



# REGIONE TOSCANA

**Commissario Delegato  
ex L. 228 24/12/2012**

***LAVORI DI “RIALZAMENTO DEL PONTE SUL FIUME  
FRIGIDO SUL LUNGOMARE VESPUCCI DI MARINA DI  
MASSA”***

***Sito in: Massa  
Viale Vespucci***

***Ente Attuatore: Regione Toscana***

***Proprietà: Comune di Massa***

***Progetto:  
Ing. Paolo Edoardo Giusti***

***Collaboratore:  
Ing. Michele Baldiati***

***DOCUMENTO:***

***Verifica dell' impalcato:  
Fascicolo dei calcoli modello n=6 verifica arco***

***Data: Gennaio 2017***

***----- 000 -----***



Software e Servizi  
per l'Ingegneria s.r.l.

**PRO\_SAP**  
**PRO**fessional **S**tructural **A**nalysis **P**rogram

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

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

Via Garibaldi, 90

44121 Ferrara FE ( Italy)

Tel. +39 0532 200091

Fax +39 0532 200086

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

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

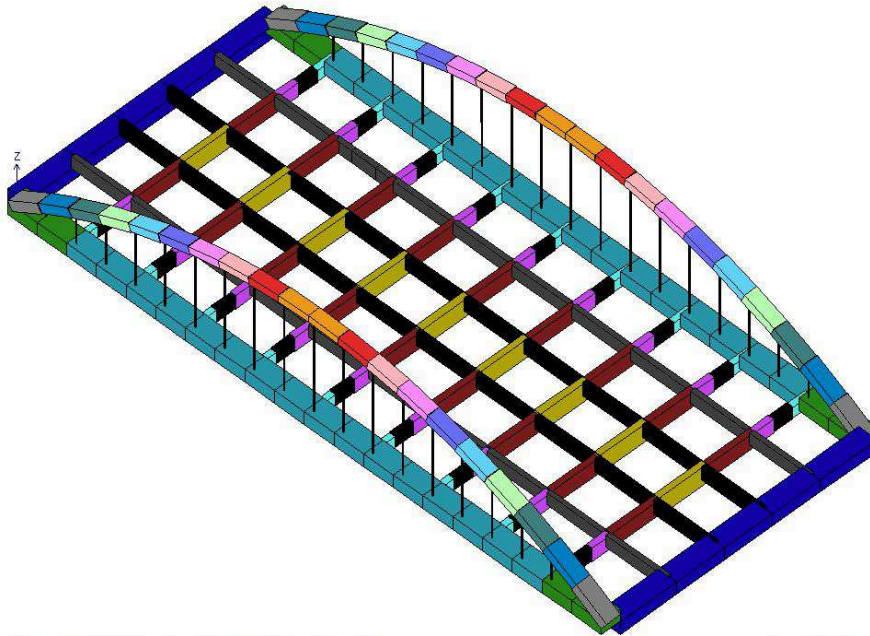
D.M. 14/01/08 cap. 10.2 Affidabilità dei codici utilizzati

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

## INTESTAZIONE E CONTENUTI DELLA RELAZIONE

Progetto Modello n=6 Verifica arco

CARICHI



Copyright © 2016 PRO\_SAP - 2 S.r.l. Software e Servizi - info@2si.it - www.2si.it

modello 1 - n6 verifica trave irrig.PSP

Contenuti della relazione:

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

- *Origine e Caratteristiche dei Codici di Calcolo*

- *Affidabilità dei codici utilizzati*

- *Validazione dei codici*

- *Tipo di analisi svolta*

- *Modalità di presentazione dei risultati*

- *Informazioni generali sull'elaborazione*

- *Giudizio motivato di accettabilità dei risultati*

STAMPA DEI DATI DI INGRESSO

- *Normative prese a riferimento*

- *Criteri adottati per le misure di sicurezza*

- *Criteri seguiti nella schematizzazione della struttura, dei vincoli e delle sconnessioni*

- *Interazione tra terreno e struttura*

- *Legami costitutivi adottati per la modellazione dei materiali e dei terreni*
- *Schematizzazione delle azioni, condizioni e combinazioni di carico*
- *Metodologie numeriche utilizzate per l'analisi strutturale*
- *Metodologie numeriche utilizzate per la progettazione e la verifica degli elementi strutturali*

STAMPA DEI RISULTATI

Il Progettista:

29 marzo 2017

CARATTERISTICHE MATERIALI UTILIZZATI .....	7
LEGENDA TABELLA DATI MATERIALI .....	7
MODELLAZIONE DELLE SEZIONI.....	12
LEGENDA TABELLA DATI SEZIONI .....	12
MODELLAZIONE STRUTTURA: ELEMENTI TRAVE.....	14
TABELLA DATI TRAVI.....	14
MODELLAZIONE DELLE AZIONI .....	17
LEGENDA TABELLA DATI AZIONI.....	17
SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO .....	21
LEGENDA TABELLA CASI DI CARICO .....	21
DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI .....	22
LEGENDA TABELLA COMBINAZIONI DI CARICO .....	22
RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE .....	25
LEGENDA RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE .....	25
VERIFICHE PER ELEMENTI IN ACCIAIO .....	28
LEGENDA TABELLA VERIFICHE PER ELEMENTI IN ACCIAIO.....	28

# CARATTERISTICHE MATERIALI UTILIZZATI

## LEGENDA TABELLA DATI MATERIALI

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Modellazione di strutture in acciaio**

Test N°	Titolo
<b>55</b>	VERIFICA DI STABILITA' DI ASTE COMPRESSE IN ACCIAIO – METODO OMEGA
<b>56</b>	LUCE LIBERA DI TRAVI E ASTE IN ACCIAIO
<b>57</b>	LUCE LIBERA DI COLONNE IN ACCIAIO
<b>58</b>	SVERGOLAMENTO DI TRAVI IN ACCIAIO



