/cm2] | 4500.00 | | | | | |
| Tensione fy staffe [daN/cm2] | 4500.00 | | | | | |
| Tipo acciaio | tipo C | | | | | |
| Coefficiente gamma s | 1.15 | | | | | |
| Coefficiente gamma c | 1.50 | | | | | |
| Fattore di confidenza FC | 0.0 | | | | | |
| Verifiche con N costante | Si | | | | | |
| Fattore di redistribuzione | 0.0 | | | | | |
| Modello per il confinamento | | | | | | |
| Relazione tensio-deformativa | Mander | | | | | |
| Incrudimento acciaio | 5.000e-03 | | | | | |
| Fattore lambda | 1.00 | | | | | |
| epsilon max,s | 4.000e-02 | | | | | |
| epsilon cu2 | 4.500e-03 | | | | | |
| epsilon c2 | 0.0 | | | | | |
| epsilon cy | 0.0 | | | | | |
| Tensioni ammissibili | | | | | | |
| Tensione amm. cls [daN/cm2] | 97.50 | | | | | |
| Tensione amm. acciaio [daN/cm2] | 2600.00 | | | | | |
| Rapporto omogeneizzazione N | 15.00 | | | | | |
| Massimo rapporto area compressa/tesa | 1.00 | | | | | |
| Staffe | | | | | | |
| Diametro staffe | 0.0 | | | | | |
| Passo minimo [cm] | 4.00 | | | | | |
| Passo massimo [cm] | 30.00 | | | | | |
| Passo raffittito [cm] | 15.00 | | | | | |
| Lunghezza zona raffittita [cm] | 50.00 | | | | | |
| Ctg(Teta) Max | 2.50 | | | | | |
| Percentuale sagomati | 0.0 | | | | | |
| Luce di taglio per GR [cm] | 1.00 | | | | | |
| Adotta scorrimento medio | No | | | | | |
| Torsione non essenziale inclusa | Si | | | | | |

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

| Pilastri c.a. | 1/7/.. | 2/8/.. | 3/9/.. | 4/10/.. | 5/11/.. | 6/12/.. |
|----------------------------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| Passo massimo [cm] | 25.00 | | | | | |
| Passo raffittito [cm] | 15.00 | | | | | |
| Lunghezza zona raffittita [cm] | 45.00 | | | | | |
| Ctg(Teta) Max | 2.50 | | | | | |
| Luce di taglio per GR [cm] | 1.00 | | | | | |
| Massimizza gerarchia | Si | | | | | |

MODELLAZIONE DELLE SEZIONI

LEGENDA TABELLA DATI SEZIONI

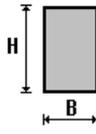
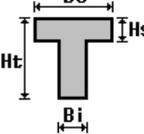
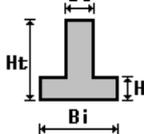
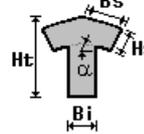
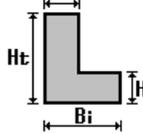
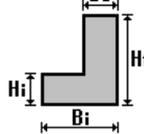
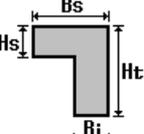
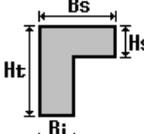
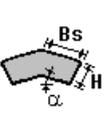
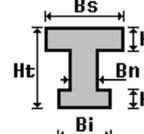
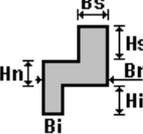
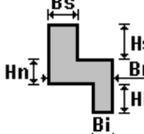
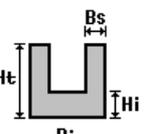
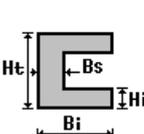
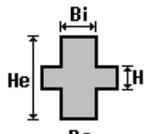
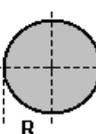
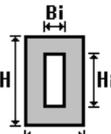
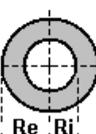
Il programma consente l'uso di sezioni diverse. Sono previsti i seguenti tipi di sezione:

- 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:

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

I dati sopra riportati vengono utilizzati per la determinazione dei carichi inerziali e per la definizione delle rigidità 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, 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 | T rovescia: bi=120 ht=60 bs=36 hi=30 | 4680.00 | 0.0 | 0.0 | 1.490e+06 | 4.437e+06 | 1.099e+06 | 7.394e+04 | 2.885e+04 | 1.177e+05 | 5.697e+04 |
| 2 | TUBO 88.9x3.2 | 8.62 | 0.0 | 0.0 | 158.41 | 79.21 | 79.21 | 17.82 | 17.82 | 23.51 | 23.51 |
| 3 | TUBO 60.3x3.2 | 5.74 | 0.0 | 0.0 | 46.94 | 23.47 | 23.47 | 7.78 | 7.78 | 10.44 | 10.44 |
| 4 | TUBO 114.3x4.0 | 13.86 | 0.0 | 0.0 | 422.13 | 211.07 | 211.07 | 36.93 | 36.93 | 48.69 | 48.69 |

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:

| | |
|-------------|---------------------------|
| Nodo | numero del nodo. |
| X | valore della coordinata X |
| Y | valore della coordinata Y |
| Z | valore della coordinata Z |

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

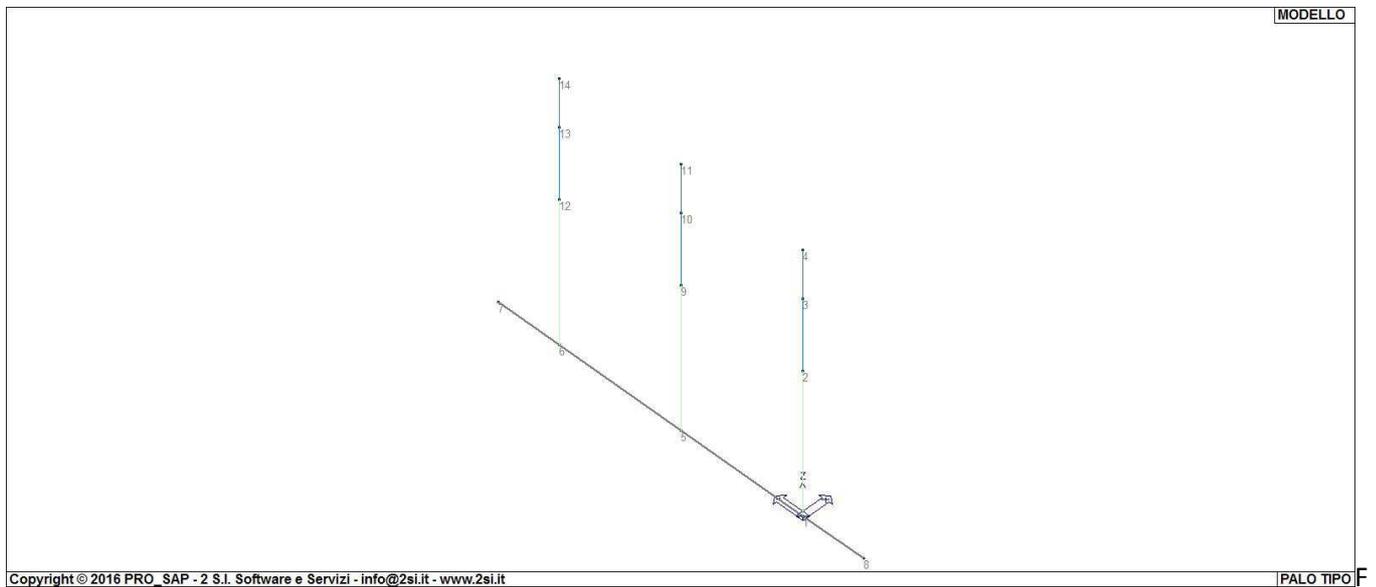
| | |
|-------------|---|
| Nodo | numero del nodo. |
| X | valore della coordinata X |
| Y | valore della coordinata Y |
| Z | valore della coordinata Z |
| Note | eventuale codice di vincolo (es. v=110010 sei valori relativi ai sei gradi di libertà previsti per il nodo TxTyTzRxRyRz, il valore 1 indica che lo spostamento o rotazione relativo è impedito, il valore 0 indica che lo spostamento o rotazione relativo è libero). |
| Note | (FS = 1, 2,...) eventuale codice del tipo di fondazione speciale (1, 2,... fanno riferimento alle tipologie: plinto, palo, plinto su pali,...) che è collegato al nodo. |

| | |
|----------------|--|
| | (ISO = "id SIGLA") indice e sigla identificativa dell' eventuale isolatore sismico assegnato al nodo |
| Rig. TX | valore della 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

| Nodo | X | Y | Z | Nodo | X | Y | Z | Nodo | X | Y | Z |
|------|-----|-------|-------|------|-----|--------|-------|------|-----|-------|-------|
| | cm | cm | cm | | cm | cm | cm | | cm | cm | cm |
| 1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2 | 0.0 | 0.0 | 300.0 | 3 | 0.0 | 0.0 | 450.0 |
| 4 | 0.0 | 0.0 | 550.0 | 5 | 0.0 | 250.0 | 0.0 | 6 | 0.0 | 500.0 | 0.0 |
| 7 | 0.0 | 625.0 | 0.0 | 8 | 0.0 | -125.0 | 0.0 | 9 | 0.0 | 250.0 | 300.0 |
| 10 | 0.0 | 250.0 | 450.0 | 11 | 0.0 | 250.0 | 550.0 | 12 | 0.0 | 500.0 | 300.0 |
| 13 | 0.0 | 500.0 | 450.0 | 14 | 0.0 | 500.0 | 550.0 | | | | |



ig. 2

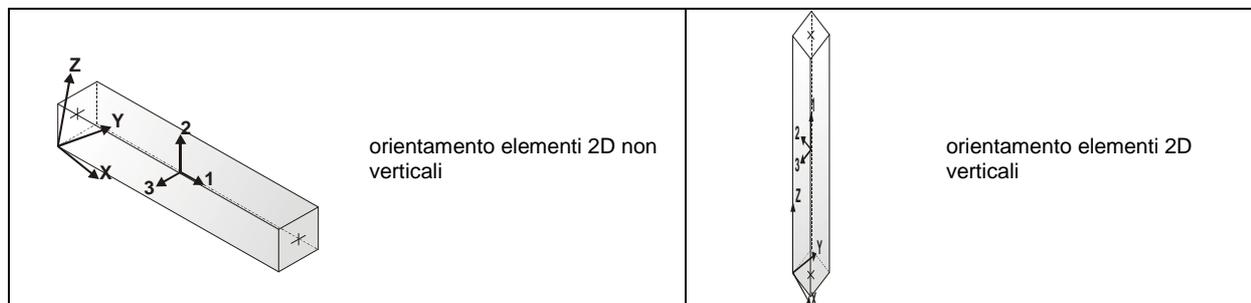
MODELLAZIONE STRUTTURALE: ELEMENTI TRAVE

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:

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

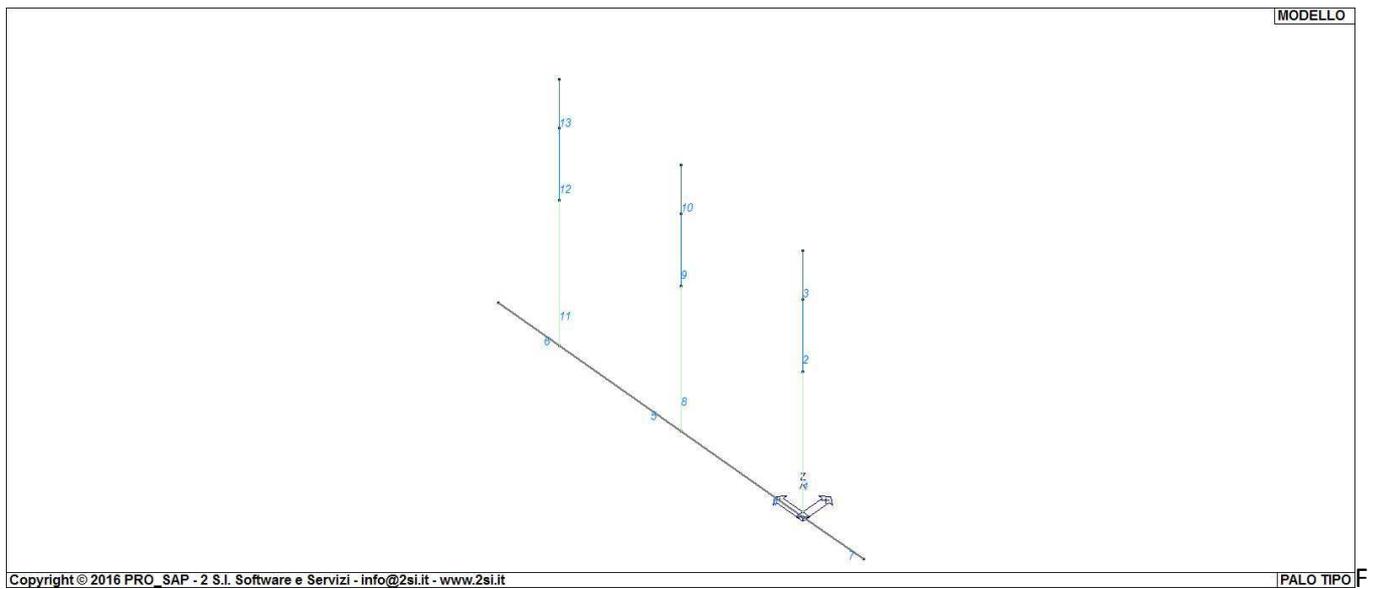
Con riferimento al **Documento di Affidabilità** "Test di validazione del software di calcolo PRO_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO_SAP Modulo Geotecnico, PRO_CAD nodi acciaio e PRO_MST" - versione Settembre 2014, disponibile per il download sul sito www.2si.it, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

| 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- δ SU PILASTRATA |
| 74 | VALUTAZIONE EFFETTO P- δ 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. | 1 | 2 | 10 | 4 | | | | | |
| 2 | Pilas. | 2 | 3 | 10 | 2 | | | | | |
| 3 | Pilas. | 3 | 4 | 10 | 3 | | | | | |
| 4 | Trave f. | 1 | 5 | 2 | 1 | | | | 1.00 | 1.00 |
| 5 | Trave f. | 5 | 6 | 2 | 1 | | | | 1.00 | 1.00 |
| 6 | Trave f. | 6 | 7 | 2 | 1 | | | | 1.00 | 1.00 |
| 7 | Trave f. | 8 | 1 | 2 | 1 | | | | 1.00 | 1.00 |
| 8 | Pilas. | 5 | 9 | 10 | 4 | | | | | |
| 9 | Pilas. | 9 | 10 | 10 | 2 | | | | | |
| 10 | Pilas. | 10 | 11 | 10 | 3 | | | | | |
| 11 | Pilas. | 6 | 12 | 10 | 4 | | | | | |
| 12 | Pilas. | 12 | 13 | 10 | 2 | | | | | |
| 13 | Pilas. | 13 | 14 | 10 | 3 | | | | | |



ig. 3

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:

| | |
|-----------|--|
| 1 | carico concentrato nodale 6 dati (forza F_x , F_y , F_z , momento M_x , M_y , M_z) |
| 2 | spostamento nodale impresso 6 dati (spostamento T_x , T_y , T_z , rotazione R_x , R_y , R_z) |
| 3 | carico distribuito globale su elemento tipo trave 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) |
| 4 | carico distribuito locale su elemento tipo trave 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) |
| 5 | carico concentrato globale su elemento tipo trave 7 dati (F_x , F_y , F_z , M_x , M_y , M_z , ascissa di carico) |
| 6 | carico concentrato locale su elemento tipo trave 7 dati (F_1 , F_2 , F_3 , M_1 , M_2 , M_3 , ascissa di carico) |
| 7 | variazione termica applicata ad elemento tipo trave 7 dati (variazioni termiche: uniforme, media e differenza in altezza e larghezza al nodo iniziale e finale) |
| 8 | carico di pressione uniforme su elemento tipo piastra 1 dato (pressione) |
| 9 | carico di pressione variabile su elemento tipo piastra 4 dati (pressione, quota, pressione, quota) |
| 10 | variazione termica applicata ad elemento tipo piastra |

