PRO_SAP
PER WINDOWS 2000(NT) - Me(9x)

Relazione di calcolo sulla struttura impostata e redatta secondo le modalità previste nelle istruzioni C.N.R. 10024/86 " Analisi di strutture mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo "

2S.I. SOFTWARE E SERVIZI PER L'INGEGNERIA SRL
P.tta Schiatti 8/b
44100 FERRARA (ITALY)
tel. 39 532 200091 – fax 39 532 200086
www.2si.it **info@2si.it**

INTESTAZIONE E CONTENUTI DELLA RELAZIONE

Contenuti della relazione:

(CNR 10024/86 pt. 3.1)	- Descrizione generale dell'opera
(CNR 10024/86 pt. 3.2)	- Normativa di riferimento
(CNR 10024/86 pt. 3.3)	- Criteri di analisi della sicurezza
(CNR 10024/86 pt. 4)	- Origine e caratteristiche dei codici di calcolo adottati
(CNR 10024/86 pt. 3.8 5.1)	- Modellazione dei materiali
(CNR 10024/86 pt. 3.6 3.7 5.1)	- Schematizzazione e modellazione delle azioni
(CNR 10024/86 pt. 3.4 3.5 5.1)	- Schematizzazione e modellazione della struttura e dei vincoli
(CNR 10024/86 pt. 3.9 5.1)	- Tipo di analisi effettuate
(CNR 10024/86 pt. 5.2)	- Stampa dei risultati

INTESTAZIONE E CONTENUTI DELLA RELAZIONE 2
NORMATIVA DI RIFERIMENTO 3
CRITERI DI ANALISI DELLA SICUREZZA 4
ORIGINE E CARATTERISTICHE DEL CODICE DI CALCOLO ADOTTATO 5
MODELLAZIONE DEI MATERIALI 6
LEGENDA TABELLA DATI MATERIALI 6
TABELLA DATI MATERIALI 7
MODELLAZIONE DELLE SEZIONI 8
LEGENDA TABELLA DATI SEZIONI 8
MODELLAZIONE STRUTTURA: NODI 10
LEGENDA TABELLA DATI NODI 10
TABELLA DATI NODI 10
MODELLAZIONE STRUTTURA: ELEMENTI TRAVE 12
TABELLA DATI TRAVI 12
MODELLAZIONE STRUTTURA: ELEMENTI SHELL 14
LEGENDA TABELLA DATI SHELL 14
MODELLAZIONE DELLE AZIONI 20
LEGENDA TABELLA DATI AZIONI 20
SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO 23
LEGENDA TABELLA CASI DI CARICO 23
DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI 26
LEGENDA TABELLA COMBINAZIONI DI CARICO 26
RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE 27
LEGENDA RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE 27
RISULTATI ELEMENTI TIPO SHELL 29
LEGENDA RISULTATI ELEMENTI TIPO SHELL 29
VERIFICHE ELEMENTI TRAVE C.A. 33
LEGENDA TABELLA VERIFICHE ELEMENTI TRAVE C.A. 33
VERIFICHE ELEMENTI SHELL C.A. 36
LEGENDA TABELLA VERIFICHE ELEMENTI SHELL C.A. 36

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

[1] 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".

[2] 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>>".

[3] D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".

[4] 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.

[5] 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.

[6] D.M. LL.PP. 20 Novembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento".

[7] 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”.

[8] 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”.

[9] D.M. LL.PP. 3 Dicembre 1987 “Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate”.

[10] UNI 9502 - Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso - edizione maggio 2001

[11] 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”.

[12] Eurocodice n.2 – Progettazione delle strutture cementizie.

[13] Eurocodice n.3 – Progettazione di strutture in acciaio.

[14] Eurocodice n.4 – Regole comuni unificate per le strutture composite in acciaio e calcestruzzo.

[15] Eurocodice n.5 – Regole comuni unificate per le strutture in legno.

[16] Eurocodice n.8 – Strutture in zone sismiche - Progetto.