<b>59</b>	FATTORE DI STRUTTURA
<b>60</b>	ACCIAIO D.M.2008
<b>61</b>	ACCIAIO EC3
<b>62</b>	GERARCHIA RESISTENZE STRUTTURE IN ACCIAIO
<b>63</b>	STABILITA' DI ASTE COMPOSTE IN ACCIAIO
<b>73</b>	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO CON PRESENZA IRRIGIDIMENTI TRASVERSALI
<b>74</b>	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO CON PRESENZA DI UN PIATTO DI RINFORZO SALDATO ALL'ANIMA DELLA COLONNA
<b>75</b>	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO CON PRESENZA DI DUE PIATTI DI RINFORZO SALDATI ALL'ANIMA DELLA COLONNA
<b>76</b>	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO A DUE VIE SU ALI COLONNA
<b>77</b>	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO A UNA VIA CON DUE COMBINAZIONI DI CARICO
<b>78</b>	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO SU ANIMA SENZA RINFORZI A QUATTRO FILE DI BULLONI DI CUI UNA SU PIASTRA INFERIORE E UNA SU PIASTRA SUPERIORE
<b>79</b>	VERIFICA DELLA PIASTRA NODO TRAVE COLONNA
<b>85</b>	TELAIO ACCIAIO: CONTROVENTI CONCENTRICI

#### Modellazione di strutture in muratura

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

#### Modellazione di strutture in legno

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	
12	acciaio Fe510 - S355		2.100e+06	0.30	8.077e+05	7.80e-03	1.20e-05
	ft	5100.0					
	fy	3550.0					
	fd	3550.0					
	fdt	3150.0					
	sadm	2400.0					
	sadmt	2100.0					

Aste acc.	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
<b>Generalità</b>						
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/..
<b>Lunghezze libere</b>						
Metodo di calcolo 2-2	Assegnato					
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					
<b>Generalità</b>						
Coefficiente gamma M0	1.05					

<b>Pilastri acc.</b>	<b>1/7/..</b>	<b>2/8/..</b>	<b>3/9/..</b>	<b>4/10/..</b>	<b>5/11/..</b>	<b>6/12/..</b>
Coefficiente gamma M1	1.05					
Coefficiente gamma M2	1.25					
Effetti del 2 ordine	Si					
Momenti equivalenti	Si					
Usa condizioni I e II	Si					

<b>Travi acc.</b>	<b>1/7/..</b>	<b>2/8/..</b>	<b>3/9/..</b>	<b>4/10/..</b>	<b>5/11/..</b>	<b>6/12/..</b>
<b>Lunghezze libere</b>						
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					
<b>Generalità</b>						
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					

# MODELLAZIONE DELLE SEZIONI

## LEGENDA TABELLA DATI SEZIONI

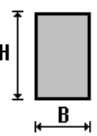
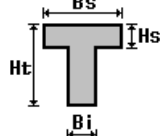
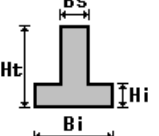
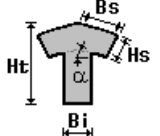
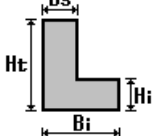
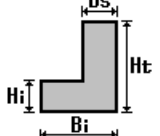
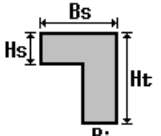
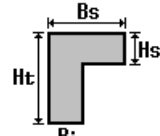
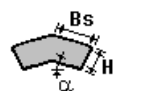
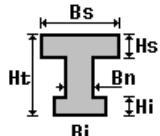
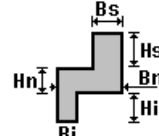
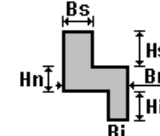
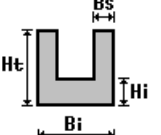
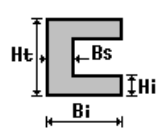
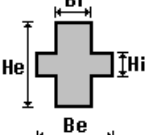
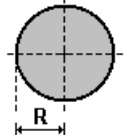
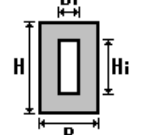
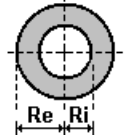
Il programma consente l'uso di sezioni diverse. Sono previsti i seguenti tipi di sezione:

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

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

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

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

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

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

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

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

Test N°	Titolo
<b>1</b>	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI
<b>45</b>	VERIFICA AGLI SLU DI STRUTTURE IN C.A.
<b>48</b>	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 9/1/96
<b>49</b>	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 14/1/2008
<b>50</b>	VERIFICA ALLO SLE (TENSIONI E FESSURAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
<b>51</b>	VERIFICA ALLO SLE (DEFORMAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
<b>104</b>	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	ARCO CONCIO 1	738.00	463.00	301.00	8.798e+05	4.540e+05	8.912e+05	1.511e+04	1.935e+04	1.661e+04	2.129e+04
2	ARCO CONCIO 2	702.00	433.00	295.00	7.651e+05	4.097e+05	7.493e+05	1.391e+04	1.689e+04	1.530e+04	1.858e+04
3	ARCO CONCIO 3	662.00	406.50	281.00	6.467e+05	3.467e+05	6.240e+05	1.236e+04	1.458e+04	1.360e+04	1.604e+04
4	ARCO CONCIO 4	627.00	383.00	268.00	5.461e+05	2.958e+05	5.275e+05	1.106e+04	1.271e+04	1.216e+04	1.398e+04
5	ARCO CONCIO 5	597.00	363.00	256.00	4.668e+05	2.554e+05	4.539e+05	9977.00	1.125e+04	1.098e+04	1.238e+04
6	ARCO CONCIO 6	571.00	347.00	246.00	4.057e+05	2.240e+05	3.987e+05	9104.00	1.011e+04	1.001e+04	1.112e+04
7	ARCO CONCIO 7	551.00	333.00	238.00	3.602e+05	2.003e+05	3.582e+05	8416.00	9267.00	9258.00	1.019e+04
8	ARCO CONCIO 8	536.00	323.00	232.00	3.286e+05	1.834e+05	3.299e+05	7906.00	8658.00	8697.00	9524.00
9	ARCO CONCIO 9	526.00	317.00	228.00	3.075e+05	1.725e+05	3.120e+05	7584.00	8265.00	8342.00	9091.00
10	ARCO CONCIO 10	521.00	313.00	221.00	2.831e+05	1.672e+05	3.033e+05	7584.00	8079.00	8342.00	8887.00
11	LONGHERONI DI BORDO	1470.00	105.00	1374.00	2.770e+05	3.389e+05	3.198e+05	4.518e+04	1.024e+04	4.970e+04	1.126e+04
12	LONGHERONI INTERNI	1479.00	122.00	1374.00	2.770e+05	4.297e+05	3.198e+05	5.730e+04	9043.00	9.302e+04	9947.00
13	TRAVERSO INT. CONCIO 1	1866.00	126.00	1760.00	3.433e+05	4.868e+05	6.115e+05	5.124e+04	2.323e+04	5.636e+04	1.027e+04
14	TRAVERSO INT. CONCIO 2	1880.00	155.00	1760.00	3.433e+05	6.520e+05	6.115e+05	6.863e+04	1.994e+04	7.550e+04	2.194e+04
15	TRAVERSO INT. CONCIO 3	1896.00	187.00	1760.00	3.433e+05	8.691e+05	6.115e+05	9.148e+04	1.731e+04	1.006e+05	1.904e+04
16	TRAVERSO INT. CONCIO 4	1909.00	215.00	1760.00	3.433e+05	1.099e+06	6.115e+05	1.157e+05	1.549e+04	1.273e+05	1.703e+04
18	TRAVERSO INT. CONCIO 6	1942.00	279.00	1760.00	3.433e+05	1.758e+06	6.115e+05	1.850e+05	1.252e+04	2.035e+05	1.377e+04
19	TAVE IRRIG. CONCIO 1	1010.00	340.00	1230.00	2.068e+04	1.293e+06	2.282e+06	3.642e+04	3.372e+04	4.006e+04	3.710e+04
20	TRAVE IRRIG. SEZ. CORR.	846.80	258.00	915.00	1.468e+04	9.144e+05	1.780e+06	2.013e+04	2.438e+04	2.214e+04	2.682e+04
21	TRAVERSO TESTATA	1595.00	62.25	1533.00	502.90	8.730e+06	7.413e+05	5.652e+04	1.612e+04	6.217e+04	1.773e+04
22	PENDINI d 54mm	22.90	22.90	22.90	1.00	41.70	5535.00	15.50	295.00	17.05	324.50

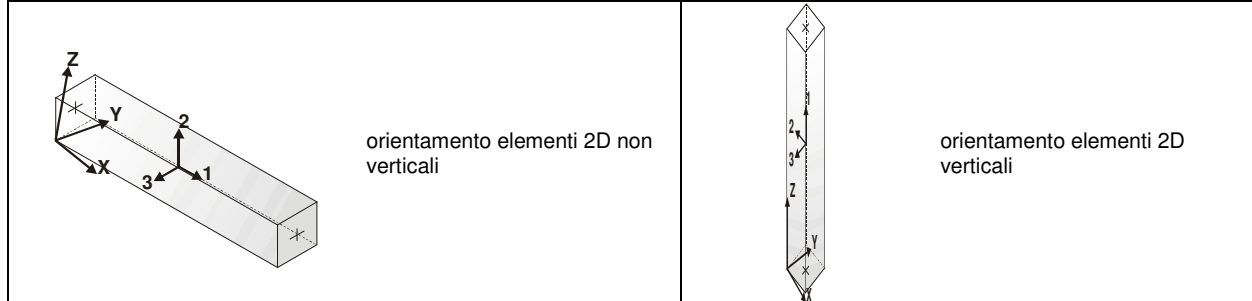
# MODELLAZIONE STRUTTURA: ELEMENTI TRAVE

## TABELLA DATI TRAVI

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

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

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



In particolare per ogni elemento viene indicato in tabella:

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

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

<b>54</b>	DETTAGLI COSTRUTTIVI C.A.: LIMITI D'ARMATURA PILASTRI E NODI TRAVE-PILASTRO
<b>56</b>	VERIFICA DI STABILITA' DI ASTE COMPRESSE IN ACCIAIO – METODO OMEGA
<b>57</b>	LUCE LIBERA DI TRAVI E ASTE IN ACCIAIO
<b>58</b>	LUCE LIBERA DI COLONNE IN ACCIAIO
<b>59</b>	SVERGOLAMENTO DI TRAVI IN ACCIAIO
<b>64</b>	STABILITA' DI ASTE COMPOSTE IN ACCIAIO
<b>73</b>	VALUTAZIONE EFFETTO P- $\delta$ SU PILASTRATA
<b>74</b>	VALUTAZIONE EFFETTO P- $\delta$ SU TELAIO 3D
<b>85</b>	ANALISI PUSHOVER DI UN EDIFICIO IN C.A.
<b>87</b>	ANALISI ELASTO PLASTICA INCREMENTALE
<b>88</b>	ANALISI ELASTO PLASTICA INCREMENTALE
<b>98</b>	VERIFICA ALLO SLU DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
<b>99</b>	VERIFICA ALLO SLE DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
<b>102</b>	SNELLEZZE EC5
<b>130</b>	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
21	Pilas.	3	12	12	22		000011	000011		
22	Pilas.	5	13	12	22		000011	000011		
23	Pilas.	6	14	12	22		000011	000011		
24	Pilas.	7	15	12	22		000011	000011		
25	Pilas.	9	16	12	22		000011	000011		
26	Pilas.	10	17	12	22		000011	000011		
27	Pilas.	11	18	12	22		000011	000011		
28	Pilas.	8	19	12	22		000011	000011		
29	Pilas.	4	20	12	22		000011	000011		
30	Pilas.	2	21	12	22		000011	000011		
51	Pilas.	23	32	12	22		000011	000011		
52	Pilas.	25	33	12	22		000011	000011		
53	Pilas.	26	34	12	22		000011	000011		
54	Pilas.	27	35	12	22		000011	000011		
55	Pilas.	29	36	12	22		000011	000011		
56	Pilas.	30	37	12	22		000011	000011		
57	Pilas.	31	38	12	22		000011	000011		
58	Pilas.	28	39	12	22		000011	000011		
59	Pilas.	24	40	12	22		000011	000011		