2 dati (variazioni termiche: media e differenza nello spessore)

11 carico variabile generale su elementi tipo trave e piastra

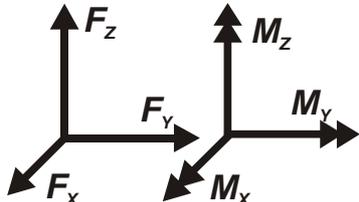
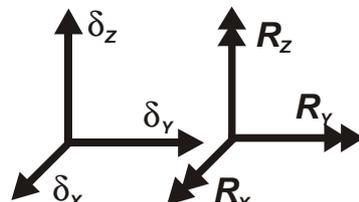
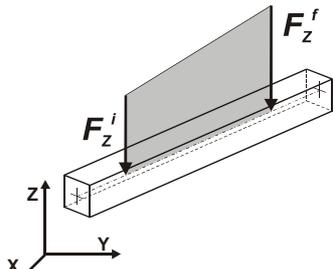
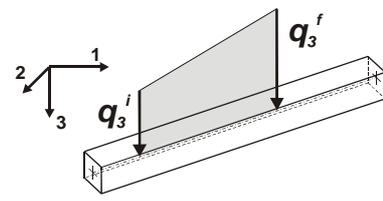
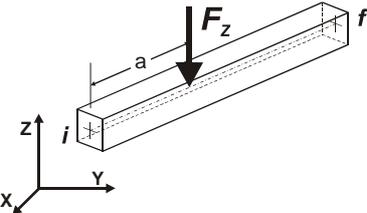
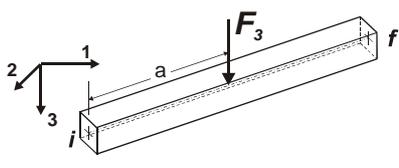
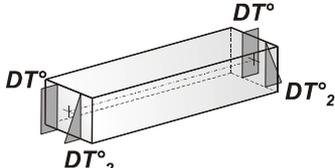
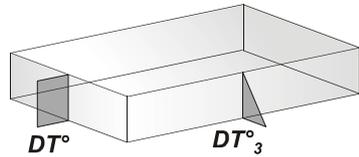
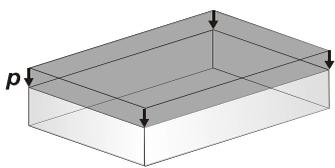
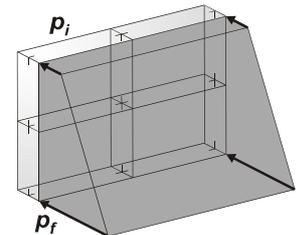
1 dato descrizione della tipologia

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

12 gruppo di carichi con impronta su piastra

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)

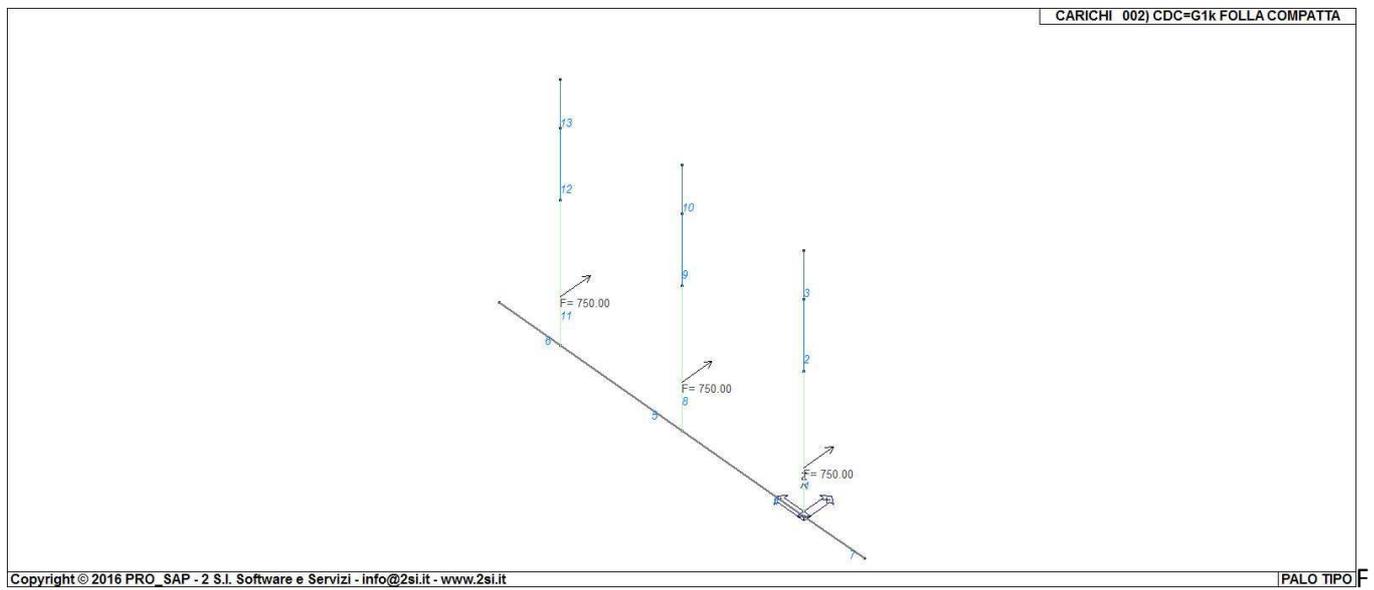
| | |
|---|--|
|  <p>Carico concentrato nodale</p> |  <p>Spostamento impresso</p> |
|  <p>Carico distribuito globale</p> |  <p>Carico distribuito locale</p> |
|  <p>Carico concentrato globale</p> |  <p>Carico concentrato locale</p> |
|  <p>Carico termico 2D</p> |  <p>Carico termico 3D</p> |
|  <p>Carico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

Tipo carico distribuito globale su trave

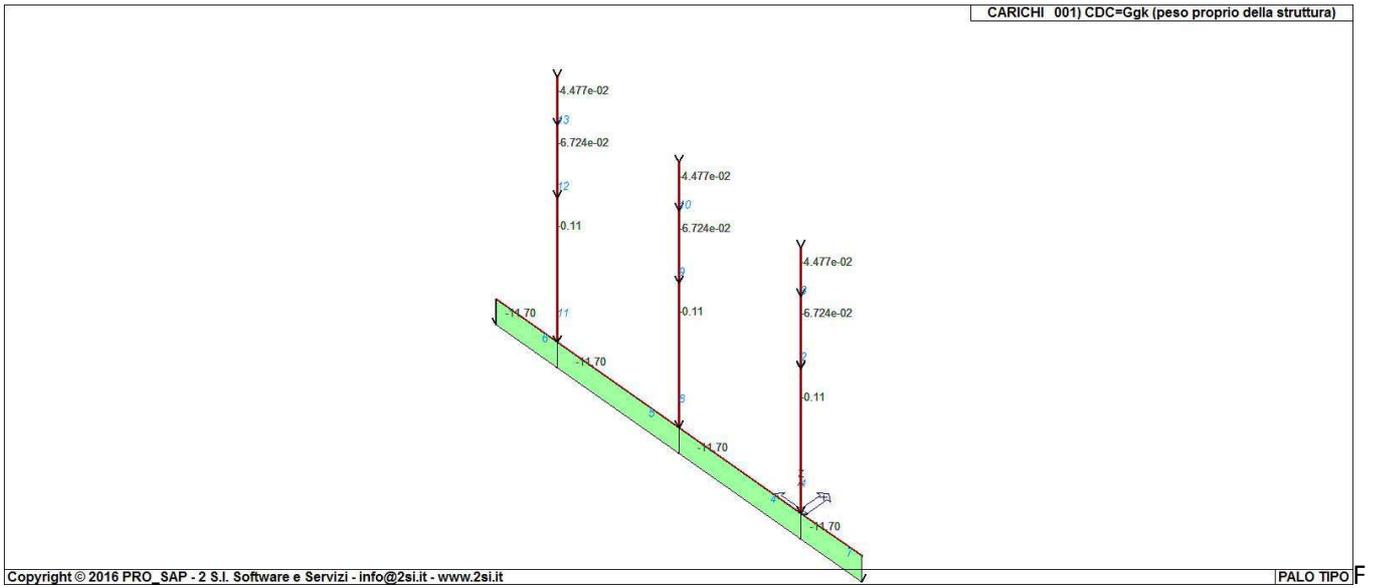
| Id | Tipo | Pos. | fx | fy | fz | mx | my | mz |
|----|--------------------------------|------|----------|--------|--------|-----|-----|-----|
| 1 | DG:Fxi=1.000e-04 Fxf=1.000e-04 | cm | daN/cm | daN/cm | daN/cm | daN | daN | daN |
| | | 0.0 | 1.00e-04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | 0.0 | 1.00e-04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

Tipo carico concentrato globale su trave

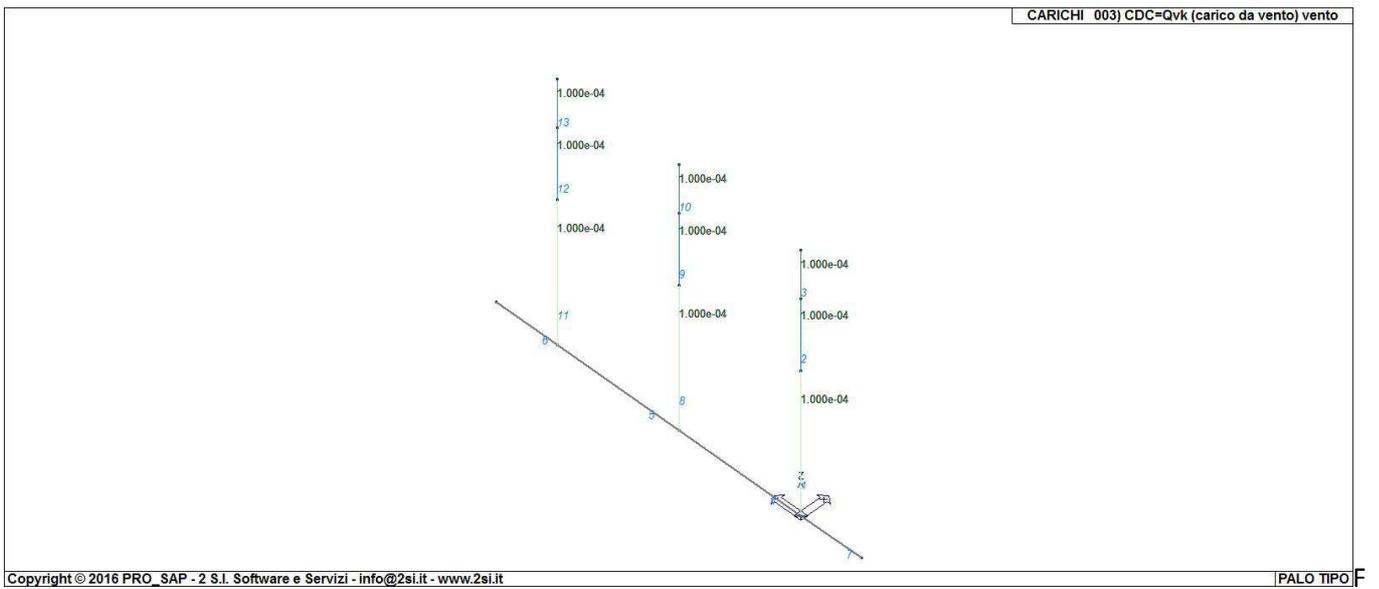
| Id | Tipo | Pos. | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz |
|----|---------------------------|--------|--------|-----|-----|--------|--------|--------|
| | | cm | daN | daN | daN | daN cm | daN cm | daN cm |
| 4 | CG:pos. =100.00 Fx=750.00 | 100.00 | 750.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |



ig. 4



ig. 5



ig. 6

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:

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

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

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

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

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

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

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

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

Per i casi di carico di tipo sismico (9-Esk e 10-Edk), viene riportata la tabella di definizione delle masse: per ogni caso di carico partecipante alla definizione delle masse viene indicata la relativa aliquota (partecipazione) considerata. Si precisa che per 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.

LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

Località: TORINO
Provincia: TORINO
Regione: PIEMONTE

Coordinate GPS:
Latitudine : 45,07000 N
Longitudine: 7,67400 E

Altitudine s.l.m.: 265,0 m

CALCOLO DELLE AZIONI DELLA NEVE E DEL VENTO

Normativa di riferimento:
D.M. 14 gennaio 2008 - NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI
Cap. 3 - AZIONI SULLE COSTRUZIONI - Par. 3.3 e 3.4

NEVE:

Zona Neve = I Alpina

Ce (coeff. di esposizione al vento) = 1,00

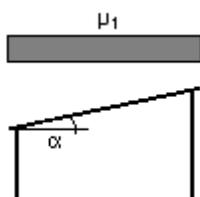
Valore caratteristico del carico al suolo ($q_{sk} C_e$) = 157 daN/mq

Copertura ad una falda:

Angolo di inclinazione della falda $\alpha = 0,0^\circ$

$\mu_1 = 0,80 \Rightarrow Q_1 = 126 \text{ daN/mq}$

Schema di carico:



VENTO:

Zona vento = 1
($V_{b.o} = 25 \text{ m/s}$; $A_o = 1000 \text{ m}$; $K_a = 0,010 \text{ 1/s}$)

Classe di rugosità del terreno: B
[Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive]

Categoria esposizione: tipo IV
($K_r = 0,22$; $Z_o = 0,30 \text{ m}$; $Z_{min} = 8 \text{ m}$)

Velocità di riferimento = 25,00 m/s

Pressione cinetica di riferimento (qb) = 39 daN/mq

Coefficiente di forma (Cp) = 1,00

Coefficiente dinamico (Cd) = 1,00

Coefficiente di esposizione (Ce) = 1,63

Coefficiente di esposizione topografica (Ct) = 1,00

Altezza dell'edificio = 6,00 m

Pressione del vento (p = qb Ce Cp Cd) = 64 daN/mq

| CDC | Tipo | Sigla Id | Note |
|-----|------|--|--|
| 1 | Ggk | CDC=Ggk (peso proprio della struttura) | |
| 2 | Gk | CDC=G1k FOLLA COMPATTA | D2 : 1 Azione : CG:pos. =100.00 Fx=750.00 D2 : 8 Azione : CG:pos. =100.00 Fx=750.00 D2 : 11 Azione : CG:pos. =100.00 Fx=750.00 |
| 3 | Qvk | CDC=Qvk (carico da vento) vento | D2 : 1 Azione : DG:Fxi=1.000e-04 Fxf=1.000e-04 D2 :da 2 a 3 Azione : DG:Fxi=1.000e-04 Fxf=1.000e-04 D2 : 8 Azione : DG:Fxi=1.000e-04 Fxf=1.000e-04 D2 :da 9 a 10 Azione : DG:Fxi=1.000e-04 Fxf=1.000e-04 D2 : 11 Azione : DG:Fxi=1.000e-04 Fxf=1.000e-04 D2 :da 12 a 13 Azione : DG:Fxi=1.000e-04 Fxf=1.000e-04 |