CRITERI DI ANALISI DELLA SICUREZZA

La verifica della sicurezza degli elementi strutturali avviene con i metodi della scienza delle costruzioni.
L'analisi strutturale è condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tensodeformativo indotto da carichi statici.
L'analisi strutturale è condotta con il metodo dell'analisi modale e dello spettro di risposta in termini di accelerazione per la valutazione dello stato tensodeformativo indotto da carichi dinamici
(tra cui quelli di tipo sismico).
L'analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti. Il metodo sopraindicato si basa sulla schematizzazione della struttura in elementi connessi solo in corrispondenza di un numero prefissato di punti denominati nodi. I nodi sono definiti dalle tre coordinate cartesiane in un sistema di riferimento globale.
Le incognite del problema (nell'ambito del metodo degli spostamenti) sono le componenti di spostamento dei nodi riferite al sistema di riferimento globale (traslazioni secondo X, Y, Z, rotazioni attorno X, Y, Z).
La soluzione del problema si ottiene con un sistema di equazioni algebriche lineari i cui termini noti sono costituiti dai carichi agenti sulla struttura opportunamente concentrati ai nodi:

K * **u** = **F** dove **K** = matrice di rigidezza
u = vettore spostamenti nodali
F = vettore forze nodali

Dagli spostamenti ottenuti con la risoluzione del sistema vengono quindi dedotte le sollecitazioni e/o le tensioni di ogni elemento, riferite generalmente ad una terna locale all'elemento stesso.
Il sistema di riferimento utilizzato è costituito da una terna cartesiana destrorsa XYZ. Si assume l'asse Z verticale ed orientato verso l'alto.
Gli elementi utilizzati per la modellazione dello schema statico della struttura sono i seguenti:

- Elemento tipo ***TRUSS*** (biella)
- Elemento tipo ***BEAM*** (trave)
- Elemento tipo ***MEMBRANE*** (membrana)
- Elemento tipo ***PLATE*** (piastra-guscio)
- Elemento tipo ***BOUNDARY*** (molla)
- Elemento tipo ***STIFFNESS*** (matrice di rigidezza)

I succitati elementi sono di norma compresi nella libreria prevista dai più diffusi programmi di analisi agli elementi finiti.

ORIGINE E CARATTERISTICHE DEL CODICE DI CALCOLO ADOTTATO

Il codice di calcolo adottato è *ALGOR SUPERSAP* prodotto dalla ALGOR INTERACTIVE SYSTEMS, Inc. Pittsburgh, PA, USA.

Il programma *SUPERSAP* applica il metodo degli elementi finiti per strutture di forma qualunque, comunque caricate e vincolate, nell'ambito del comportamento lineare delle stesse.
La risoluzione del sistema K * u = F è condotta con l'algoritmo di Gauss modificato sulla matrice K globale suddivisa in blocchi.
La risoluzione delle equazioni del moto, ed in particolare l'applicazione dell'analisi dinamica prevista per il calcolo in zona sismica è condotta con il metodo dello spettro di risposta.
Si sottolinea che il solutore *ALGOR SUPERSAP* è stato sottoposto, con esito positivo e relativa certificazione, ai test N.A.F.E.M.S. (test di confronto della National Agency for Finite Element Methods and Standards in Inghilterra).

Si sottolinea inoltre che il solutore *ALGOR SUPERSAP* è soggetto ad attività di controllo ai sensi della Q.A. (quality assurance), condizione essenziale per l'utilizzo dei codici di calcolo nell'ambito della progettazione nucleare ed off-shore.

MODELLAZIONE DEI MATERIALI

LEGENDA TABELLA DATI MATERIALI

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

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

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

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

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

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

TABELLA DATI MATERIALI

Id	Tipo / Note		Young	Poisson	G	Gamma	Alfa
		daN/cm2	daN/cm2		daN/cm2	daN/cm3	
5	c.a. classe 40		3.605e+05	0.12	1.609e+05	2.50e-03	1.00e-05
	Rck	400.0					
	fctm	31.6					

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

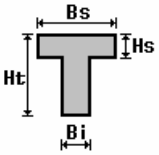
Le sezioni utilizzate nella modellazione sono individuate da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni sezione vengono riportati in tabella i seguenti dati:

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

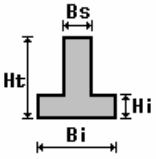
I dati soprariportati vengono utilizzati per la determinazione dei carichi inerziali e per la definizione delle rigidezze degli elementi strutturali; qualora il valore di Area V2 (e/o Area V3) sia nullo la deformabilità per taglio V2 (e/o V3) è trascurata. La valutazione delle caratteristiche inerziali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



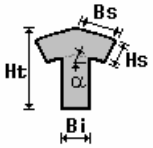
rettangolare



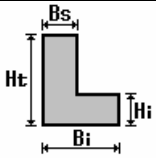
a T



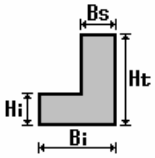
a T rovescia



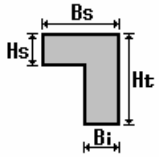
a T di colmo



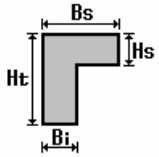
a L



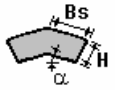
a L specchiata



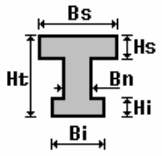
a L specchiata rovescia



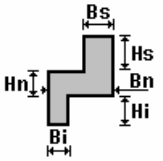
a L rovescia



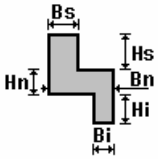
a L di colmo



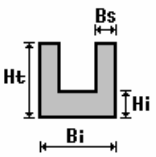
a doppio T



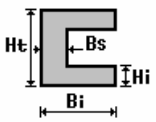
a quattro specchiata



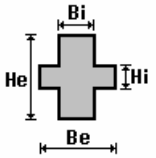
a quattro



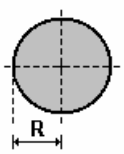
a U



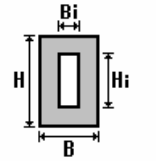
a C



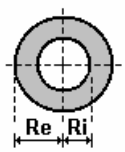
a croce



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 profilatari.

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

Id	Tipo	Area	A V2	A V3	Jt	J 2-2	J 3-3	W 2-2	W 3-3	Wp 2-2	Wp 3-3
		cm2	cm2	cm2	cm4	cm4	cm4	cm3	cm3	cm3	cm3
1	Rettangolare: b=60.00 h =60.00	3600.00	0.0	0.0	1.822e+06	1.080e+06	1.080e+06	3.600e+04	3.600e+04	5.400e+04	5.400e+04

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.
Rig. TX	valore della rigidezza dei vincoli elastici eventualmente applicati al nodo, nello specifico TX (idem per TY, TZ, RX, RY, RZ).

TABELLA DATI NODI

Nodo	X	Y	Z	Nodo	X	Y	Z	Nodo	X	Y	Z
	cm	cm	cm		cm	cm	cm		cm	cm	cm
2	277.2	114.8	93.8	3	212.1	212.1	93.8	5	114.8	277.2	93.8
7	0.0	300.0	93.8	9	-114.8	277.2	93.8	11	-212.1	212.1	93.8
13	-277.2	114.8	93.8	15	-300.0	0.0	93.8	17	-277.2	-114.8	93.8
19	-212.1	-212.1	93.8	21	-114.8	-277.2	93.8	23	0.0	-300.0	93.8
25	114.8	-277.2	93.8	27	212.1	-212.1	93.8	29	277.2	-114.8	93.8
31	300.0	0.0	93.8	33	277.2	114.8	187.5	34	212.1	212.1	187.5
35	114.8	277.2	187.5	36	0.0	300.0	187.5	37	-114.8	277.2	187.5
38	-212.1	212.1	187.5	39	-277.2	114.8	187.5	40	-300.0	0.0	187.5
41	-277.2	-114.8	187.5	42	-212.1	-212.1	187.5	43	-114.8	-277.2	187.5
44	0.0	-300.0	187.5	45	114.8	-277.2	187.5	46	212.1	-212.1	187.5
47	277.2	-114.8	187.5	48	300.0	0.0	187.5	49	277.2	114.8	281.3
50	212.1	212.1	281.3	51	114.8	277.2	281.3	52	0.0	300.0	281.3
53	-114.8	277.2	281.3	54	-212.1	212.1	281.3	55	-277.2	114.8	281.3
56	-300.0	0.0	281.3	57	-277.2	-114.8	281.3	58	-212.1	-212.1	281.3
59	-114.8	-277.2	281.3	60	0.0	-300.0	281.3	61	114.8	-277.2	281.3
62	212.1	-212.1	281.3	63	277.2	-114.8	281.3	64	300.0	0.0	281.3
65	277.2	114.8	375.0	66	212.1	212.1	375.0	67	114.8	277.2	375.0
68	0.0	300.0	375.0	69	-114.8	277.2	375.0	70	-212.1	212.1	375.0