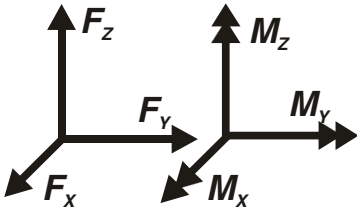
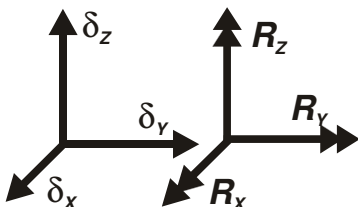
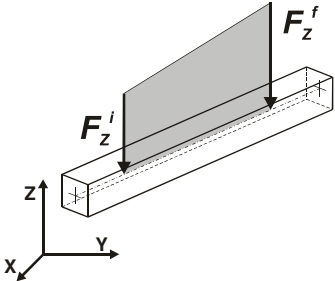
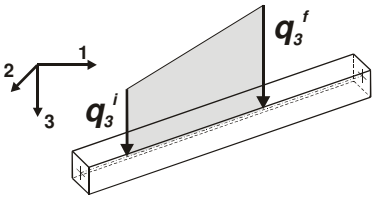
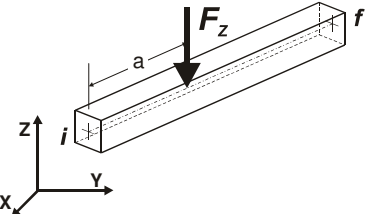
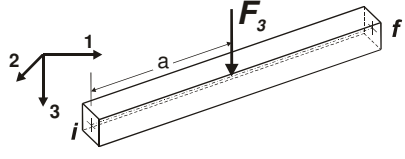
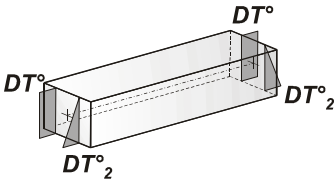
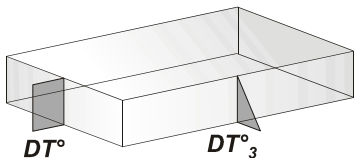
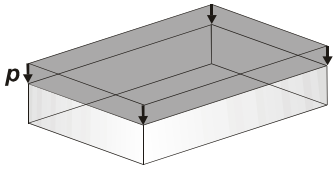
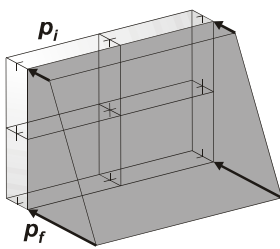
# MODELLAZIONE DELLE AZIONI

## LEGENDA TABELLA DATI AZIONI

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

<b>1</b>	<b>carico concentrato nodale</b>  6 dati (forza Fx, Fy, Fz, momento Mx, My, Mz)
<b>2</b>	<b>spostamento nodale impresso</b>  6 dati (spostamento Tx,Ty,Tz, rotazione Rx,Ry,Rz)
<b>3</b>	<b>carico distribuito globale su elemento tipo trave</b>  7 dati (fx,fy,fz,mx,my,mz,ascissa di inizio carico)  7 dati (fx,fy,fz,mx,my,mz,ascissa di fine carico)
<b>4</b>	<b>carico distribuito locale su elemento tipo trave</b>  7 dati (f1,f2,f3,m1,m2,m3,ascissa di inizio carico)  7 dati (f1,f2,f3,m1,m2,m3,ascissa di fine carico)
<b>5</b>	<b>carico concentrato globale su elemento tipo trave</b>  7 dati (Fx,Fy,Fz,Mx,My,Mz,ascissa di carico)
<b>6</b>	<b>carico concentrato locale su elemento tipo trave</b>  7 dati (F1, F2, F3, M1, M2, M3, ascissa di carico)
<b>7</b>	<b>variazione termica applicata ad elemento tipo trave</b>  7 dati (variazioni termiche: uniforme, media e differenza in altezza e larghezza al nodo iniziale e finale)
<b>8</b>	<b>carico di pressione uniforme su elemento tipo piastra</b>  1 dato (pressione)
<b>9</b>	<b>carico di pressione variabile su elemento tipo piastra</b>  4 dati (pressione, quota, pressione, quota)
<b>10</b>	<b>variazione termica applicata ad elemento tipo piastra</b>  2 dati (variazioni termiche: media e differenza nello spessore)

<b>11</b>	<b>carico variabile generale su elementi tipo trave e piastra</b>  1 dato descrizione della tipologia  4 dati per segmento (posizione, valore, posizione, valore)  la tipologia precisa l'ascissa di definizione, la direzione del carico, la modalità di carico e la larghezza d'influenza per gli elementi tipo trave
<b>12</b>	<b>gruppo di carichi con impronta su piastra</b>  9 dati (numero di ripetizioni in direzione X e Y, valore di ciascun carico, posizione centrale del primo, dimensioni dell'impronta, interasse tra i carichi)