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 | ψ_0 | ψ_1 | ψ_2 |
|---|----------|----------|----------|
| Categoria A residenziali | 0,70 | 0,50 | 0,30 |
| Categoria B uffici | 0,70 | 0,50 | 0,30 |
| Categoria C ambienti suscettibili di affollamento | 0,70 | 0,70 | 0,60 |
| Categoria D ambienti ad uso commerciale | 0,70 | 0,70 | 0,60 |
| Categoria E biblioteche, archivi, magazzini,... | 1,00 | 0,90 | 0,80 |
| Categoria F Rimesse e parcheggi (autoveicoli $\leq 30\text{kN}$) | 0,70 | 0,70 | 0,60 |
| Categoria G Rimesse e parcheggi (autoveicoli $> 30\text{kN}$) | 0,70 | 0,50 | 0,30 |
| Categoria H Coperture | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento | 0,60 | 0,20 | 0,00 |
| Neve a quota $\leq 1000\text{ m}$ | 0,50 | 0,20 | 0,00 |
| Neve a quota $> 1000\text{ m}$ | 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 2.6.1

| | | Coefficiente γ_f | EQU | A1 | A2 |
|--|-------------|-------------------------|-----|-----|-----|
| Carichi permanenti | Favorevoli | γ_{G1} | 0,9 | 1,0 | 1,0 |
| | Sfavorevoli | | 1,1 | 1,3 | 1,0 |
| Carichi permanenti non strutturali (Non compiutamente definiti) | Favorevoli | γ_{G2} | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | Sfavorevoli | | 1,5 | 1,5 | 1,3 |
| Carichi variabili | Favorevoli | γ_{Qi} | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | Sfavorevoli | | 1,5 | 1,5 | 1,3 |

| Cmb | Tipo | Sigla Id | effetto P-delta |
|-----|--------|--------------------|-----------------|
| 1 | SLU | Comb. SLU A1 1 | |
| 2 | SLU | Comb. SLU A1 2 | |
| 3 | SLE(r) | Comb. SLE(rara) 3 | |
| 4 | SLE(r) | Comb. SLE(rara) 4 | |
| 5 | SLE(f) | Comb. SLE(freq.) 5 | |
| 6 | SLE(f) | Comb. SLE(freq.) 6 | |
| 7 | SLE(p) | Comb. SLE(perm.) 7 | |

| 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 | 1.40 | 1.40 | 1.50 | | | | | | | | | | | |
| 2 | 1.00 | 1.00 | 1.50 | | | | | | | | | | | |
| 3 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | | | | | | | | | | | |
| 4 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | | | | | | | | | | |
| 5 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | | | | | | | | | | | |
| 6 | 1.00 | 1.00 | 0.50 | | | | | | | | | | | |
| 7 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | | | | | | | | | | | |

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.

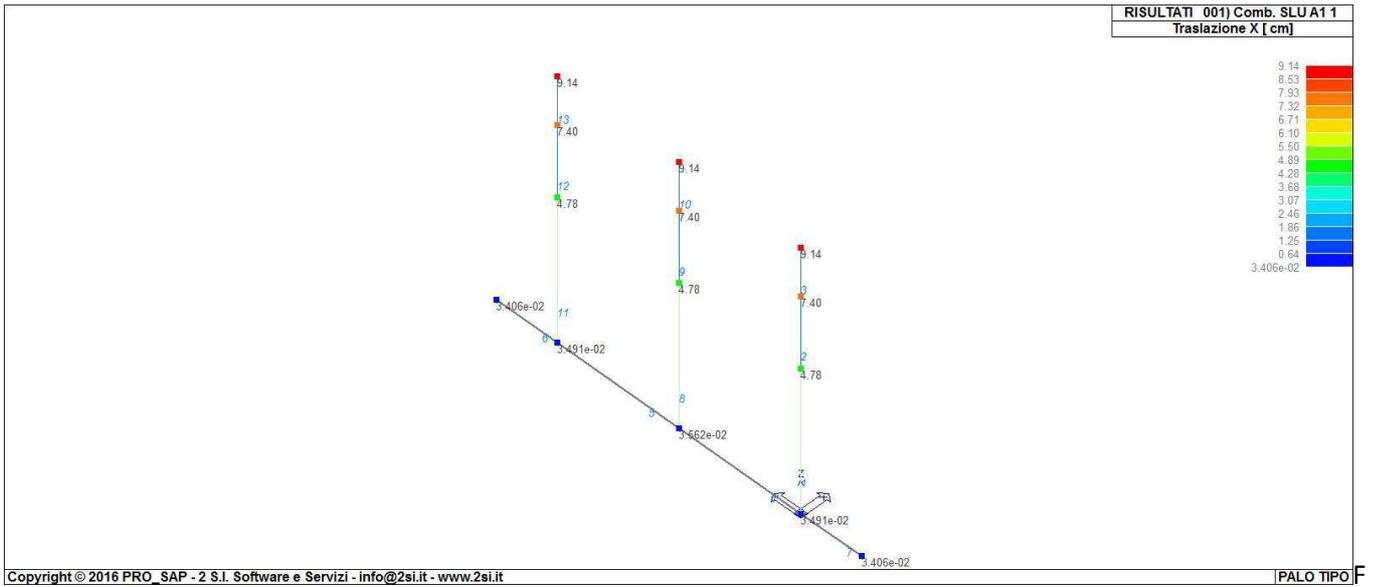
Una prima tabella riporta infatti per ogni nodo e per ogni combinazione (o caso di carico) gli spostamenti nodali.

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 | 0.03 | 0.0 | -0.14 | 0.0 | 2.93e-03 | -5.74e-06 |
| 1 | 2 | 0.02 | 0.0 | -0.10 | 0.0 | 2.09e-03 | -4.10e-06 |
| 1 | 3 | 0.02 | 0.0 | -0.10 | 0.0 | 2.09e-03 | -4.10e-06 |
| 1 | 4 | 0.02 | 0.0 | -0.10 | 0.0 | 2.09e-03 | -4.10e-06 |
| 1 | 5 | 0.02 | 0.0 | -0.10 | 0.0 | 2.09e-03 | -4.10e-06 |
| 1 | 6 | 0.02 | 0.0 | -0.10 | 0.0 | 2.09e-03 | -4.10e-06 |
| 1 | 7 | 0.02 | 0.0 | -0.10 | 0.0 | 2.09e-03 | -4.10e-06 |
| 2 | 1 | 4.07 | 1.27e-04 | -0.14 | 0.0 | 0.01 | -5.74e-06 |
| 2 | 2 | 2.91 | 9.06e-05 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | -4.10e-06 |
| 2 | 3 | 2.91 | 9.06e-05 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | -4.10e-06 |
| 2 | 4 | 2.91 | 9.06e-05 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | -4.10e-06 |
| 2 | 5 | 2.91 | 9.06e-05 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | -4.10e-06 |
| 2 | 6 | 2.91 | 9.06e-05 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | -4.10e-06 |
| 2 | 7 | 2.91 | 9.06e-05 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | -4.10e-06 |
| 3 | 1 | 6.29 | 1.90e-04 | -0.14 | 0.0 | 0.01 | -5.74e-06 |
| 3 | 2 | 4.49 | 1.36e-04 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | -4.10e-06 |
| 3 | 3 | 4.49 | 1.36e-04 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | -4.10e-06 |
| 3 | 4 | 4.49 | 1.36e-04 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | -4.10e-06 |
| 3 | 5 | 4.49 | 1.36e-04 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | -4.10e-06 |
| 3 | 6 | 4.49 | 1.36e-04 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | -4.10e-06 |
| 3 | 7 | 4.49 | 1.36e-04 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | -4.10e-06 |
| 4 | 1 | 7.77 | 2.32e-04 | -0.14 | 0.0 | 0.01 | -5.74e-06 |
| 4 | 2 | 5.55 | 1.66e-04 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | -4.10e-06 |
| 4 | 3 | 5.55 | 1.66e-04 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | -4.10e-06 |
| 4 | 4 | 5.55 | 1.66e-04 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | -4.10e-06 |
| 4 | 5 | 5.55 | 1.66e-04 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | -4.10e-06 |
| 4 | 6 | 5.55 | 1.66e-04 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | -4.10e-06 |
| 4 | 7 | 5.55 | 1.66e-04 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | -4.10e-06 |
| 5 | 1 | 0.04 | 0.0 | -0.14 | 0.0 | 2.93e-03 | 0.0 |
| 5 | 2 | 0.03 | 0.0 | -0.10 | 0.0 | 2.09e-03 | 0.0 |
| 5 | 3 | 0.03 | 0.0 | -0.10 | 0.0 | 2.09e-03 | 0.0 |
| 5 | 4 | 0.03 | 0.0 | -0.10 | 0.0 | 2.09e-03 | 0.0 |
| 5 | 5 | 0.03 | 0.0 | -0.10 | 0.0 | 2.09e-03 | 0.0 |
| 5 | 6 | 0.03 | 0.0 | -0.10 | 0.0 | 2.09e-03 | 0.0 |
| 5 | 7 | 0.03 | 0.0 | -0.10 | 0.0 | 2.09e-03 | 0.0 |
| 6 | 1 | 0.03 | 0.0 | -0.14 | 0.0 | 2.93e-03 | 5.74e-06 |
| 6 | 2 | 0.02 | 0.0 | -0.10 | 0.0 | 2.09e-03 | 4.10e-06 |
| 6 | 3 | 0.02 | 0.0 | -0.10 | 0.0 | 2.09e-03 | 4.10e-06 |
| 6 | 4 | 0.02 | 0.0 | -0.10 | 0.0 | 2.09e-03 | 4.10e-06 |
| 6 | 5 | 0.02 | 0.0 | -0.10 | 0.0 | 2.09e-03 | 4.10e-06 |
| 6 | 6 | 0.02 | 0.0 | -0.10 | 0.0 | 2.09e-03 | 4.10e-06 |
| 6 | 7 | 0.02 | 0.0 | -0.10 | 0.0 | 2.09e-03 | 4.10e-06 |
| 7 | 1 | 0.03 | 0.0 | -0.14 | 0.0 | 2.91e-03 | 7.23e-06 |
| 7 | 2 | 0.02 | 0.0 | -0.10 | 0.0 | 2.08e-03 | 5.17e-06 |
| 7 | 3 | 0.02 | 0.0 | -0.10 | 0.0 | 2.08e-03 | 5.17e-06 |
| 7 | 4 | 0.02 | 0.0 | -0.10 | 0.0 | 2.08e-03 | 5.17e-06 |
| 7 | 5 | 0.02 | 0.0 | -0.10 | 0.0 | 2.08e-03 | 5.17e-06 |
| 7 | 6 | 0.02 | 0.0 | -0.10 | 0.0 | 2.08e-03 | 5.17e-06 |
| 7 | 7 | 0.02 | 0.0 | -0.10 | 0.0 | 2.08e-03 | 5.17e-06 |
| 8 | 1 | 0.03 | 0.0 | -0.14 | 0.0 | 2.91e-03 | -7.23e-06 |
| 8 | 2 | 0.02 | 0.0 | -0.10 | 0.0 | 2.08e-03 | -5.17e-06 |
| 8 | 3 | 0.02 | 0.0 | -0.10 | 0.0 | 2.08e-03 | -5.17e-06 |
| 8 | 4 | 0.02 | 0.0 | -0.10 | 0.0 | 2.08e-03 | -5.17e-06 |

| | | | | | | | |
|-------------|---|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 8 | 5 | 0.02 | 0.0 | -0.10 | 0.0 | 2.08e-03 | -5.17e-06 |
| 8 | 6 | 0.02 | 0.0 | -0.10 | 0.0 | 2.08e-03 | -5.17e-06 |
| 8 | 7 | 0.02 | 0.0 | -0.10 | 0.0 | 2.08e-03 | -5.17e-06 |
| 9 | 1 | 4.07 | 0.0 | -0.14 | 0.0 | 0.01 | 0.0 |
| 9 | 2 | 2.91 | 0.0 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | 0.0 |
| 9 | 3 | 2.91 | 0.0 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | 0.0 |
| 9 | 4 | 2.91 | 0.0 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | 0.0 |
| 9 | 5 | 2.91 | 0.0 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | 0.0 |
| 9 | 6 | 2.91 | 0.0 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | 0.0 |
| 9 | 7 | 2.91 | 0.0 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | 0.0 |
| 10 | 1 | 6.29 | 0.0 | -0.14 | 0.0 | 0.01 | 0.0 |
| 10 | 2 | 4.49 | 0.0 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | 0.0 |
| 10 | 3 | 4.49 | 0.0 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | 0.0 |
| 10 | 4 | 4.49 | 0.0 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | 0.0 |
| 10 | 5 | 4.49 | 0.0 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | 0.0 |
| 10 | 6 | 4.49 | 0.0 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | 0.0 |
| 10 | 7 | 4.49 | 0.0 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | 0.0 |
| 11 | 1 | 7.77 | 0.0 | -0.14 | 0.0 | 0.01 | 0.0 |
| 11 | 2 | 5.55 | 0.0 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | 0.0 |
| 11 | 3 | 5.55 | 0.0 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | 0.0 |
| 11 | 4 | 5.55 | 0.0 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | 0.0 |
| 11 | 5 | 5.55 | 0.0 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | 0.0 |
| 11 | 6 | 5.55 | 0.0 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | 0.0 |
| 11 | 7 | 5.55 | 0.0 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | 0.0 |
| 12 | 1 | 4.07 | -1.27e-04 | -0.14 | 0.0 | 0.01 | 5.74e-06 |
| 12 | 2 | 2.91 | -9.06e-05 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | 4.10e-06 |
| 12 | 3 | 2.91 | -9.06e-05 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | 4.10e-06 |
| 12 | 4 | 2.91 | -9.06e-05 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | 4.10e-06 |
| 12 | 5 | 2.91 | -9.06e-05 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | 4.10e-06 |
| 12 | 6 | 2.91 | -9.06e-05 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | 4.10e-06 |
| 12 | 7 | 2.91 | -9.06e-05 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | 4.10e-06 |
| 13 | 1 | 6.29 | -1.90e-04 | -0.14 | 0.0 | 0.01 | 5.74e-06 |
| 13 | 2 | 4.49 | -1.36e-04 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | 4.10e-06 |
| 13 | 3 | 4.49 | -1.36e-04 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | 4.10e-06 |
| 13 | 4 | 4.49 | -1.36e-04 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | 4.10e-06 |
| 13 | 5 | 4.49 | -1.36e-04 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | 4.10e-06 |
| 13 | 6 | 4.49 | -1.36e-04 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | 4.10e-06 |
| 13 | 7 | 4.49 | -1.36e-04 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | 4.10e-06 |
| 14 | 1 | 7.77 | -2.32e-04 | -0.14 | 0.0 | 0.01 | 5.74e-06 |
| 14 | 2 | 5.55 | -1.66e-04 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | 4.10e-06 |
| 14 | 3 | 5.55 | -1.66e-04 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | 4.10e-06 |
| 14 | 4 | 5.55 | -1.66e-04 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | 4.10e-06 |
| 14 | 5 | 5.55 | -1.66e-04 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | 4.10e-06 |
| 14 | 6 | 5.55 | -1.66e-04 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | 4.10e-06 |
| 14 | 7 | 5.55 | -1.66e-04 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | 4.10e-06 |
| Nodo | | Traslazione X | Traslazione Y | Traslazione Z | Rotazione X | Rotazione Y | Rotazione Z |
| | | 0.02 | -2.32e-04 | -0.14 | 0.0 | 2.08e-03 | -7.23e-06 |
| | | 7.77 | 2.32e-04 | -0.10 | 0.0 | 0.01 | 7.23e-06 |



ig. 7

| Nodo | Cmb | Azione X daN | Azione Y daN | Azione Z daN | Azione RX daN cm | Azione RY daN cm | Azione RZ daN cm |
|------|-----|-----------------|-----------------|-----------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Nodo | | Azione X | Azione Y | Azione Z | Azione RX | Azione RY | Azione RZ |
| Nodo | Cmb | Azione X daN | Azione Y daN | Azione Z daN | Azione RX daN cm | Azione RY daN cm | Azione RZ daN cm |