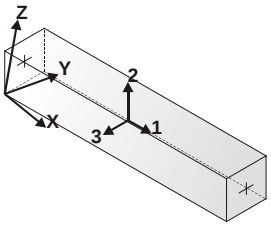
71	-277.2	114.8	375.0	72	-300.0	0.0	375.0	73	-277.2	-114.8	375.0
74	-212.1	-212.1	375.0	75	-114.8	-277.2	375.0	76	0.0	-300.0	375.0
77	114.8	-277.2	375.0	78	212.1	-212.1	375.0	79	277.2	-114.8	375.0
80	300.0	0.0	375.0	81	277.2	114.8	468.8	82	212.1	212.1	468.8
83	114.8	277.2	468.8	84	0.0	300.0	468.8	85	-114.8	277.2	468.8
86	-212.1	212.1	468.8	87	-277.2	114.8	468.8	88	-300.0	0.0	468.8
89	-277.2	-114.8	468.8	90	-212.1	-212.1	468.8	91	-114.8	-277.2	468.8
92	0.0	-300.0	468.8	93	114.8	-277.2	468.8	94	212.1	-212.1	468.8
95	277.2	-114.8	468.8	96	300.0	0.0	468.8	97	277.2	114.8	562.5
98	212.1	212.1	562.5	99	-212.1	-212.1	1031.3	102	277.2	-114.8	1031.3
103	-277.2	114.8	562.5	104	-300.0	0.0	562.5	105	-277.2	-114.8	562.5
106	-212.1	-212.1	562.5	107	-114.8	-277.2	562.5	108	0.0	-300.0	562.5
109	114.8	-277.2	562.5	110	212.1	-212.1	562.5	111	277.2	-114.8	562.5
112	300.0	0.0	562.5	113	277.2	114.8	656.3	114	212.1	212.1	656.3
115	-114.8	-277.2	1031.3	118	300.0	0.0	1031.3	119	-277.2	114.8	656.3
120	-300.0	0.0	656.3	121	-277.2	-114.8	656.3	122	-212.1	-212.1	656.3
123	-114.8	-277.2	656.3	124	0.0	-300.0	656.3	126	212.1	-212.1	656.3
127	277.2	-114.8	656.3	128	300.0	0.0	656.3	129	277.2	114.8	750.0
130	212.1	212.1	750.0	131	0.0	-300.0	1031.3	135	-277.2	114.8	750.0
136	-300.0	0.0	750.0	137	-277.2	-114.8	750.0	138	-212.1	-212.1	750.0
139	-114.8	-277.2	750.0	140	0.0	-300.0	750.0	142	212.1	-212.1	750.0
143	277.2	-114.8	750.0	144	300.0	0.0	750.0	145	277.2	114.8	843.8
146	212.1	212.1	843.8	151	-277.2	114.8	843.8	152	-300.0	0.0	843.8
153	-277.2	-114.8	843.8	154	-212.1	-212.1	843.8	155	-114.8	-277.2	843.8
156	0.0	-300.0	843.8	158	212.1	-212.1	843.8	159	277.2	-114.8	843.8
160	300.0	0.0	843.8	161	277.2	114.8	937.5	162	212.1	212.1	937.5
163	212.1	-212.1	1031.3	167	-277.2	114.8	937.5	168	-300.0	0.0	937.5
169	-277.2	-114.8	937.5	170	-212.1	-212.1	937.5	171	-114.8	-277.2	937.5
172	0.0	-300.0	937.5	174	212.1	-212.1	937.5	175	277.2	-114.8	937.5
176	300.0	0.0	937.5	177	277.2	114.8	1031.3	178	212.1	212.1	1031.3
179	114.8	277.2	1031.3	180	0.0	300.0	1031.3	181	-114.8	277.2	1031.3
182	-212.1	212.1	1031.3	183	-277.2	114.8	1031.3	184	-300.0	0.0	1031.3
185	-277.2	-114.8	1031.3								