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

**Tipo** carico distribuito globale su trave

Id	Tipo	Pos.	fx	fy	fz	mx	my	mz
		cm	daN/cm	daN/cm	daN/cm	daN	daN	daN
1	qk 27KN	0.0	0.0	0.0	-27.00	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	-27.00	0.0	0.0	0.0
2	qk 7,5KN	0.0	0.0	0.0	-7.50	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	-7.50	0.0	0.0	0.0
9	Q1k	0.0	0.0	0.0	-375.00	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	-375.00	0.0	0.0	0.0
10	Q2k	0.0	0.0	0.0	-250.00	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	-250.00	0.0	0.0	0.0
11	Q3k	0.0	0.0	0.0	-125.00	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	-125.00	0.0	0.0	0.0
12	folia	0.0	0.0	0.0	-4.50	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	-4.50	0.0	0.0	0.0
13	binder	0.0	0.0	0.0	-2.07	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	-2.07	0.0	0.0	0.0

Id	Tipo	Pos.	fx	fy	fz	mx	my	mz
14	passerella	0.0	0.0	0.0	-2.60	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	-2.60	0.0	0.0	0.0
15	acciaio completamente peso	0.0	0.0	0.0	-1.86	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	-1.86	0.0	0.0	0.0

# SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO

## LEGENDA TABELLA CASI DI CARICO

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

Sono previsti i seguenti 11 tipi di casi di carico:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

<b>CDC</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sigla Id</b>	<b>Note</b>
1	Ggk	CDC=Ggk (peso proprio della struttura)	

## 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

$$\gamma G1 \cdot G1 + \gamma G2 \cdot G2 + \gamma P \cdot P + \gamma Q1 \cdot Qk1 + \gamma Q2 \cdot \psi 02 \cdot Qk2 + \gamma Q3 \cdot \psi 03 \cdot Qk3 + \dots$$

#### Combinazione caratteristica (rara) SLE

$$G1 + G2 + P + Qk1 + \psi 02 \cdot Qk2 + \psi 03 \cdot Qk3 + \dots$$

#### Combinazione frequente SLE

$$G1 + G2 + P + \psi 11 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \psi 23 \cdot Qk3 + \dots$$

#### Combinazione quasi permanente SLE

$$G1 + G2 + P + \psi 21 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \psi 23 \cdot Qk3 + \dots$$

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

$$E + G1 + G2 + P + \psi 21 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \dots$$

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

$$G1 + G2 + P + \psi 21 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \dots$$

Dove:

NTC 2008 Tabella 2.5.I

Destinazione d'uso/azione	$\psi 0$	$\psi 1$	$\psi 2$
Categoria A residenziali	0,70	0,50	0,30
Categoria B uffici	0,70	0,50	0,30
Categoria C ambienti suscettibili di affollamento	0,70	0,70	0,60
Categoria D ambienti ad uso commerciale	0,70	0,70	0,60
Categoria E biblioteche, archivi, magazzini,...	1,00	0,90	0,80
Categoria F Rimesse e parcheggi (autoveicoli $\leq 30kN$ )	0,70	0,70	0,60
Categoria G Rimesse e parcheggi (autoveicoli $> 30kN$ )	0,70	0,50	0,30
Categoria H Coperture	0,00	0,00	0,00
Vento	0,60	0,20	0,00
Neve a quota $\leq 1000$ m	0,50	0,20	0,00
Neve a quota $> 1000$ m	0,70	0,50	0,20
Variazioni Termiche	0,60	0,50	0,00

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

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

NTC 2008 Tabella 2.6.I

		Coefficiente $\gamma_f$	<b>EQU</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>
Carichi permanenti	Favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali (Non compiutamente definiti)	Favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	Favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

Cmb	Tipo	Sigla Id	effetto P-delta
1	SLU	Combinazione 1 da definire	
2	T.AMM.	Combinazione 2 da definire	

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	1.35	1.35	0.60	0.0	1.50									
2	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0									



# RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE

## LEGENDA RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE

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

Gli elementi vengono suddivisi in relazione alle proprietà in elementi:

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

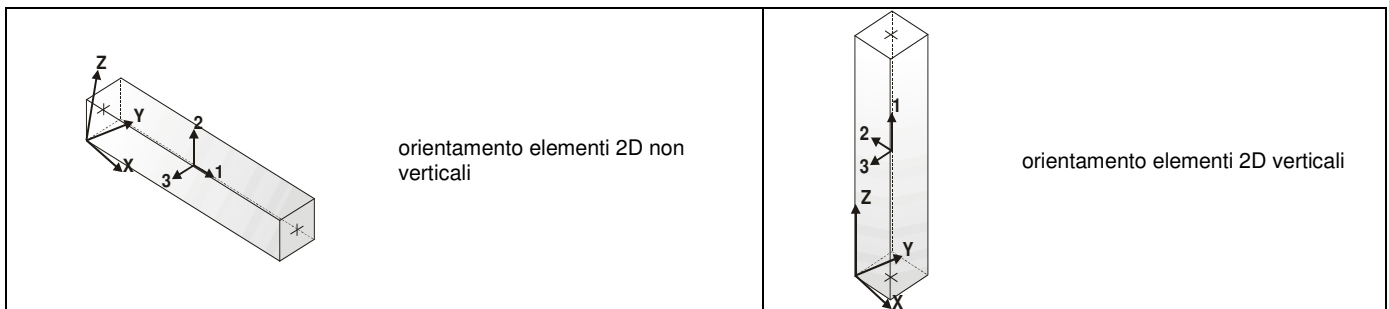
Per ogni elemento e per ogni combinazione (o caso di carico) vengono riportati i risultati più significativi.