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:

| | |
|--------------|--|
| Nodo | numero del nodo a cui è applicato il plinto |
| Tipo | 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>) |
| Palo | numero del palo |
| Comb. | combinazione di carico in cui si verificano le sei componenti di sollecitazione. |
| Quota | 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:

| | |
|-----------------------------|--|
| Nodo | numero del nodo a cui è applicato il plinto |
| Tipo | Codice identificativo del nome assegnato al plinto |
| area | area dell'impronta del plinto |
| Wink O Wink V | coefficienti di Winkler (orizzontale e verticale) adottati |
| Comb | Combinazione di carico in cui si verificano i valori riportati |
| Pt (P1 P2 P3 P4) | 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 |
|-------|-----|--------------------------|-------------------|-------------------|-----|-------------------|-------------------|-------------------|-----|-------------------|-------------------|-------------------|
| 4 | 1 | -0.31 | -0.31 | -0.31 | 2 | -0.22 | -0.22 | -0.22 | 3 | -0.22 | -0.22 | -0.22 |
| | 4 | -0.22 | -0.22 | -0.22 | 5 | -0.22 | -0.22 | -0.22 | 6 | -0.22 | -0.22 | -0.22 |
| | 7 | -0.22 | -0.22 | -0.22 | | | | | | | | |
| 5 | 1 | -0.31 | -0.31 | -0.31 | 2 | -0.22 | -0.22 | -0.22 | 3 | -0.22 | -0.22 | -0.22 |
| | 4 | -0.22 | -0.22 | -0.22 | 5 | -0.22 | -0.22 | -0.22 | 6 | -0.22 | -0.22 | -0.22 |
| | 7 | -0.22 | -0.22 | -0.22 | | | | | | | | |
| 6 | 1 | -0.31 | -0.31 | -0.31 | 2 | -0.22 | -0.22 | -0.22 | 3 | -0.22 | -0.22 | -0.22 |
| | 4 | -0.22 | -0.22 | -0.22 | 5 | -0.22 | -0.22 | -0.22 | 6 | -0.22 | -0.22 | -0.22 |
| | 7 | -0.22 | -0.22 | -0.22 | | | | | | | | |
| 7 | 1 | -0.31 | -0.31 | -0.31 | 2 | -0.22 | -0.22 | -0.22 | 3 | -0.22 | -0.22 | -0.22 |
| | 4 | -0.22 | -0.22 | -0.22 | 5 | -0.22 | -0.22 | -0.22 | 6 | -0.22 | -0.22 | -0.22 |
| | 7 | -0.22 | -0.22 | -0.22 | | | | | | | | |
| Elem. | | Pt ini -0.31 -0.22 | Pt fin | Pt max | | Pt ini | Pt fin | Pt max | | Pt ini | Pt fin | Pt max |

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**

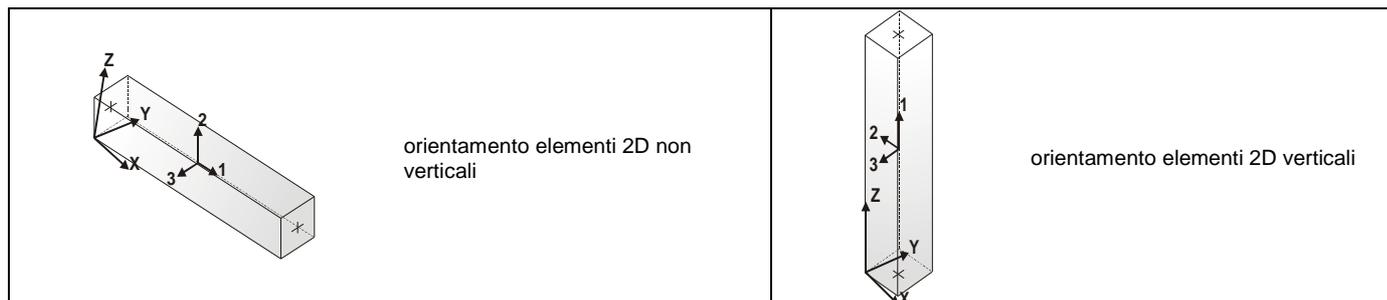
Per ogni elemento e per ogni combinazione (o caso di carico) vengono riportati i risultati più significativi.

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

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

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

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



| 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 | -4.68 | 0.0 | -4.04 | -1050.05 | 0.0 | -65.79 | 1050.08 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0-1.050e+05 |
| | | -1.050e+05 | 0.0 | -1.27e-04 | 0.0 | 300.0 | -20.39 | 0.04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -4.68 |
| 1 | 2 | -4.69 | 0.0 | -2.89 | -750.04 | 0.0 | -46.99 | 750.08 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0-7.502e+04 |
| | | -7.502e+04 | 0.0 | -9.06e-05 | 0.0 | 300.0 | -14.56 | 0.04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -4.69 |
| 1 | 3 | 1.95e-03 | 0.0 | -2.88 | -750.00 | 0.0 | -46.99 | 750.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0-7.500e+04 |
| | | -7.500e+04 | 0.0 | -9.06e-05 | 0.0 | 300.0 | -14.56 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.95e-03 |
| 1 | 4 | -3.12 | 0.0 | -2.88 | -750.03 | 0.0 | -46.99 | 750.05 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0-7.502e+04 |
| | | -7.502e+04 | 0.0 | -9.06e-05 | 0.0 | 300.0 | -14.56 | 0.02 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -3.12 |
| 1 | 5 | 1.95e-03 | 0.0 | -2.88 | -750.00 | 0.0 | -46.99 | 750.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0-7.500e+04 |
| | | -7.500e+04 | 0.0 | -9.06e-05 | 0.0 | 300.0 | -14.56 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.95e-03 |
| 1 | 6 | -1.56 | 0.0 | -2.88 | -750.01 | 0.0 | -46.99 | 750.03 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0-7.501e+04 |
| | | -7.501e+04 | 0.0 | -9.06e-05 | 0.0 | 300.0 | -14.56 | 0.01 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.56 |
| 1 | 7 | 1.95e-03 | 0.0 | -2.88 | -750.00 | 0.0 | -46.99 | 750.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0-7.500e+04 |
| | | -7.500e+04 | 0.0 | -9.06e-05 | 0.0 | 300.0 | -14.56 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.95e-03 |
| 2 | 1 | -0.75 | 0.0 | -2.22 | -0.02 | 0.0 | -20.39 | 0.04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -4.69 |
| | | -4.69 | 0.0 | -6.34e-05 | 0.0 | 150.0 | -6.27 | 0.02 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.75 |
| 2 | 2 | -0.75 | 0.0 | -1.58 | -0.02 | 0.0 | -14.56 | 0.04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -4.69 |
| | | -4.69 | 0.0 | -4.53e-05 | 0.0 | 150.0 | -4.48 | 0.02 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.75 |
| 2 | 3 | 0.0 | 0.0 | -1.58 | 0.0 | 0.0 | -14.56 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | 0.0 | 0.0 | -4.53e-05 | 0.0 | 150.0 | -4.48 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 2 | 4 | -0.50 | 0.0 | -1.58 | -0.02 | 0.0 | -14.56 | 0.03 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -3.13 |
| | | -3.13 | 0.0 | -4.53e-05 | 0.0 | 150.0 | -4.48 | 0.01 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.50 |
| 2 | 5 | 0.0 | 0.0 | -1.58 | 0.0 | 0.0 | -14.56 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | 0.0 | 0.0 | -4.53e-05 | 0.0 | 150.0 | -4.48 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 2 | 6 | -0.25 | 0.0 | -1.58 | -7.50e-03 | 0.0 | -14.56 | 0.01 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.56 |
| | | -1.56 | 0.0 | -4.53e-05 | 0.0 | 150.0 | -4.48 | 5.00e-03 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.25 |
| 2 | 7 | 0.0 | 0.0 | -1.58 | 0.0 | 0.0 | -14.56 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | 0.0 | 0.0 | -4.53e-05 | 0.0 | 150.0 | -4.48 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 3 | 1 | 0.0 | 0.0 | -1.48 | -0.02 | 0.0 | -6.27 | 0.01 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.75 |
| | | -0.75 | 0.0 | -4.23e-05 | 0.0 | 100.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 3 | 2 | 0.0 | 0.0 | -1.06 | -0.02 | 0.0 | -4.48 | 0.01 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.75 |
| | | -0.75 | 0.0 | -3.02e-05 | 0.0 | 100.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 3 | 3 | 0.0 | 0.0 | -1.06 | 0.0 | 0.0 | -4.48 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | 0.0 | 0.0 | -3.02e-05 | 0.0 | 100.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 3 | 4 | 0.0 | 0.0 | -1.06 | -0.01 | 0.0 | -4.48 | 1.00e-02 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.50 |
| | | -0.50 | 0.0 | -3.02e-05 | 0.0 | 100.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 3 | 5 | 0.0 | 0.0 | -1.06 | 0.0 | 0.0 | -4.48 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | 0.0 | 0.0 | -3.02e-05 | 0.0 | 100.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 3 | 6 | 0.0 | 0.0 | -1.06 | -5.00e-03 | 0.0 | -4.48 | 5.00e-03 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.25 |
| | | -0.25 | 0.0 | -3.02e-05 | 0.0 | 100.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 3 | 7 | 0.0 | 0.0 | -1.06 | 0.0 | 0.0 | -4.48 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | 0.0 | 0.0 | -3.02e-05 | 0.0 | 100.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 8 | 1 | -4.68 | 0.0 | -4.04 | -1050.05 | 0.0 | -65.79 | 1050.08 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0-1.050e+05 |
| | | -1.050e+05 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 300.0 | -20.39 | 0.04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -4.68 |
| 8 | 2 | -4.69 | 0.0 | -2.89 | -750.04 | 0.0 | -46.99 | 750.08 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0-7.502e+04 |
| | | -7.502e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 300.0 | -14.56 | 0.04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -4.69 |
| 8 | 3 | 1.95e-03 | 0.0 | -2.88 | -750.00 | 0.0 | -46.99 | 750.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0-7.500e+04 |
| | | -7.500e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 300.0 | -14.56 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.95e-03 |
| 8 | 4 | -3.12 | 0.0 | -2.88 | -750.03 | 0.0 | -46.99 | 750.05 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0-7.502e+04 |
| | | -7.502e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 300.0 | -14.56 | 0.02 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -3.12 |
| 8 | 5 | 1.95e-03 | 0.0 | -2.88 | -750.00 | 0.0 | -46.99 | 750.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0-7.500e+04 |
| | | -7.500e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 300.0 | -14.56 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.95e-03 |
| 8 | 6 | -1.56 | 0.0 | -2.88 | -750.01 | 0.0 | -46.99 | 750.03 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0-7.501e+04 |
| | | -7.501e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 300.0 | -14.56 | 0.01 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.56 |
| 8 | 7 | 1.95e-03 | 0.0 | -2.88 | -750.00 | 0.0 | -46.99 | 750.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0-7.500e+04 |
| | | -7.500e+04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 300.0 | -14.56 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.95e-03 |
| 9 | 1 | -0.75 | 0.0 | -2.22 | -0.02 | 0.0 | -20.39 | 0.04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -4.69 |
| | | -4.69 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 150.0 | -6.27 | 0.02 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.75 |
| 9 | 2 | -0.75 | 0.0 | -1.58 | -0.02 | 0.0 | -14.56 | 0.04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -4.69 |
| | | -4.69 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 150.0 | -4.48 | 0.02 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.75 |
| 9 | 3 | 0.0 | 0.0 | -1.58 | 0.0 | 0.0 | -14.56 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 150.0 | -4.48 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 9 | 4 | -0.50 | 0.0 | -1.58 | -0.02 | 0.0 | -14.56 | 0.03 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -3.12 |
| | | -3.12 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 150.0 | -4.48 | 0.01 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.50 |
| 9 | 5 | 0.0 | 0.0 | -1.58 | 0.0 | 0.0 | -14.56 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 150.0 | -4.48 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 9 | 6 | -0.25 | 0.0 | -1.58 | -7.50e-03 | 0.0 | -14.56 | 0.01 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.56 |
| | | -1.56 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 150.0 | -4.48 | 5.00e-03 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.25 |
| 9 | 7 | 0.0 | 0.0 | -1.58 | 0.0 | 0.0 | -14.56 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 150.0 | -4.48 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | 1 | 0.0 | 0.0 | -1.48 | -0.02 | 0.0 | -6.27 | 0.01 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.75 |