Nodo	**X**	**Y**	**Z**	**Note**	**Rig. TX**	**Rig. TY**	**Rig. TZ**	**Rig. RX**	**Rig. RY**	**Rig. RZ**
	cm	cm	cm		daN/cm	daN/cm	daN/cm	daN cm/rad	daN cm/rad	daN cm/rad
1	277.2	114.8	0.0	v=001000						
4	212.1	212.1	0.0	v=001000						
6	114.8	277.2	0.0	v=001000						
8	0.0	300.0	0.0	v=001000						
10	-114.8	277.2	0.0	v=001000						
12	-212.1	212.1	0.0	v=001000						
14	-277.2	114.8	0.0	v=001000						
16	-300.0	0.0	0.0	v=001000						
18	-277.2	-114.8	0.0	v=001000						
20	-212.1	-212.1	0.0	v=001000						
22	-114.8	-277.2	0.0	v=001000						
24	0.0	-300.0	0.0	v=001000						
26	114.8	-277.2	0.0	v=001000						
28	212.1	-212.1	0.0	v=001000						
30	277.2	-114.8	0.0	v=001000						
32	300.0	0.0	0.0	v=001000						

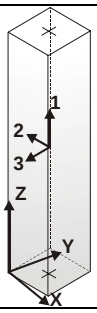
MODELLAZIONE STRUTTURA: ELEMENTI TRAVE

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.



orientamento elementi 2D non verticali



orientamento elementi 2D verticali

In particolare per ogni elemento viene indicato in tabella:

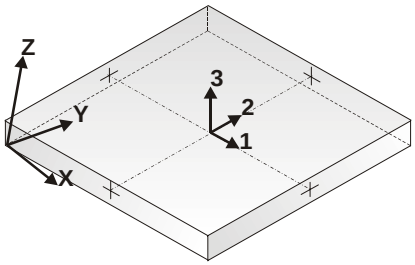
Elem.	numero dell'elemento
Note	codice di comportamento: trave, trave di fondazione, pilastro, asta, asta tesa, asta compressa
Nodo I (J)	numero del nodo iniziale (finale)
Mat.	codice del materiale assegnato all'elemento
Sez.	codice della sezione assegnata all'elemento
Rotaz.	valore della rotazione dell'elemento, 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

Elem.	Note	Nodo I	Nodo J	Mat.	Sez.	Rotaz. gradi	Svincolo I	Svincolo J	Wink V daN/cm3	Wink O daN/cm3
1	Pilas.	84	180	5	1					

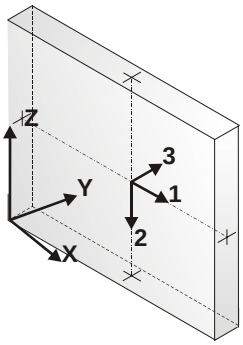
MODELLAZIONE STRUTTURA: ELEMENTI SHELL

LEGENDA TABELLA DATI SHELL

Il programma utilizza per la modellazione elementi a tre o quattro nodi denominati in generale shell.
Ogni elemento shell è individuato dai nodi I, J, K, L (L=I per gli elementi a tre nodi).
Ogni elemento è caratterizzato da un insieme di proprietà riportate in tabella che ne completano la modellazione.



orientamento elementi 3D non verticali



orientamento elementi 3D verticali

In particolare per ogni elemento viene indicato in tabella:

Elem.	numero dell'elemento
Note	codice di comportamento: *Guscio* (elemento guscio in elevazione non verticale) *Guscio fond.* (elemento guscio su suolo elastico) *Setto* (elemento guscio in elevazione verticale) *Membrana* (elemento guscio con comportamento membranale)
Nodo I (J, K, L)	numero del nodo I (J, K, L)
Mat.	codice del materiale assegnato all'elemento
Spessore	spessore dell'elemento (costante)
Wink V	costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione del suolo elastico verticale
Wink O	costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione del suolo elastico orizzontale

Elem.	Note	Nodo I	Nodo J	Nodo K	Nodo L	Mat.	Spessore	Wink V	Wink O
							cm	daN/cm3	daN/cm3
1	Setto	3	2	1	4	5	60.0		
2	Setto	5	3	4	6	5	60.0		
3	Setto	7	5	6	8	5	60.0		
4	Setto	9	7	8	10	5	60.0		
5	Setto	11	9	10	12	5	60.0		
6	Setto	13	11	12	14	5	60.0		
7	Setto	15	13	14	16	5	60.0		
8	Setto	15	17	18	16	5	60.0		
9	Setto	17	19	20	18	5	60.0		
10	Setto	19	21	22	20	5	60.0		
11	Setto	21	23	24	22	5	60.0		
12	Setto	23	25	26	24	5	60.0		
13	Setto	25	27	28	26	5	60.0		
14	Setto	27	29	30	28	5	60.0		
15	Setto	29	31	32	30	5	60.0		
16	Setto	2	31	32	1	5	60.0		
17	Setto	34	33	2	3	5	60.0		
18	Setto	35	34	3	5	5	60.0		
19	Setto	36	35	5	7	5	60.0		
20	Setto	37	36	7	9	5	60.0		
21	Setto	38	37	9	11	5	60.0		
22	Setto	39	38	11	13	5	60.0		
23	Setto	40	39	13	15	5	60.0		
24	Setto	40	41	17	15	5	60.0		
25	Setto	41	42	19	17	5	60.0		
26	Setto	42	43	21	19	5	60.0		
27	Setto	43	44	23	21	5	60.0		
28	Setto	44	45	25	23	5	60.0		
29	Setto	45	46	27	25	5	60.0		
30	Setto	46	47	29	27	5	60.0		
31	Setto	47	48	31	29	5	60.0		
32	Setto	33	48	31	2	5	60.0		
33	Setto	50	49	33	34	5	60.0		
34	Setto	51	50	34	35	5	60.0		
35	Setto	52	51	35	36	5	60.0		
36	Setto	53	52	36	37	5	60.0		
37	Setto	54	53	37	38	5	60.0		
38	Setto	55	54	38	39	5	60.0		
39	Setto	56	55	39	40	5	60.0		
40	Setto	56	57	41	40	5	60.0		
41	Setto	57	58	42	41	5	60.0		
42	Setto	58	59	43	42	5	60.0		
43	Setto	59	60	44	43	5	60.0		
44	Setto	60	61	45	44	5	60.0		
45	Setto	61	62	46	45	5	60.0		
46	Setto	62	63	47	46	5	60.0		
47	Setto	63	64	48	47	5	60.0		
48	Setto	49	64	48	33	5	60.0		
49	Setto	66	65	49	50	5	60.0		
50	Setto	67	66	50	51	5	60.0		
51	Setto	68	67	51	52	5	60.0		
52	Setto	69	68	52	53	5	60.0		
53	Setto	70	69	53	54	5	60.0		
54	Setto	71	70	54	55	5	60.0		
55	Setto	72	71	55	56	5	60.0		
56	Setto	72	73	57	56	5	60.0		
57	Setto	73	74	58	57	5	60.0		
58	Setto	74	75	59	58	5	60.0		
59	Setto	75	76	60	59	5	60.0		
60	Setto	76	77	61	60	5	60.0		
61	Setto	77	78	62	61	5	60.0		
62	Setto	78	79	63	62	5	60.0		
63	Setto	79	80	64	63	5	60.0		
64	Setto	65	80	64	49	5	60.0		
65	Setto	82	81	65	66	5	60.0		
66	Setto	83	82	66	67	5	60.0		
67	Setto	84	83	67	68	5	60.0		
68	Setto	85	84	68	69	5	60.0		
69	Setto	86	85	69	70	5	60.0		
70	Setto	87	86	70	71	5	60.0		
71	Setto	88	87	71	72	5	60.0		
72	Setto	88	89	73	72	5	60.0		