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

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

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

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



Pilas.	Cmb	M3 mx/mn daN cm	M2 mx/mn daN cm	D 2 / D 3 cm	Q 2 / Q 3 daN	Pos. cm	N daN	V 2 daN	V 3 daN	T daN cm	M 2 daN cm	M 3 daN cm
21	1	0.0	0.0	-0.11	0.0	0.0	1.348e+04	0.0	0.0	4.51	0.0	0.0
		0.0	0.0	-0.07	0.0	121.6	1.351e+04	0.0	0.0	4.51	0.0	0.0
21	2	0.0	0.0	-0.05	0.0	0.0	4221.32	0.0	0.0	1.51	0.0	0.0
		0.0	0.0	-0.02	0.0	121.6	4243.04	0.0	0.0	1.51	0.0	0.0
22	1	0.0	0.0	-0.19	0.0	0.0	2.874e+04	0.0	0.0	2.02	0.0	0.0
		0.0	0.0	-0.21	0.0	230.4	2.879e+04	0.0	0.0	2.02	0.0	0.0
22	2	0.0	0.0	-0.09	0.0	0.0	9038.80	0.0	0.0	0.67	0.0	0.0
		0.0	0.0	-0.07	0.0	230.4	9079.95	0.0	0.0	0.67	0.0	0.0
23	1	0.0	0.0	-0.26	0.0	0.0	3.315e+04	0.0	0.0	1.54	0.0	0.0
		0.0	0.0	-0.32	0.0	326.4	3.323e+04	0.0	0.0	1.54	0.0	0.0
23	2	0.0	0.0	-0.12	0.0	0.0	1.034e+04	0.0	0.0	0.51	0.0	0.0
		0.0	0.0	-0.10	0.0	326.4	1.040e+04	0.0	0.0	0.51	0.0	0.0
24	1	0.0	0.0	-0.33	0.0	0.0	3.754e+04	0.0	0.0	0.80	0.0	0.0
		0.0	0.0	-0.42	0.0	409.0	3.764e+04	0.0	0.0	0.80	0.0	0.0
24	2	0.0	0.0	-0.14	0.0	0.0	1.171e+04	0.0	0.0	0.26	0.0	0.0
		0.0	0.0	-0.13	0.0	409.0	1.178e+04	0.0	0.0	0.26	0.0	0.0
25	1	0.0	0.0	-0.38	0.0	0.0	3.736e+04	0.0	0.0	0.78	0.0	0.0
		0.0	0.0	-0.51	0.0	480.0	3.747e+04	0.0	0.0	0.78	0.0	0.0
25	2	0.0	0.0	-0.15	0.0	0.0	1.150e+04	0.0	0.0	0.26	0.0	0.0
		0.0	0.0	-0.16	0.0	480.0	1.158e+04	0.0	0.0	0.26	0.0	0.0
26	1	0.0	0.0	-0.39	0.0	0.0	3.941e+04	0.0	0.0	0.45	0.0	0.0
		0.0	0.0	-0.58	0.0	537.6	3.954e+04	0.0	0.0	0.45	0.0	0.0
26	2	0.0	0.0	-0.14	0.0	0.0	1.209e+04	0.0	0.0	0.15	0.0	0.0
		0.0	0.0	-0.18	0.0	537.6	1.218e+04	0.0	0.0	0.15	0.0	0.0
27	1	0.0	0.0	-0.36	0.12	0.0	3.823e+04	-0.06	0.0	0.43	0.0	0.0
		-8.78	0.0	-0.64	0.0	582.4	3.837e+04	0.06	0.0	0.43	0.0	0.0
27	2	0.0	0.0	-0.12	0.09	0.0	1.157e+04	-0.04	0.0	0.14	0.0	0.0
		-6.50	0.0	-0.20	0.0	582.4	1.168e+04	0.04	0.0	0.14	0.0	0.0
28	1	0.0	0.0	-0.28	0.0	0.0	4.000e+04	0.0	0.0	0.21	0.0	0.0
		0.0	0.0	-0.69	0.0	614.4	4.015e+04	0.0	0.0	0.21	0.0	0.0
28	2	0.0	0.0	-0.09	0.0	0.0	1.196e+04	0.0	0.0	0.07	0.0	0.0
		0.0	0.0	-0.22	0.0	614.4	1.207e+04	0.0	0.0	0.07	0.0	0.0
29	1	9.55	0.0	-0.15	-0.12	0.0	3.873e+04	0.06	0.0	0.11	0.0	0.0
		0.0	0.0	-0.72	0.0	633.6	3.888e+04	-0.06	0.0	0.11	0.0	0.0
29	2	7.07	0.0	-0.05	-0.09	0.0	1.145e+04	0.04	0.0	0.04	0.0	0.0
		0.0	0.0	-0.23	0.0	633.6	1.157e+04	-0.04	0.0	0.04	0.0	0.0
30	1	0.0	0.0	-1.21e-03	0.0	0.0	4.081e+04	0.0	0.0	-7.86e-06	0.0	0.0
		0.0	0.0	-0.73	0.0	640.0	4.097e+04	0.0	0.0	-7.86e-06	0.0	0.0
30	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.190e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	-0.23	0.0	640.0	1.201e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
51	1	0.0	0.0	0.11	0.0	0.0	1.338e+04	0.0	0.0	-4.51	0.0	0.0
		0.0	0.0	-0.07	0.0	121.6	1.341e+04	0.0	0.0	-4.51	0.0	0.0
51	2	0.0	0.0	0.05	0.0	0.0	4221.32	0.0	0.0	-1.51	0.0	0.0
		0.0	0.0	-0.02	0.0	121.6	4243.04	0.0	0.0	-1.51	0.0	0.0
52	1	0.0	0.0	0.19	0.0	0.0	2.872e+04	0.0	0.0	-2.02	0.0	0.0
		0.0	0.0	-0.21	0.0	230.4	2.877e+04	0.0	0.0	-2.02	0.0	0.0
52	2	0.0	0.0	0.09	0.0	0.0	9038.80	0.0	0.0	-0.67	0.0	0.0
		0.0	0.0	-0.07	0.0	230.4	9079.95	0.0	0.0	-0.67	0.0	0.0
53	1	0.0	0.0	0.26	0.0	0.0	3.315e+04	0.0	0.0	-1.54	0.0	0.0
		0.0	0.0	-0.32	0.0	326.4	3.323e+04	0.0	0.0	-1.54	0.0	0.0
53	2	0.0	0.0	0.12	0.0	0.0	1.034e+04	0.0	0.0	-0.51	0.0	0.0
		0.0	0.0	-0.10	0.0	326.4	1.040e+04	0.0	0.0	-0.51	0.0	0.0
54	1	0.0	0.0	0.33	0.0	0.0	3.755e+04	0.0	0.0	-0.80	0.0	0.0
		0.0	0.0	-0.42	0.0	409.0	3.765e+04	0.0	0.0	-0.80	0.0	0.0
54	2	0.0	0.0	0.14	0.0	0.0	1.171e+04	0.0	0.0	-0.26	0.0	0.0
		0.0	0.0	-0.13	0.0	409.0	1.178e+04	0.0	0.0	-0.26	0.0	0.0
55	1	0.0	0.0	0.38	0.0	0.0	3.736e+04	0.0	0.0	-0.78	0.0	0.0
		0.0	0.0	-0.51	0.0	480.0	3.748e+04	0.0	0.0	-0.78	0.0	0.0
55	2	0.0	0.0	0.15	0.0	0.0	1.150e+04	0.0	0.0	-0.26	0.0	0.0
		0.0	0.0	-0.16	0.0	480.0	1.158e+04	0.0	0.0	-0.26	0.0	0.0
56	1	0.0	0.0	0.39	0.0	0.0	3.942e+04	0.0	0.0	-0.45	0.0	0.0
		0.0	0.0	-0.58	0.0	537.6	3.955e+04	0.0	0.0	-0.45	0.0	0.0
56	2	0.0	0.0	0.14	0.0	0.0	1.209e+04	0.0	0.0	-0.15	0.0	0.0
		0.0	0.0	-0.18	0.0	537.6	1.218e+04	0.0	0.0	-0.15	0.0	0.0
57	1	8.78	0.0	0.36	-0.12	0.0	3.823e+04	0.06	0.0	-0.43	0.0	0.0
		0.0	0.0	-0.64	0.0	582.4	3.837e+04	-0.06	0.0	-0.43	0.0	0.0
57	2	6.50	0.0	0.12	-0.09	0.0	1.157e+04	0.04	0.0	-0.14	0.0	0.0
		0.0	0.0	-0.20	0.0	582.4	1.168e+04	-0.04	0.0	-0.14	0.0	0.0
58	1	0.0	0.0	0.27	0.0	0.0	4.001e+04	0.0	0.0	-0.21	0.0	0.0
		0.0	0.0	-0.69	0.0	614.4	4.015e+04	0.0	0.0	-0.21	0.0	0.0
58	2	0.0	0.0	0.09	0.0	0.0	1.196e+04	0.0	0.0	-0.07	0.0	0.0
		0.0	0.0	-0.22	0.0	614.4	1.207e+04	0.0	0.0	-0.07	0.0	0.0