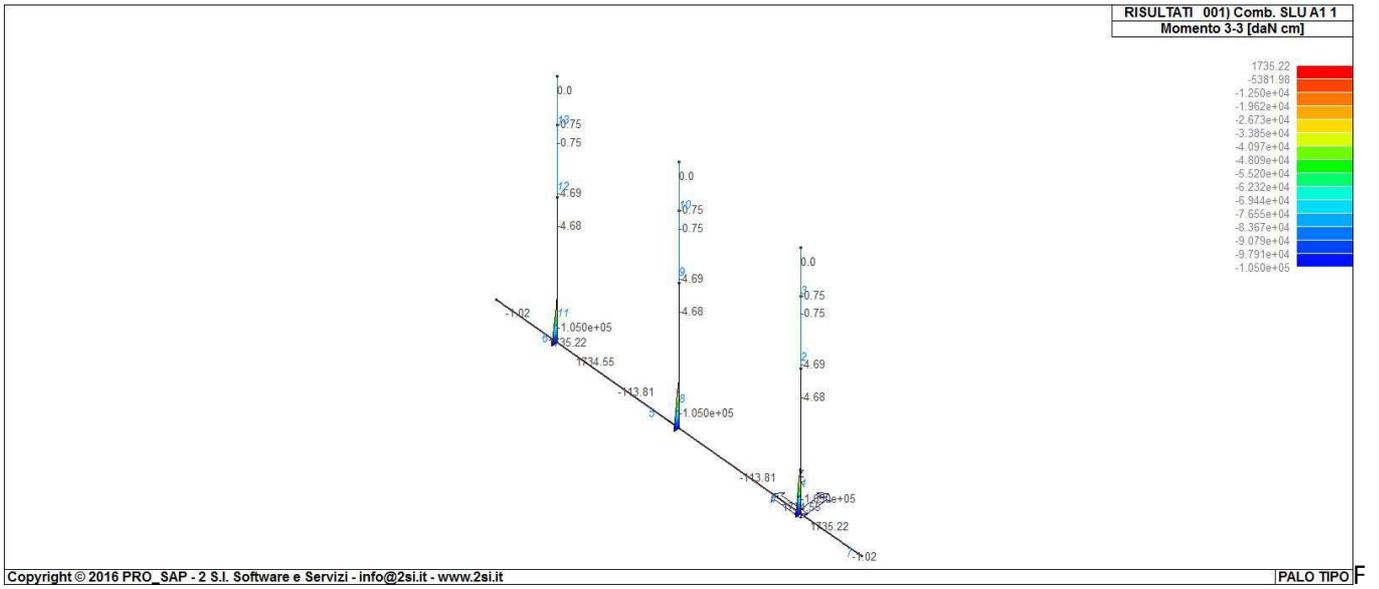
| | | | | | | | | | | | | | |
|----|---|------------|-----|----------|-----------|-------|--------|----------|-----|-----|-----|-----|------------|
| 10 | 2 | -0.75 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | 0.0 | 0.0 | -1.06 | -0.02 | 0.0 | -4.48 | 0.01 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.75 |
| | | -0.75 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | 3 | 0.0 | 0.0 | -1.06 | 0.0 | 0.0 | -4.48 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | 4 | 0.0 | 0.0 | -1.06 | -0.01 | 0.0 | -4.48 | 1.00e-02 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.50 |
| | | -0.50 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | 5 | 0.0 | 0.0 | -1.06 | 0.0 | 0.0 | -4.48 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | 6 | 0.0 | 0.0 | -1.06 | -5.00e-03 | 0.0 | -4.48 | 5.00e-03 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.25 |
| | | -0.25 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | 7 | 0.0 | 0.0 | -1.06 | 0.0 | 0.0 | -4.48 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 11 | 1 | -4.68 | 0.0 | -4.04 | -1050.05 | 0.0 | -65.79 | 1050.08 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.050e+05 |
| | | -1.050e+05 | 0.0 | 1.27e-04 | 0.0 | 300.0 | -20.39 | 0.04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -4.68 |
| 11 | 2 | -4.69 | 0.0 | -2.89 | -750.04 | 0.0 | -46.99 | 750.08 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -7.502e+04 |
| | | -7.502e+04 | 0.0 | 9.06e-05 | 0.0 | 300.0 | -14.56 | 0.04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -4.69 |
| 11 | 3 | 1.95e-03 | 0.0 | -2.88 | -750.00 | 0.0 | -46.99 | 750.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -7.500e+04 |
| | | -7.500e+04 | 0.0 | 9.06e-05 | 0.0 | 300.0 | -14.56 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.95e-03 |
| 11 | 4 | -3.12 | 0.0 | -2.88 | -750.03 | 0.0 | -46.99 | 750.05 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -7.502e+04 |
| | | -7.502e+04 | 0.0 | 9.06e-05 | 0.0 | 300.0 | -14.56 | 0.02 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -3.12 |
| 11 | 5 | 1.95e-03 | 0.0 | -2.88 | -750.00 | 0.0 | -46.99 | 750.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -7.500e+04 |
| | | -7.500e+04 | 0.0 | 9.06e-05 | 0.0 | 300.0 | -14.56 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.95e-03 |
| 11 | 6 | -1.56 | 0.0 | -2.88 | -750.01 | 0.0 | -46.99 | 750.03 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -7.501e+04 |
| | | -7.501e+04 | 0.0 | 9.06e-05 | 0.0 | 300.0 | -14.56 | 0.01 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.56 |
| 11 | 7 | 1.95e-03 | 0.0 | -2.88 | -750.00 | 0.0 | -46.99 | 750.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -7.500e+04 |
| | | -7.500e+04 | 0.0 | 9.06e-05 | 0.0 | 300.0 | -14.56 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.95e-03 |
| 12 | 1 | -0.75 | 0.0 | -2.22 | -0.02 | 0.0 | -20.39 | 0.04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -4.69 |
| | | -4.69 | 0.0 | 6.34e-05 | 0.0 | 150.0 | -6.27 | 0.02 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.75 |
| 12 | 2 | -0.75 | 0.0 | -1.58 | -0.02 | 0.0 | -14.56 | 0.04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -4.69 |
| | | -4.69 | 0.0 | 4.53e-05 | 0.0 | 150.0 | -4.48 | 0.02 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.75 |
| 12 | 3 | 0.0 | 0.0 | -1.58 | 0.0 | 0.0 | -14.56 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | 0.0 | 0.0 | 4.53e-05 | 0.0 | 150.0 | -4.48 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 12 | 4 | -0.50 | 0.0 | -1.58 | -0.02 | 0.0 | -14.56 | 0.03 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -3.13 |
| | | -3.13 | 0.0 | 4.53e-05 | 0.0 | 150.0 | -4.48 | 0.01 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.50 |
| 12 | 5 | 0.0 | 0.0 | -1.58 | 0.0 | 0.0 | -14.56 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | 0.0 | 0.0 | 4.53e-05 | 0.0 | 150.0 | -4.48 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 12 | 6 | -0.25 | 0.0 | -1.58 | -7.50e-03 | 0.0 | -14.56 | 0.01 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.56 |
| | | -1.56 | 0.0 | 4.53e-05 | 0.0 | 150.0 | -4.48 | 5.00e-03 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.25 |
| 12 | 7 | 0.0 | 0.0 | -1.58 | 0.0 | 0.0 | -14.56 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | 0.0 | 0.0 | 4.53e-05 | 0.0 | 150.0 | -4.48 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 13 | 1 | 0.0 | 0.0 | -1.48 | -0.02 | 0.0 | -6.27 | 0.01 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.75 |
| | | -0.75 | 0.0 | 4.23e-05 | 0.0 | 100.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 13 | 2 | 0.0 | 0.0 | -1.06 | -0.02 | 0.0 | -4.48 | 0.01 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.75 |
| | | -0.75 | 0.0 | 3.02e-05 | 0.0 | 100.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 13 | 3 | 0.0 | 0.0 | -1.06 | 0.0 | 0.0 | -4.48 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | 0.0 | 0.0 | 3.02e-05 | 0.0 | 100.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 13 | 4 | 0.0 | 0.0 | -1.06 | -0.01 | 0.0 | -4.48 | 1.00e-02 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.50 |
| | | -0.50 | 0.0 | 3.02e-05 | 0.0 | 100.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 13 | 5 | 0.0 | 0.0 | -1.06 | 0.0 | 0.0 | -4.48 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | 0.0 | 0.0 | 3.02e-05 | 0.0 | 100.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 13 | 6 | 0.0 | 0.0 | -1.06 | -5.00e-03 | 0.0 | -4.48 | 5.00e-03 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.25 |
| | | -0.25 | 0.0 | 3.02e-05 | 0.0 | 100.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 13 | 7 | 0.0 | 0.0 | -1.06 | 0.0 | 0.0 | -4.48 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | 0.0 | 0.0 | 3.02e-05 | 0.0 | 100.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

| Pilas. | M3 mx/mn | M2 mx/mn | D 2 / D 3 | Q 2 / Q 3 | N | V 2 | V 3 | T |
|--------|------------|----------|-----------|-----------|--------|---------|-----|-----|
| | -1.050e+05 | 0.0 | -4.04 | -1050.05 | -65.79 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 1.95e-03 | 0.0 | 1.27e-04 | 0.0 | 0.0 | 1050.08 | 0.0 | 0.0 |

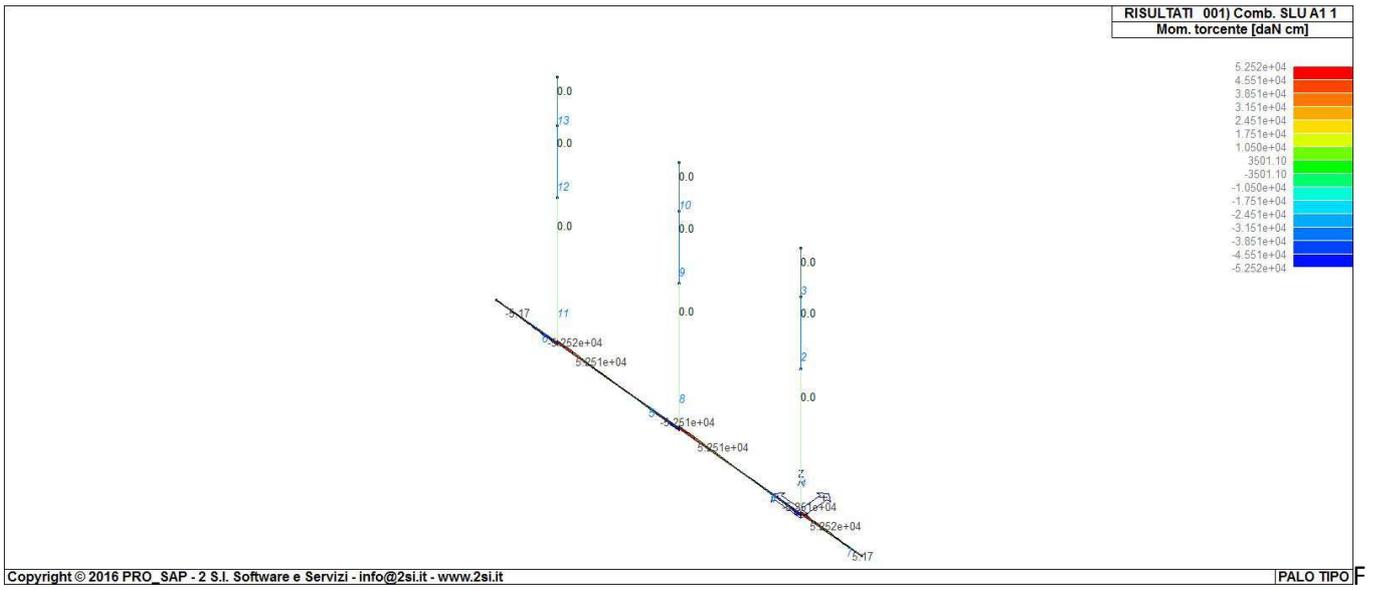
| Trave f. | Cmb | M3 mx/mn | M2 mx/mn | D 2 / D 3 | Pt | Pos. | N | V 2 | V 3 | T | M 2 | M 3 |
|----------|-----|----------|------------|-----------|---------|-------|-----|--------|------|------------|------------|---------|
| | | daN | cm | cm | daN/cm2 | cm | daN | daN | daN | daN cm | daN cm | daN cm |
| 4 | 1 | 2002.53 | -2.964e+04 | 5.10e-05 | -0.31 | 0.0 | 0.0 | -33.55 | 9.20 | -5.251e+04 | -3.194e+04 | 2002.53 |
| | | -131.41 | -3.194e+04 | 7.09e-04 | | 250.0 | 0.0 | 32.90 | 9.20 | 5.251e+04 | -2.964e+04 | 1888.94 |
| 4 | 2 | 1430.38 | -2.117e+04 | 3.64e-05 | -0.22 | 0.0 | 0.0 | -23.97 | 6.57 | -3.751e+04 | -2.281e+04 | 1430.38 |
| | | -93.86 | -2.281e+04 | 5.06e-04 | | 250.0 | 0.0 | 23.50 | 6.57 | 3.751e+04 | -2.117e+04 | 1349.25 |
| 4 | 3 | 1430.38 | -2.117e+04 | 3.64e-05 | -0.22 | 0.0 | 0.0 | -23.97 | 6.57 | -3.750e+04 | -2.281e+04 | 1430.38 |
| | | -93.86 | -2.281e+04 | 5.06e-04 | | 250.0 | 0.0 | 23.50 | 6.57 | 3.750e+04 | -2.117e+04 | 1349.25 |
| 4 | 4 | 1430.38 | -2.117e+04 | 3.64e-05 | -0.22 | 0.0 | 0.0 | -23.97 | 6.57 | -3.751e+04 | -2.281e+04 | 1430.38 |
| | | -93.86 | -2.281e+04 | 5.06e-04 | | 250.0 | 0.0 | 23.50 | 6.57 | 3.751e+04 | -2.117e+04 | 1349.25 |
| 4 | 5 | 1430.38 | -2.117e+04 | 3.64e-05 | -0.22 | 0.0 | 0.0 | -23.97 | 6.57 | -3.750e+04 | -2.281e+04 | 1430.38 |
| | | -93.86 | -2.281e+04 | 5.06e-04 | | 250.0 | 0.0 | 23.50 | 6.57 | 3.750e+04 | -2.117e+04 | 1349.25 |
| 4 | 6 | 1430.38 | -2.117e+04 | 3.64e-05 | -0.22 | 0.0 | 0.0 | -23.97 | 6.57 | -3.750e+04 | -2.281e+04 | 1430.38 |
| | | -93.86 | -2.281e+04 | 5.06e-04 | | 250.0 | 0.0 | 23.50 | 6.57 | 3.750e+04 | -2.117e+04 | 1349.25 |
| 4 | 7 | 1430.38 | -2.117e+04 | 3.64e-05 | -0.22 | 0.0 | 0.0 | -23.97 | 6.57 | -3.750e+04 | -2.281e+04 | 1430.38 |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|-------------------|-----------|-------|-------|-----|--------|---------|----------------------|---------|
| | | -93.86-2.281e+04 | 5.06e-04 | | 250.0 | 0.0 | 23.50 | 6.57 | 3.750e+04-2.117e+04 | 1349.25 |
| 5 | 1 | 2002.53-2.964e+04 | 5.10e-05 | -0.31 | 0.0 | 0.0 | -32.90 | -9.20 | -5.251e+04-2.964e+04 | 1888.94 |
| | | -131.41-3.194e+04 | -7.09e-04 | | 250.0 | 0.0 | 33.55 | -9.20 | 5.251e+04-3.194e+04 | 2002.53 |
| 5 | 2 | 1430.38-2.117e+04 | 3.64e-05 | -0.22 | 0.0 | 0.0 | -23.50 | -6.57 | -3.751e+04-2.117e+04 | 1349.25 |
| | | -93.86-2.281e+04 | -5.06e-04 | | 250.0 | 0.0 | 23.97 | -6.57 | 3.751e+04-2.281e+04 | 1430.38 |
| 5 | 3 | 1430.38-2.117e+04 | 3.64e-05 | -0.22 | 0.0 | 0.0 | -23.50 | -6.57 | -3.750e+04-2.117e+04 | 1349.25 |
| | | -93.86-2.281e+04 | -5.06e-04 | | 250.0 | 0.0 | 23.97 | -6.57 | 3.750e+04-2.281e+04 | 1430.38 |
| 5 | 4 | 1430.38-2.117e+04 | 3.64e-05 | -0.22 | 0.0 | 0.0 | -23.50 | -6.57 | -3.751e+04-2.117e+04 | 1349.25 |
| | | -93.86-2.281e+04 | -5.06e-04 | | 250.0 | 0.0 | 23.97 | -6.57 | 3.751e+04-2.281e+04 | 1430.38 |
| 5 | 5 | 1430.38-2.117e+04 | 3.64e-05 | -0.22 | 0.0 | 0.0 | -23.50 | -6.57 | -3.750e+04-2.117e+04 | 1349.25 |
| | | -93.86-2.281e+04 | -5.06e-04 | | 250.0 | 0.0 | 23.97 | -6.57 | 3.750e+04-2.281e+04 | 1430.38 |
| 5 | 6 | 1430.38-2.117e+04 | 3.64e-05 | -0.22 | 0.0 | 0.0 | -23.50 | -6.57 | -3.750e+04-2.117e+04 | 1349.25 |
| | | -93.86-2.281e+04 | -5.06e-04 | | 250.0 | 0.0 | 23.97 | -6.57 | 3.750e+04-2.281e+04 | 1430.38 |
| 5 | 7 | 1430.38-2.117e+04 | 3.64e-05 | -0.22 | 0.0 | 0.0 | -23.50 | -6.57 | -3.750e+04-2.117e+04 | 1349.25 |
| | | -93.86-2.281e+04 | -5.06e-04 | | 250.0 | 0.0 | 23.97 | -6.57 | 3.750e+04-2.281e+04 | 1430.38 |
| 6 | 1 | 2001.59 | 0.0 | -0.31 | 0.0 | 0.0 | -32.22 | 255.48 | -5.252e+04-3.194e+04 | 2001.59 |
| | | 0.82-3.194e+04 | -8.42e-04 | | 125.0 | 0.0 | 0.02 | 255.48 | -5.17 | 0.0 |
| 6 | 2 | 1429.70 | 0.0 | -0.22 | 0.0 | 0.0 | -23.02 | 182.49 | -3.752e+04-2.281e+04 | 1429.70 |
| | | 0.59-2.281e+04 | -6.02e-04 | | 125.0 | 0.0 | 0.01 | 182.49 | -3.69 | 0.0 |
| 6 | 3 | 1429.70 | 0.0 | -0.22 | 0.0 | 0.0 | -23.02 | 182.47 | -3.750e+04-2.281e+04 | 1429.70 |
| | | 0.59-2.281e+04 | -6.01e-04 | | 125.0 | 0.0 | 0.01 | 182.47 | -3.69 | 0.0 |
| 6 | 4 | 1429.70 | 0.0 | -0.22 | 0.0 | 0.0 | -23.02 | 182.49 | -3.751e+04-2.281e+04 | 1429.70 |
| | | 0.59-2.281e+04 | -6.02e-04 | | 125.0 | 0.0 | 0.01 | 182.49 | -3.69 | 0.0 |
| 6 | 5 | 1429.70 | 0.0 | -0.22 | 0.0 | 0.0 | -23.02 | 182.47 | -3.750e+04-2.281e+04 | 1429.70 |
| | | 0.59-2.281e+04 | -6.01e-04 | | 125.0 | 0.0 | 0.01 | 182.47 | -3.69 | 0.0 |
| 6 | 6 | 1429.70 | 0.0 | -0.22 | 0.0 | 0.0 | -23.02 | 182.48 | -3.751e+04-2.281e+04 | 1429.70 |
| | | 0.59-2.281e+04 | -6.01e-04 | | 125.0 | 0.0 | 0.01 | 182.48 | -3.69 | 0.0 |
| 6 | 7 | 1429.70 | 0.0 | -0.22 | 0.0 | 0.0 | -23.02 | 182.47 | -3.750e+04-2.281e+04 | 1429.70 |
| | | 0.59-2.281e+04 | -6.01e-04 | | 125.0 | 0.0 | 0.01 | 182.47 | -3.69 | 0.0 |
| 7 | 1 | 2001.59 | 0.0 | -0.31 | 0.0 | 0.0 | -0.02 | -255.48 | 5.17 | 0.0 |
| | | 0.82-3.194e+04 | 8.42e-04 | | 125.0 | 0.0 | 32.22 | -255.48 | 5.252e+04-3.194e+04 | 2001.59 |
| 7 | 2 | 1429.70 | 0.0 | -0.22 | 0.0 | 0.0 | -0.01 | -182.49 | 3.69 | 0.0 |
| | | 0.59-2.281e+04 | 6.02e-04 | | 125.0 | 0.0 | 23.02 | -182.49 | 3.752e+04-2.281e+04 | 1429.70 |
| 7 | 3 | 1429.70 | 0.0 | -0.22 | 0.0 | 0.0 | -0.01 | -182.47 | 3.69 | 0.0 |
| | | 0.59-2.281e+04 | 6.01e-04 | | 125.0 | 0.0 | 23.02 | -182.47 | 3.750e+04-2.281e+04 | 1429.70 |
| 7 | 4 | 1429.70 | 0.0 | -0.22 | 0.0 | 0.0 | -0.01 | -182.49 | 3.69 | 0.0 |
| | | 0.59-2.281e+04 | 6.02e-04 | | 125.0 | 0.0 | 23.02 | -182.49 | 3.751e+04-2.281e+04 | 1429.70 |
| 7 | 5 | 1429.70 | 0.0 | -0.22 | 0.0 | 0.0 | -0.01 | -182.47 | 3.69 | 0.0 |
| | | 0.59-2.281e+04 | 6.01e-04 | | 125.0 | 0.0 | 23.02 | -182.47 | 3.750e+04-2.281e+04 | 1429.70 |
| 7 | 6 | 1429.70 | 0.0 | -0.22 | 0.0 | 0.0 | -0.01 | -182.48 | 3.69 | 0.0 |
| | | 0.59-2.281e+04 | 6.01e-04 | | 125.0 | 0.0 | 23.02 | -182.48 | 3.751e+04-2.281e+04 | 1429.70 |
| 7 | 7 | 1429.70 | 0.0 | -0.22 | 0.0 | 0.0 | -0.01 | -182.47 | 3.69 | 0.0 |
| | | 0.59-2.281e+04 | 6.01e-04 | | 125.0 | 0.0 | 23.02 | -182.47 | 3.750e+04-2.281e+04 | 1429.70 |