59	1	0.0	0.0	0.15	0.12	0.0	3.873e+04	-0.06	0.0	-0.11	0.0	0.0
		-9.55	0.0	-0.72	0.0	633.6	3.888e+04	0.06	0.0	-0.11	0.0	0.0
59	2	0.0	0.0	0.05	0.09	0.0	1.145e+04	-0.04	0.0	-0.04	0.0	0.0
		-7.07	0.0	-0.23	0.0	633.6	1.157e+04	0.04	0.0	-0.04	0.0	0.0
<b>Pilas.</b>		<b>M3 mx/mn</b>	<b>M2 mx/mn</b>	<b>D 2 / D 3</b>	<b>Q 2 / Q 3</b>		<b>N</b>	<b>V 2</b>	<b>V 3</b>	<b>T</b>		
		-9.55	0.0	-0.73	-0.12		4221.32	-0.06	0.0	-4.51		
		9.55	0.0	0.39	0.12		4.097e+04	0.06	0.0	4.51		

# VERIFICHE PER ELEMENTI IN ACCIAIO

## LEGENDA TABELLA VERIFICHE PER ELEMENTI IN ACCIAIO

Il programma consente la verifica dei seguenti tipi di elementi:

1. **aste**                                      2. **travi**                                      3. **pilastri**

L'esito delle verifiche è espresso con un codice come di seguito indicato

**Ok:**                                      verifica con esito positivo

**NV:**                                      verifica con esito negativo

**Nr:**                                      verifica non richiesta.

Per comodità gli elementi vengono raggruppati in tabelle in relazione al tipo.

Ai fini delle verifiche (come da D.M. 14 Gennaio 2008 e circ. 2 Febbraio 2009 n.617) i tipi elementi differiscono per i seguenti aspetti:

Verifica		Aste	Travi	Pilastri
4.2.3.1	Classificazione	X	X	X
4.2.4.1.2	Trazione, Compressione	X	X	X
	Taglio, Torsione		X	X
	Flessione, taglio e forza assiale		X	X
4.2.4.1.3.1	Aste compresse	X	X	X
4.2.4.1.3.2	Instabilità flesso-torsionale		X	X
4.2.4.1.3.3	Membrature inflesse e compresse		X	X

Ai fini delle verifiche per strutture dissipative (come da D.M. 14 Gennaio 2008 e circ. 2 Febbraio 2009 n.617 per strutture intelaiate e a controventi concentrici) si considerano le verifiche del capitolo 4 con azioni amplificate e le verifiche del capitolo 7:

Verifica		Travi	Pilastri
4.2.4.1.2	Trazione, Compressione	X	X
	Taglio, Torsione		X
	Flessione, taglio e forza assiale	X	X
4.2.4.1.3.1	Aste compresse	X	X
4.2.4.1.3.2	Instabilità flesso-torsionale		X
7.5.3	Sfruttamento per momento	X	
7.5.4	Sfruttamento per sforzo normale	X	
7.5.5	Sfruttamento per taglio da capacità flessionale	X	
7.5.9	Sfruttamento per taglio amplificato		X

Viene inoltre riportata la verifica del par. 7.5.4.3 Gerarchia delle resistenze trave-colonna per ogni colonna, considerando piede e testa in entrambe le direzioni globali X e Y.