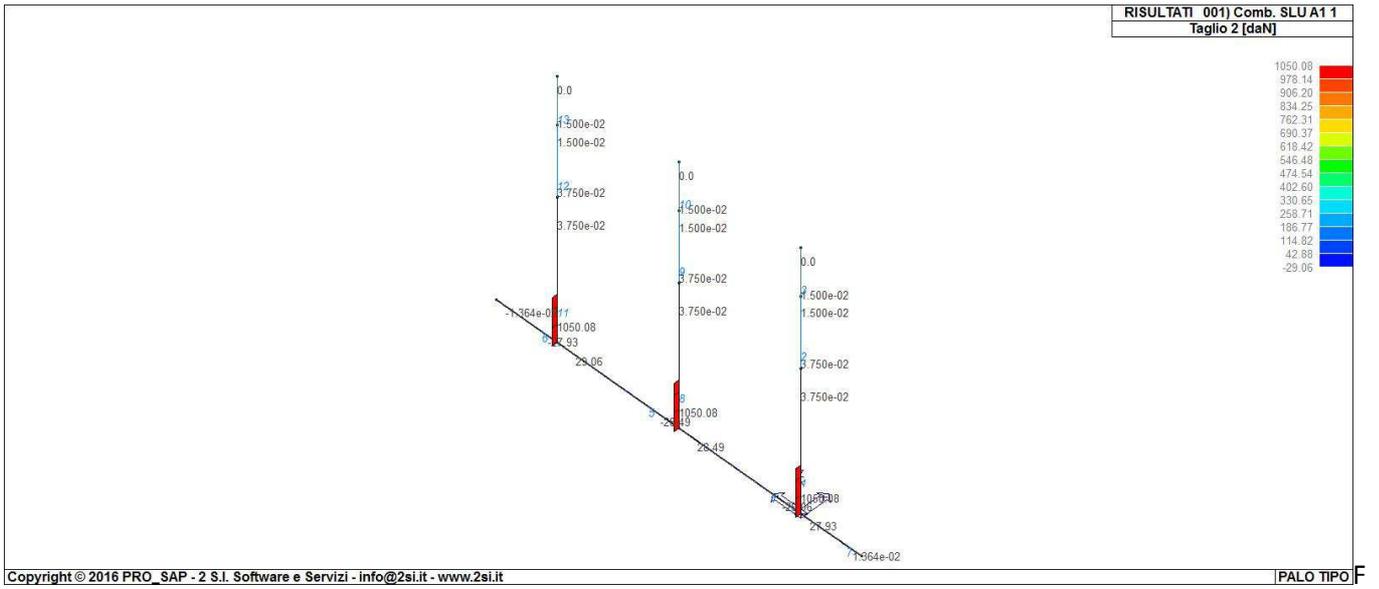
| Trave f. | M3 mx/mn | M2 mx/mn | D 2 / D 3 | Pt | N | V 2 | V 3 | T |
|----------|----------|------------|-----------|-------|-----|--------|---------|------------|
| | -131.41 | -3.194e+04 | -8.42e-04 | -0.31 | 0.0 | -33.55 | -255.48 | -5.252e+04 |
| | 2002.53 | 0.0 | 8.42e-04 | -0.22 | 0.0 | 33.55 | 255.48 | 5.252e+04 |



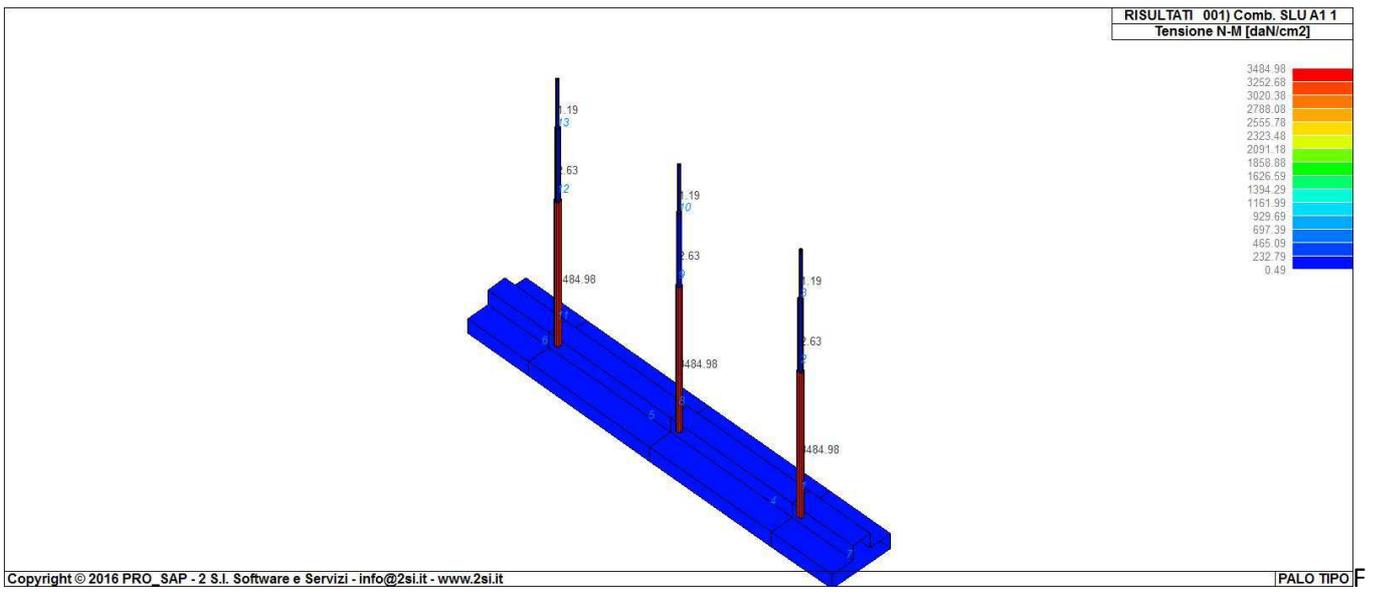
ig. 8



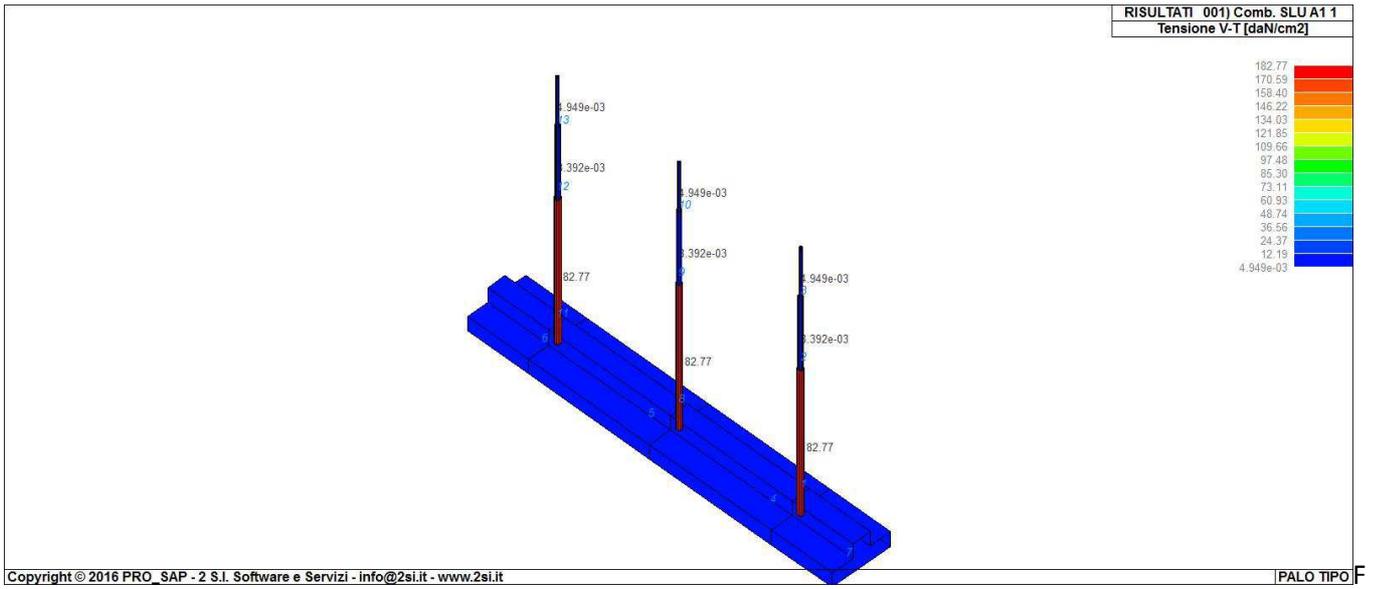
ig. 9



ig. 10



ig. 11



ig. 12

| | | | |
|------------------------------|---|--------------|--|
| V stab | (ASTE) verifica come da par. 4.2.4.1.3 per punto (4.2.42) | | |
| V stab | (TRAVI E PILASTRI) verifica come da par. 4.2.4.1.3 per punti (C4.2.32) o (C4.2.36) (membrature inflesse e compresse senza/con presenza di instabilità flessio-torsionale) | | |
| BetaxL | B22xL | B33xL | lunghezze libere di inflessione (se indicato riferiti al piano di normale 22 o 33 rispettivamente) |
| Snellezza | snellezza massima | | |
| Classe | classe del profilo | | |
| Chi mn | coefficiente di riduzione (della capacità) per la modalità di instabilità pertinente | | |
| Rif. cmb | combinazioni in cui si sono rispettivamente attinti i valori di verifica più elevati | | |
| V fist | (TRAVI E PILASTRI) verifica di stabilità come da par. 4.2.4.1.3.2 per punto (4.2.49) | | |
| B1-1 x L | Beta1-1 x L: interasse tra i ritegni torsionali | | |
| Chi LT | coefficiente di riduzione (della capacità) per la modalità di instabilità flessio-torsionale | | |
| Snell adim | Valore della snellezza adimensionale, utilizzato per il controllo previsto al par. 7.5.5 | | |
| v.Omeg | Valore del rapporto capacità/domanda per l'azione di interesse (momento per travi e azione assiale per aste) utilizzato per l'amplificazione delle azioni | | |
| f.Om. N | Fattore di amplificazione delle azioni assiali per travi e colonne (prodotto di 1.1 x Omega x gamma rd materiale); utilizzato come specificato al par. 7.5.5 | | |
| f.Om. T | Fattore di amplificazione delle azioni (assiali, flettenti e taglianti) per colonne (prodotto di 1.1 x Omega x gamma rd materiale); utilizzato come specificato al par. 7.5.4 | | |
| V.7.5.3 M Ed | Verifica come prevista al punto 7.5.3 e valore dell'azione flettente | | |
| V.7.5.4 N Ed | Verifica come prevista al punto 7.5.4 e valore dell'azione assiale | | |
| V.7.5.5 V Ed,G V Ed,M | Verifica come prevista al punto 7.5.5 e valore dei tagli dovuti ai carichi e alla capacità | | |
| V.7.5.9 V Ed | Verifica come prevista al punto 7.5.9 e valore dell'azione di taglio | | |
| sovr. Xi (Xf, Yi, Yf) | Valore della sovraresistenza come prevista al par. 7.5.4.3 (i valori non sono normalizzati pertanto saranno maggiori uguali a gamma rd classe di duttilità) | | |

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 |
|---------|--|
| 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 |
| 61 | ACCIAIO D.M. 2008 |
| 63 | GERARCHIA RESISTENZE STRUTTURE IN ACCIAIO |
| 64 | STABILITA' DI ASTE COMPOSTE IN ACCIAIO |
| 73 | VALUTAZIONE EFFETTO P-δ SU PILASTRATA |
| 74 | VALUTAZIONE EFFETTO P-δ SU TELAIO 3D |

| Pilas. | Stato | Note | V V/T | V N/M | V stab | Classe | B22xL | B33xL | Snellezza | Chi mn | V fist | B11xL | Chi LT | Rif. cmb |
|--------|-------|----------|----------|----------|----------|--------|-------|-------|-----------|--------|--------|-------|--------|----------|
| | | | | | | | cm | | | | | cm | | |
| 1 | ok | s=4,m=10 | 0.09 | 0.97 | 0.73 | 1 | 600.0 | 600.0 | 153.8 | 0.32 | | | | 1,1,1,0 |
| 2 | ok | s=2,m=10 | 5.29e-06 | 1.15e-03 | 1.75e-03 | 1 | 300.0 | 300.0 | 99.0 | 0.63 | | | | 1,1,1,0 |
| 3 | ok | s=3,m=10 | 3.18e-06 | 5.20e-04 | 8.01e-04 | 1 | 200.0 | 200.0 | 98.9 | 0.63 | | | | 2,1,1,0 |
| 8 | ok | s=4,m=10 | 0.09 | 0.97 | 0.73 | 1 | 600.0 | 600.0 | 153.8 | 0.32 | | | | 1,1,1,0 |
| 9 | ok | s=2,m=10 | 5.29e-06 | 1.15e-03 | 1.75e-03 | 1 | 300.0 | 300.0 | 99.0 | 0.63 | | | | 1,1,1,0 |
| 10 | ok | s=3,m=10 | 3.18e-06 | 5.20e-04 | 8.01e-04 | 1 | 200.0 | 200.0 | 98.9 | 0.63 | | | | 1,1,1,0 |
| 11 | ok | s=4,m=10 | 0.09 | 0.97 | 0.73 | 1 | 600.0 | 600.0 | 153.8 | 0.32 | | | | 1,1,1,0 |
| 12 | ok | s=2,m=10 | 5.29e-06 | 1.15e-03 | 1.75e-03 | 1 | 300.0 | 300.0 | 99.0 | 0.63 | | | | 1,1,1,0 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|----------------|----------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------|--|--|--|--|--|---------|
| 13 | ok | s=3,m=10 | 3.18e-06 | 5.20e-04 | 8.01e-04 | 1 | 200.0 | 200.0 | 98.9 | 0.63 | | | | | | | | | | 2,1,1,0 |
| Pilas. | | | V V/T | V N/M | V stab | | B22xL | B33xL | Snellezza | Chi mn | V flst | B11xL | Chi LT | | | | | | | |
| | | | 0.09 | 0.97 | 0.73 | | 600.00 | | 153.75 | 0.32 | | | | | | | | | | |
| Pilas. | f.Om. N | f.Om. T | Stato | V V/T | V N/M | V stab | V flst | Rif. cmb | V.7.5.9 | V Ed sovr. | Xi sovr. | Xf sovr. | Yi sovr. | Yf | | | | | | |
| | | | | | | | | | | daN | | | | | | | | | | |
| 1 | 0.0 | 0.0 | ok | 0.0 | 0.0 | | | 0,0,0,0 | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 0.0 | 0.0 | ok | 0.0 | 0.0 | | | 0,0,0,0 | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 0.0 | 0.0 | ok | 0.0 | 0.0 | | | 0,0,0,0 | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 0.0 | 0.0 | ok | 0.0 | 0.0 | | | 0,0,0,0 | | | | | | | | | | | | |
| 9 | 0.0 | 0.0 | ok | 0.0 | 0.0 | | | 0,0,0,0 | | | | | | | | | | | | |
| 10 | 0.0 | 0.0 | ok | 0.0 | 0.0 | | | 0,0,0,0 | | | | | | | | | | | | |
| 11 | 0.0 | 0.0 | ok | 0.0 | 0.0 | | | 0,0,0,0 | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 0.0 | 0.0 | ok | 0.0 | 0.0 | | | 0,0,0,0 | | | | | | | | | | | | |
| 13 | 0.0 | 0.0 | ok | 0.0 | 0.0 | | | 0,0,0,0 | | | | | | | | | | | | |
| Pilas. | | | | V V/T | V N/M | V stab | V flst | V.7.5.9 | V Ed sovr. | Xi sovr. | Xf sovr. | Yi sovr. | Yf | | | | | | | |
| | | | | 0.0 | 0.0 | | | | | | | | | | | | | | | |

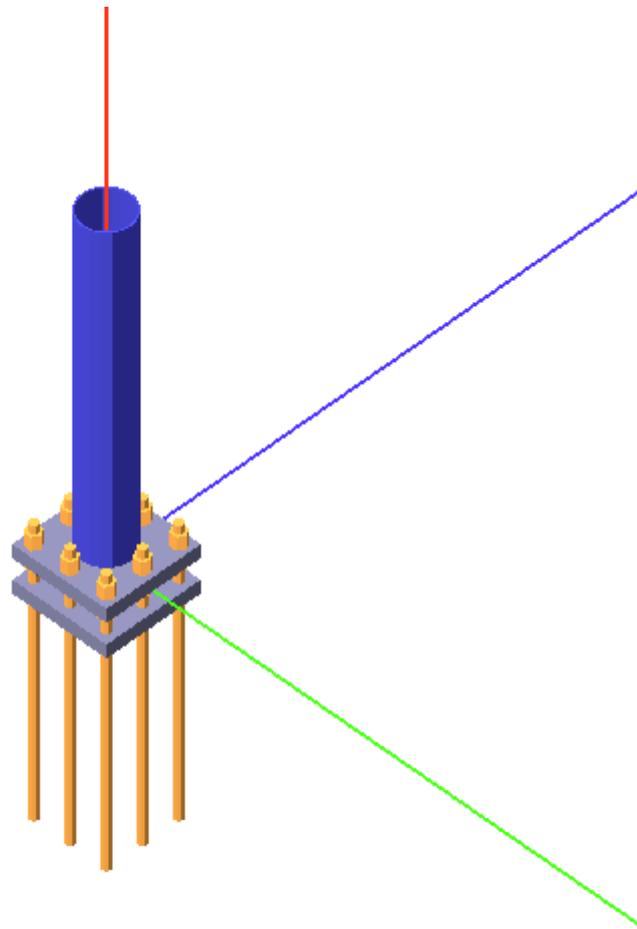


Fig. 13

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:

| | |
|-----------------------|--|
| M_P X Y | Numero della pilastrata e posizione in pianta |
| M_T Z P P | Numero della travata, quota media pilastrata iniziale e finale (nodo in assenza di pilastrata) |
| Pilas. o Trave | numero identificativo dell'elemento |
| Note | 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 |
| Stato | Codici di verifica relativi alle tensioni normali e alle tensioni tangenziali |
| Quota | Ascissa del punto di verifica |
| %Af | Percentuale di area di armatura rispetto a quella di calcestruzzo |
| Armat. long. | Numero e diametro dei ferri di armatura longitudinale: ferri di vertice + ferri di lato (vedi seguente figura) |
| Af inf. | Area di armatura longitudinale posta all'intradosso della trave |
| Af sup | Area di armatura longitudinale posta all'estradosso della trave |
| Sc max | Massima tensione di compressione del calcestruzzo |
| Sc med | Massima tensione media di compressione del calcestruzzo |
| Sf max | Tensione massima nell'acciaio |
| staffe | Vengono riportati i dati del tratto di staffatura in cui cade la sezione di verifica; in particolare: numero dei bracci, diametro, passo, lunghezza tratto |
| Tau max | Tensione massima tangenziale nel cls |
| Rif. comb | Combinazioni in cui si generano i seguenti valori di tensione: Sc max, Sc med, Sf max, Tau max |
| AfV | area dell'armatura atta ad assorbire le azioni di taglio |
| AfT | area dell'armatura atta ad assorbire le azioni di torsione |
| Scorr. P | Scorrimento dei piegati |
| Af long. | 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 γ_{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:

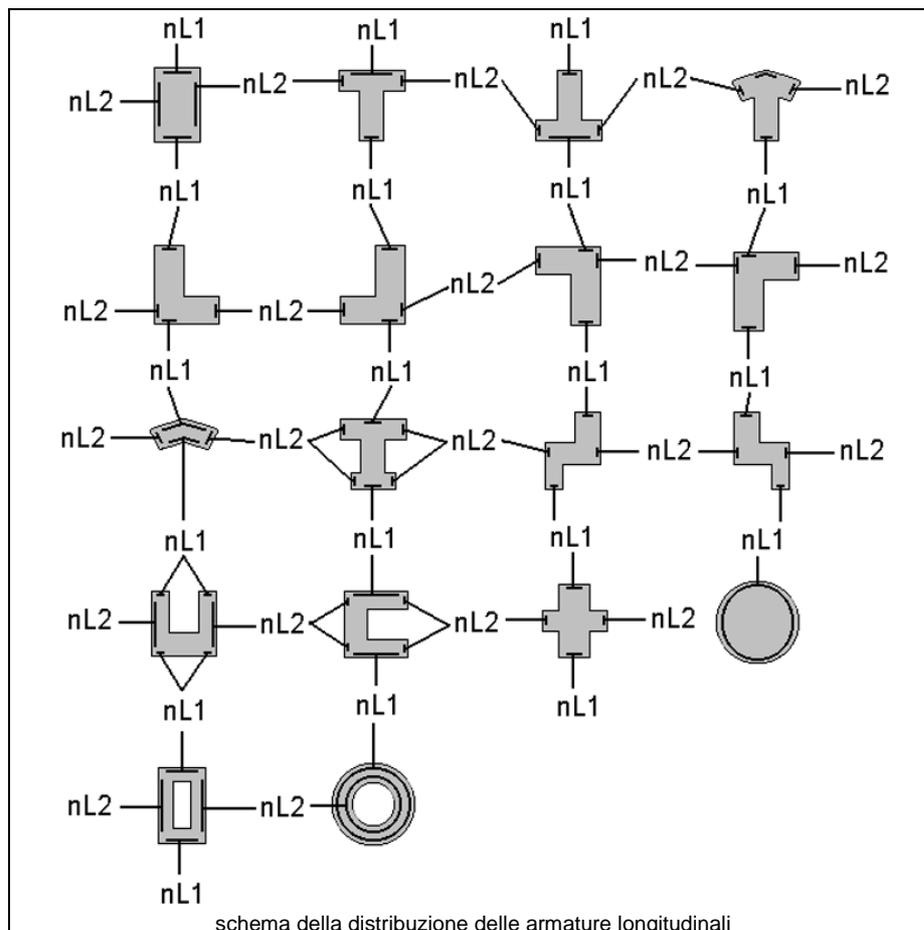
| | |
|-------------------------|---|
| r. snell. | Rapporto λ su λ^* : valore superiore a 1 per elementi snelli, caso in cui viene effettuata la verifica con il metodo diretto dello stato di equilibrio |
| Verifica(verif.) | rapporto Sd/Su con sollecitazioni ultime proporzionali o a sforzo normale costante: valore minore o uguale a 1 per verifica positiva |
| ver.sis | rapporto Nd/Nu con Nu calcolato come al punto 7.4.4.2.2.1; valore minore o uguale a 1 per verifica positiva |
| ver.V/T | rapporto Sd/Su con sollecitazioni taglianti e torcenti proporzionali valore minore o uguale a 1 per verifica positiva |
| x/d | 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:

| | |
|---------------------|---|
| M negativo i | Valore del momento resistente negativo (positivo) all' estremità iniziale i (finale f) della trave |
| V M-i M+f | Taglio generato dai momenti resistenti negativo i e positivo f (positivo i e negativo f) |
| V totale | Massimo valore assoluto ottenuto per combinazione del taglio isostatico e dei tagli concomitanti (p.to 7.4.4.1.1.) |
| Verif. V | Rapporto tra il taglio massimo e Vr1 (p.to 7.4.4.1.2.2); |
| Sovr. 2-2 i | 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 gammaRd adottato |
| M 2-2 i | 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) |
| Luce per V | Luce di calcolo per la definizione del taglio (generato dai momenti resistenti) |
| V M2-2 | 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.

| | |
|-----------------|--|
| Stato | Esito della verifica (come da formula 7.4.8) per resistenza a compressione del nodo (solo CDA) |
| I 7.4.29 | Passo delle staffe di confinamento come richiesto dalla formula 7.4.29 |
| Bj2(3) | Dimensione del nodo per il taglio in direzione 2 (3) |
| Hjc2(2) | Distanza tra le giaciture di armatura del pilastro per il taglio in direzione 2 (3) |
| V. 7.4.8 | Rapporto tra il taglio Vjbd e il taglio resistente come da formula 7.4.8 (solo CDA) |
| I 7.4.10 | 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- δ SU PILASTRATA |
| 69 | VALUTAZIONE EFFETTO P- δ SU TELAIO 3D |
| 120 | PROGETTO E VERIFICA DI TRAVI PREM |

| Trave | Note | Pos. cm | %Af | Af inf. | Af. sup | Af long. | M_T= 1 x/d | Z=0.0 V N/M | P=1 V V/T cls | P=3 V V/T acc | Staffe L=cm | Rif. cmb |
|--------------|---------|------------|------------|----------------|----------------|-----------------|---------------|----------------|------------------|------------------|----------------|----------|
| 7 | ok,ok | 0.0 | 0.34 | 15.7 | 14.8 | 8.0 | 0.11 | 0.0 | 4.01e-03 | 0.0 | 2d8/15 L=125 | 1,1,1 |
| | s=1,m=2 | 125.0 | 0.34 | 15.7 | 14.8 | 8.0 | 0.11 | 6.11e-04 | 0.04 | 9.68e-04 | 2d8/15 L=125 | 1,1,1 |
| 4 | ok,ok | 0.0 | 0.34 | 15.7 | 14.8 | 8.0 | 0.11 | 6.11e-04 | 0.04 | 1.01e-03 | 2d8/15 L=250 | 1,1,1 |
| | s=1,m=2 | 250.0 | 0.34 | 15.7 | 14.8 | 8.0 | 0.11 | 5.76e-04 | 0.04 | 9.88e-04 | 2d8/15 L=250 | 1,1,1 |
| 5 | ok,ok | 0.0 | 0.34 | 15.7 | 14.8 | 8.0 | 0.11 | 5.76e-04 | 0.04 | 9.88e-04 | 2d8/15 L=250 | 1,1,1 |
| | s=1,m=2 | 250.0 | 0.34 | 15.7 | 14.8 | 8.0 | 0.11 | 6.11e-04 | 0.04 | 1.01e-03 | 2d8/15 L=250 | 1,1,1 |
| 6 | ok,ok | 0.0 | 0.34 | 15.7 | 14.8 | 8.0 | 0.11 | 6.11e-04 | 0.04 | 9.68e-04 | 2d8/15 L=125 | 1,1,1 |
| | s=1,m=2 | 125.0 | 0.34 | 15.7 | 14.8 | 8.0 | 0.11 | 0.0 | 4.01e-03 | 0.0 | 2d8/15 L=125 | 1,1,1 |
| Trave | | | %Af | Af inf. | Af. sup | Af long. | x/d | V N/M | V V/T cls | V V/T acc | | |
| | | | 0.34 | 15.74 | 14.80 | 8.04 | 0.11 | 6.11e-04 | 0.04 | 1.01e-03 | | |