L'insieme delle verifiche sopra riportate è condotto sugli elementi purché dotati di sezione idonea come da tabella seguente:

Azione	SEZIONI GENERICHE	PROFILI SEMPLICI	PROFILI ACCOPPIATI
4.2.3.1 Classificazione automatica	L, doppio T, C, rettangolare cava, circolare cava	Tutti	Da profilo semplice
4.2.3.1 Classificazione di default 2	Circolare		
4.2.3.1 Classificazione di default 3	restanti		
4.2.4.1.2 Trazione	si	si	si
4.2.4.1.2 Compressione	si	si	si
4.2.4.1.2 Taglio, Torsione	si	si	si
4.2.4.1.2 Flessione, taglio e forza assiale	si	si	si
4.2.4.1.3.1 Aste compresse	si	si	per elementi ravvicinati e a croce o coppie calastrellate
4.2.4.1.3.2 Travi inflesse	doppio T simmetrica	doppio T	no

Le verifiche sono riportate in tabelle con il significato sotto indicato; le verifiche sono espresse dal rapporto tra l'azione di progetto e la capacità ultima, pertanto la verifica ha esito positivo per rapporti non superiori all'unità.

Asta	Trave	Pilastro	numero dell'elemento
	<b>Stato</b>		codice di verifica per resistenza, stabilità, svergolamento
	<b>Note</b>		sezione e materiali adottati per l'elemento
	<b>V N</b>		(ASTE) verifica come da par. 4.2.4.1.2 per punto (4.2.6) e (4.2.10)
	<b>V V/T</b>		(TRAVI E PILASTRI) verifica di resistenza come da par. 4.2.4.1.2 per azioni taglio-torsione (4.2.17 e 4.2.29)
	<b>V N/M</b>		(TRAVI E PILASTRI) verifica di resistenza come da par. 4.2.4.1.2 per azioni composte (4.2.34) con riduzione per taglio (4.2.41) ove richiesto
<b>N</b>	<b>M3</b>	<b>M2</b> <b>V2</b> <b>V3</b>	<b>T</b> sollecitazioni di interesse per la verifica
	<b>V stab</b>		(ASTE) verifica come da par. 4.2.4.1.3 per punto (4.2.42)
	<b>V stab</b>		(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 flesso-torsionale)

<b>BetaxL</b>	<b>B22xL</b>	<b>B33xL</b>	lunghezze libere di inflessione (se indicato riferiti al piano di normale 22 o 33 rispettivamente)
<b>Snellezza</b>			snellezza massima
<b>Classe</b>			classe del profilo
<b>Chi mn</b>			coefficiente di riduzione (della capacità) per la modalità di instabilità pertinente
<b>Rif. cmb</b>			combinazioni in cui si sono rispettivamente attinti i valori di verifica più elevati
<b>V flst</b>			(TRAVI E PILASTRI) verifica di stabilità come da par. 4.2.4.1.3.2 per punto (4.2.49)
<b>B1-1 x L</b>			Beta1-1 x L: interasse tra i ritegni torsionali
<b>Chi LT</b>			coefficiente di riduzione (della capacità) per la modalità di instabilità flesso-torsionale
<b>Snell adim</b>			Valore della snellezza adimensionale, utilizzato per il controllo previsto al par. 7.5.5
<b>v.Omeg</b>			Valore del rapporto capacità/domanda per l' azione di interesse (momento per travi e azione assiale per aste) utilizzato per l' amplificazione delle azioni
<b>f.Om. N</b>			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
<b>f.Om. T</b>			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
<b>V.7.5.3 M Ed</b>			Verifica come prevista al punto 7.5.3 e valore dell' azione flettente
<b>V.7.5.4 N Ed</b>			Verifica come prevista al punto 7.5.4 e valore dell' azione assiale
<b>V.7.5.5 V Ed,G V Ed,M</b>			Verifica come prevista al punto 7.5.5 e valore dei tagli dovuti ai carichi e alla capacità
<b>V.7.5.9 V Ed</b>			Verifica come prevista al punto 7.5.9 e valore dell' azione di taglio
<b>sovr. Xi (Xf, Yi, Yf)</b>			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
<b>56</b>	VERIFICA DI STABILITA' DI ASTE COMPRESSE IN ACCIAIO – METODO OMEGA
<b>57</b>	LUCE LIBERA DI TRAVI E ASTE IN ACCIAIO
<b>58</b>	LUCE LIBERA DI COLONNE IN ACCIAIO
<b>59</b>	SVERGOLAMENTO DI TRAVI IN ACCIAIO
<b>61</b>	ACCIAIO D.M. 2008
<b>63</b>	GERARCHIA RESISTENZE STRUTTURE IN ACCIAIO
<b>64</b>	STABILITA' DI ASTE COMPOSTE IN ACCIAIO
<b>73</b>	VALUTAZIONE EFFETTO P-Δ SU PILASTRATA
<b>74</b>	VALUTAZIONE EFFETTO P-Δ SU TELAIO 3D