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:

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

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

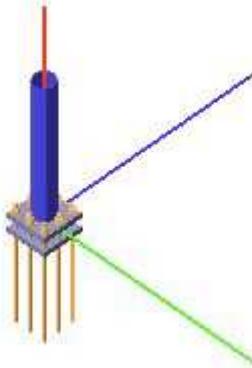
In relazione al tipo di elemento strutturale i valori sono selezionati nel modo seguente:

| | | | | |
|---------------|--|--|--|--|
| pilastr | rRfck | rRfyk | rPfck | per sezioni significative |
| travi | rRfck wR dR | rRfyk wF dF | rPfck wP dP | per sezioni significative per sezioni significative massimi in campata |
| setti e gusci | rRfck wR | rRfyk wF | rPfck wP | 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).

| Trave | Pos. cm | rRfck | rRfyk | rPfck | Rif. cmb | wR mm | wF mm | wP mm | Rif. cmb | dR cm | dF cm | dP cm | Rif. cmb |
|--------------|------------|--------------|--------------|--------------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| 4 | 0.0 | 4.46e-04 | 4.92e-04 | 5.94e-04 | 3,3,7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | -6.29e-05 | -6.29e-05 | -6.29e-05 | 3,5,7 |
| | 250.0 | 4.21e-04 | 4.64e-04 | 5.61e-04 | 3,3,7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| 5 | 0.0 | 4.21e-04 | 4.64e-04 | 5.61e-04 | 3,3,7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | 6.29e-05 | 6.29e-05 | 6.29e-05 | 3,5,7 |
| | 250.0 | 4.46e-04 | 4.92e-04 | 5.94e-04 | 3,3,7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| 6 | 0.0 | 4.46e-04 | 4.92e-04 | 5.94e-04 | 3,3,7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | 9.39e-05 | 9.39e-05 | 9.39e-05 | 3,5,7 |
| | 125.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3,3,7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| 7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3,3,7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | -9.42e-05 | -9.42e-05 | -9.42e-05 | 3,5,7 |
| | 125.0 | 4.46e-04 | 4.92e-04 | 5.94e-04 | 3,3,7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| Trave | | rRfck | rRfyk | rPfck | | wR | wF | wP | | dR | dF | dP | |
| | | 4.46e-04 | 4.92e-04 | 5.94e-04 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | 9.39e-05 | 9.39e-05 | 9.39e-05 | |

Verifica secondo il D.M. 14/01/2008 dei nodi: 1, 5, 6



Coefficienti di sicurezza utilizzati

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$\gamma_{M1} = 1,10$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

Colonna

Tipo di profilo: TUBO 114.3x4.0

Materiale: Acciaio S235 $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 360 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{Rd} = 1.2$

Classe sezione: 1

Flangia:

Materiale: Acciaio S235 $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 360 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{Rd} = 1.2$

Dimensioni (B x H x Sp): 220,7 x 220,7 x 32,0 mm

Bullonature:Viti cl. 4.6 Dadi 4 ($f_{yb} = 240 \text{ N/mm}^2$, $f_{tb} = 400 \text{ N/mm}^2$)Diametro $\varnothing = 20 \text{ mm}$ $A_{res} = 245,0 \text{ mm}^2$ (ridotta per filettatura)Diametro foro $\varnothing_0 = 21 \text{ mm}$ **Saldature:**Materiale: Acciaio S235 $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 360 \text{ N/mm}^2$ $\beta_1 = 0.85$ $\beta_2 = 1.00$ Spessore cordoni d'angolo $s_c = 4 \text{ mm}$ **Sollecitazioni:**

| Nodo.CMB | V2 [N] | V3 [N] | N [N] | M2 [N mm] | M3 [N mm] | T [N mm] |
|----------|---------|--------|--------|-----------|-------------|----------|
| 1.1 | 10500,8 | 0,0 | -657,9 | 0,0 | -10500000,0 | 0,0 |
| 1.2 | 7500,8 | 0,0 | -469,9 | 0,0 | -7502000,0 | 0,0 |
| 5.1 | 10500,8 | 0,0 | -657,9 | 0,0 | -10500000,0 | 0,0 |
| 5.2 | 7500,8 | 0,0 | -469,9 | 0,0 | -7502000,0 | 0,0 |
| 6.1 | 10500,8 | 0,0 | -657,9 | 0,0 | -10500000,0 | 0,0 |
| 6.2 | 7500,8 | 0,0 | -469,9 | 0,0 | -7502000,0 | 0,0 |

Calcolo resistenze

Resistenza a trazione dei bulloni

$$F_{tb,Rd} = 0,9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 70572,7 \text{ N}$$

Resistenza a punzonamento flangia

$$B_{pf,Rd} = 0,6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_f \cdot f_{tk} / \gamma_{M2} = 521152,5 \text{ N}$$

| Bull. | $F_{f,Rd}$ [N] | $F_{t,Rd}$ [N] |
|-------|----------------|----------------|
| 1 | 42873,5 | 42873,5 |
| 2 | 96879,3 | 70572,7 |
| 3 | 42873,5 | 42873,5 |
| 4 | 96879,3 | 70572,7 |
| 5 | 96879,3 | 70572,7 |
| 6 | 42873,5 | 42873,5 |
| 7 | 96879,3 | 70572,7 |
| 8 | 42873,5 | 42873,5 |

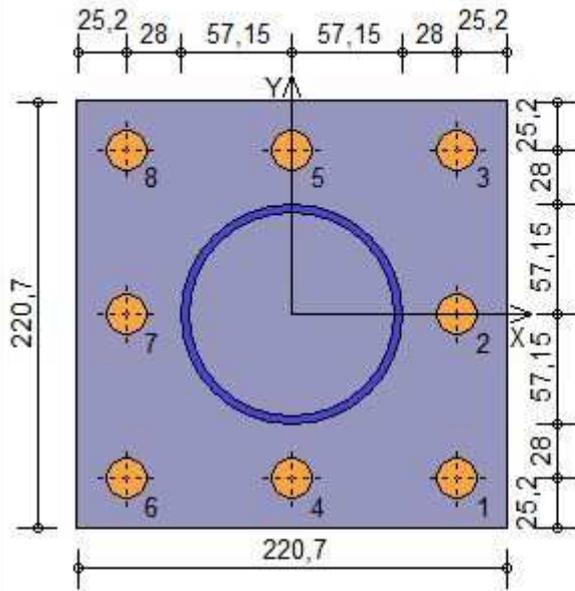
Legenda**Legenda** $F_{f,Rd} = M_{res,m} / (B_m \cdot R_m)$ resistenza a flessione flangia $F_{t,Rd} = \min [F_{tb,Rd} , B_{pf,Rd} , F_{f,Rd}]$ resistenza a trazione di progetto

Resistenza a taglio dei bulloni

$$F_{vb,Rd} = 0,6 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 47048,5 \text{ N}$$

| Bull. | $F_{bf,x,Rd}$ [N] | $F_{v,x,Rd}$ [N] | $F_{bf,y,Rd}$ [N] | $F_{v,y,Rd}$ [N] |
|-------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
| 1 | 122388,5 | 47048,5 | 122388,5 | 47048,5 |
| 2 | 184320,0 | 47048,5 | 305971,3 | 47048,5 |
| 3 | 122388,5 | 47048,5 | 122388,5 | 47048,5 |
| 4 | 305971,2 | 47048,5 | 184320,0 | 47048,5 |
| 5 | 305971,2 | 47048,5 | 184320,0 | 47048,5 |
| 6 | 122388,5 | 47048,5 | 122388,5 | 47048,5 |
| 7 | 184320,0 | 47048,5 | 305971,3 | 47048,5 |
| 8 | 122388,5 | 47048,5 | 122388,5 | 47048,5 |

Legenda $F_{bf,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot t_f / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento flangia in direzione x $F_{v,x,Rd} = \min [F_{vb,Rd} , F_{bf,x,Rd}]$ resistenza a taglio di progetto in direzione x $F_{bf,y,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot t_f / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento flangia in direzione y $F_{v,y,Rd} = \min [F_{vb,Rd} , F_{bf,y,Rd}]$ resistenza a taglio di progetto in direzione y



Verifiche sui bulloni

1-Taglio e trazione (Nodo n. 1, CMB n. 1)

| Bull. | X [mm] | Y [mm] | $F_{v,Ed}$ [N] | $F_{v,Rd}$ [N] | $F_{t,Ed}$ [N] | $F_{t,Rd}$ [N] | FV_1 | VER |
|-------|--------|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------|-----|
| 1 | 85.15 | -85.15 | 1312.6 | 47048.5 | 0.0 | 42873.5 | 0.027899 | Ok |
| 2 | 85.15 | 0.00 | 1312.6 | 47048.5 | 1822.9 | 70572.7 | 0.046349 | Ok |
| 3 | 85.15 | 85.15 | 1312.6 | 47048.5 | 21070.9 | 42873.5 | 0.378946 | Ok |
| 4 | 0.00 | -85.15 | 1312.6 | 47048.5 | 0.0 | 70572.7 | 0.027899 | Ok |
| 5 | 0.00 | 85.15 | 1312.6 | 47048.5 | 21070.9 | 70572.7 | 0.241163 | Ok |
| 6 | -85.15 | -85.15 | 1312.6 | 47048.5 | 0.0 | 42873.5 | 0.027899 | Ok |
| 7 | -85.15 | 0.00 | 1312.6 | 47048.5 | 1822.9 | 70572.7 | 0.046349 | Ok |
| 8 | -85.15 | 85.15 | 1312.6 | 47048.5 | 21070.9 | 42873.5 | 0.378946 | Ok |

2-Trazione (Nodo n. 1, CMB n. 1)

| Bull. | X [mm] | Y [mm] | $F_{t,Ed}$ [N] | $F_{t,Rd}$ [N] | FV_2 | VER |
|-------|--------|--------|----------------|----------------|----------|-----|
| 1 | 85.15 | -85.15 | 0.0 | 42873.5 | 0.000000 | Ok |
| 2 | 85.15 | 0.00 | 1822.9 | 70572.7 | 0.025830 | Ok |
| 3 | 85.15 | 85.15 | 21070.9 | 42873.5 | 0.491466 | Ok |
| 4 | 0.00 | -85.15 | 0.0 | 70572.7 | 0.000000 | Ok |
| 5 | 0.00 | 85.15 | 21070.9 | 70572.7 | 0.298570 | Ok |
| 6 | -85.15 | -85.15 | 0.0 | 42873.5 | 0.000000 | Ok |
| 7 | -85.15 | 0.00 | 1822.9 | 70572.7 | 0.025830 | Ok |
| 8 | -85.15 | 85.15 | 21070.9 | 42873.5 | 0.491466 | Ok |

Legenda

$F_{v,Ed}$ forza di taglio agente sul bullone

$F_{v,Rd}$ resistenza a taglio di progetto del bullone

$F_{t,Ed}$ forza di trazione agente sul bullone

$F_{t,Rd}$ resistenza a trazione di progetto del bullone

$FV_1 = F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / (1.4 \cdot F_{t,Rd})$

$FV_2 = F_{t,Ed} / F_{t,Rd}$

VER $\rightarrow FV_i \leq 1$

Verifiche a flessione piastra in zona compressa**Sezione parallela a X a filo della colonna** (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Pressione media a bordo piastra $p_{med} = 6,29 \text{ N/mm}^2$

Carico lineare sbalzo $q_{lin} = 1388,30 \text{ N/mm}$

Lunghezza sbalzo $L_s = 53,2 \text{ mm}$

Modulo di resistenza minimo $W_{min} = 9720,3 \text{ mm}^3$

Momento resistente $M_{p,Rd} = 2175494,0 \text{ N mm}$

Momento massimo $M_{p,Ed} = 1964604,0 \text{ N mm}$

$M_{p,Ed} / M_{p,Rd} = 0,903061 \text{ Ok}$

Sezione parallela a Y a filo della colonna (Nodo n. 1, CMB n. 1)

| | | |
|---|---------------------------------|----------------|
| Pressione media a bordo piastra | $p_{med} = 3,15 \text{ N/mm}^2$ | |
| Carico lineare sbalzo | $q_{lin} = 694,15 \text{ N/mm}$ | |
| Lunghezza sbalzo | $L_s = 53,2 \text{ mm}$ | |
| Modulo di resistenza minimo | $W_{min} = 9720,3 \text{ mm}^3$ | |
| Momento resistente | $M_{p,Rd} =$ | 2175494,0 N mm |
| Momento massimo | $M_{p,Ed} =$ | 982302,1 N mm |
| $M_{p,Ed} / M_{p,Rd} = 0,451531 \text{ Ok}$ | | |

Verifica del momento di progetto del giunto (Nodo n. 1, CMB n. 1)

| | | |
|---|--------------|-----------------|
| Momento resistente del giunto | $M_{j,Rd} =$ | 30922700,0 N mm |
| Momento di progetto | $M_{j,Ed} =$ | 10500000,0 N mm |
| $M_{j,Ed} / M_{j,Rd} = 0,339556 \text{ Ok}$ | | |

Ancoraggio

Tirafondi ad aderenza

Lunghezza tirafondi $L_t = 600 \text{ mm}$

Lunghezza minima tirafondi: 40 diametri (800 mm)

Calcestruzzo

| | | |
|---|---|-------------------------|
| Resistenza cubica caratteristica a compressione | $R_{ck} =$ | 30.00 N/mm ² |
| Resistenza cilindrica caratteristica a compressione | $f_{ck} = 0,83 \cdot R_{ck} =$ | 24.90 N/mm ² |
| Resistenza di calcolo a compressione | $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_C =$ | 14.11 N/mm ² |
| Resistenza caratteristica a trazione | $f_{ctk} = 0,7 \cdot 0,30 \cdot f_{ck}^{2/3} =$ | 1.79 N/mm ² |
| Resistenza tangenziale di aderenza di calcolo | $f_{bd} = 2.25 \cdot \eta \cdot f_{ctk} / \gamma_C =$ | 2.69 N/mm ² |

Compressione massima calcestruzzo (Nodo n. 1, CMB n. 1)

$$p_{max} = 6.29 \text{ N/mm}^2 < f_{od} \text{ Ok}$$

Verifica ancoraggio

Si considera la massima resistenza a trazione di progetto dei tirafondi

| | | |
|--|--|------------|
| Trazione di progetto dell'ancoraggio | $F_{t,an,Ed} = \max [F_{t,Rd}] =$ | 70572.7 N |
| Resistenza a trazione per aderenza | $F_{t,ad,Rd} = L_t \cdot \pi \cdot \varnothing \cdot f_{bd} =$ | 101260.8 N |
| $F_{t,ad,Rd} > F_{t,an,Ed} \text{ Ok}$ | | |