73	Setto	89	90	74	73	5	60.0
74	Setto	90	91	75	74	5	60.0
75	Setto	91	92	76	75	5	60.0
76	Setto	92	93	77	76	5	60.0
77	Setto	93	94	78	77	5	60.0
78	Setto	94	95	79	78	5	60.0
79	Setto	95	96	80	79	5	60.0
80	Setto	81	96	80	65	5	60.0
81	Setto	98	97	81	82	5	60.0
82	Setto	168	167	151	152	5	60.0
83	Setto	185	99	170	169	5	60.0
84	Setto	99	115	171	170	5	60.0
85	Setto	115	131	172	171	5	60.0
86	Setto	157	141	182	183	5	60.0
87	Setto	104	103	87	88	5	60.0
88	Setto	104	105	89	88	5	60.0
89	Setto	105	106	90	89	5	60.0
90	Setto	106	107	91	90	5	60.0
91	Setto	107	108	92	91	5	60.0
92	Setto	108	109	93	92	5	60.0
93	Setto	109	110	94	93	5	60.0
94	Setto	110	111	95	94	5	60.0
95	Setto	111	112	96	95	5	60.0
96	Setto	97	112	96	81	5	60.0
97	Setto	114	113	97	98	5	60.0
98	Setto	168	169	153	152	5	60.0
99	Setto	132	148	115	99	5	60.0
100	Setto	173	157	183	184	5	60.0
101	Setto	163	102	175	174	5	60.0
102	Setto	174	175	159	158	5	60.0
103	Setto	120	119	103	104	5	60.0
104	Setto	120	121	105	104	5	60.0
105	Setto	121	122	106	105	5	60.0
106	Setto	122	123	107	106	5	60.0
107	Setto	123	124	108	107	5	60.0
108	Setto	149	165	118	102	5	60.0
109	Setto	166	150	178	179	5	60.0
110	Setto	126	127	111	110	5	60.0
111	Setto	127	128	112	111	5	60.0
112	Setto	113	128	112	97	5	60.0
113	Setto	130	129	113	114	5	60.0
114	Setto	169	170	154	153	5	60.0
115	Setto	102	118	176	175	5	60.0
116	Setto	177	118	176	161	5	60.0
117	Setto	150	134	177	178	5	60.0
118	Setto	175	176	160	159	5	60.0
119	Setto	136	135	119	120	5	60.0
120	Setto	136	137	121	120	5	60.0
121	Setto	137	138	122	121	5	60.0
122	Setto	138	139	123	122	5	60.0
123	Setto	139	140	124	123	5	60.0
124	Setto	134	165	118	177	5	60.0
125	Setto	117	166	179	180	5	60.0
126	Setto	142	143	127	126	5	60.0
127	Setto	143	144	128	127	5	60.0
128	Setto	129	144	128	113	5	60.0
129	Setto	146	145	129	130	5	60.0
130	Setto	170	171	155	154	5	60.0
131	Setto	173	147	185	184	5	60.0
132	Setto	148	164	131	115	5	60.0
133	Setto	161	176	160	145	5	60.0
134	Setto	178	177	161	162	5	60.0
135	Setto	152	151	135	136	5	60.0
136	Setto	152	153	137	136	5	60.0
137	Setto	153	154	138	137	5	60.0
138	Setto	154	155	139	138	5	60.0
139	Setto	155	156	140	139	5	60.0
140	Setto	184	183	167	168	5	60.0
141	Setto	125	117	180	181	5	60.0
142	Setto	158	159	143	142	5	60.0
143	Setto	159	160	144	143	5	60.0
144	Setto	145	160	144	129	5	60.0
145	Setto	162	161	145	146	5	60.0
146	Setto	171	172	156	155	5	60.0
147	Setto	147	132	99	185	5	60.0
148	Setto	141	125	181	182	5	60.0
149	Setto	133	149	102	163	5	60.0

150	Setto	184	185	169	168	5	60.0

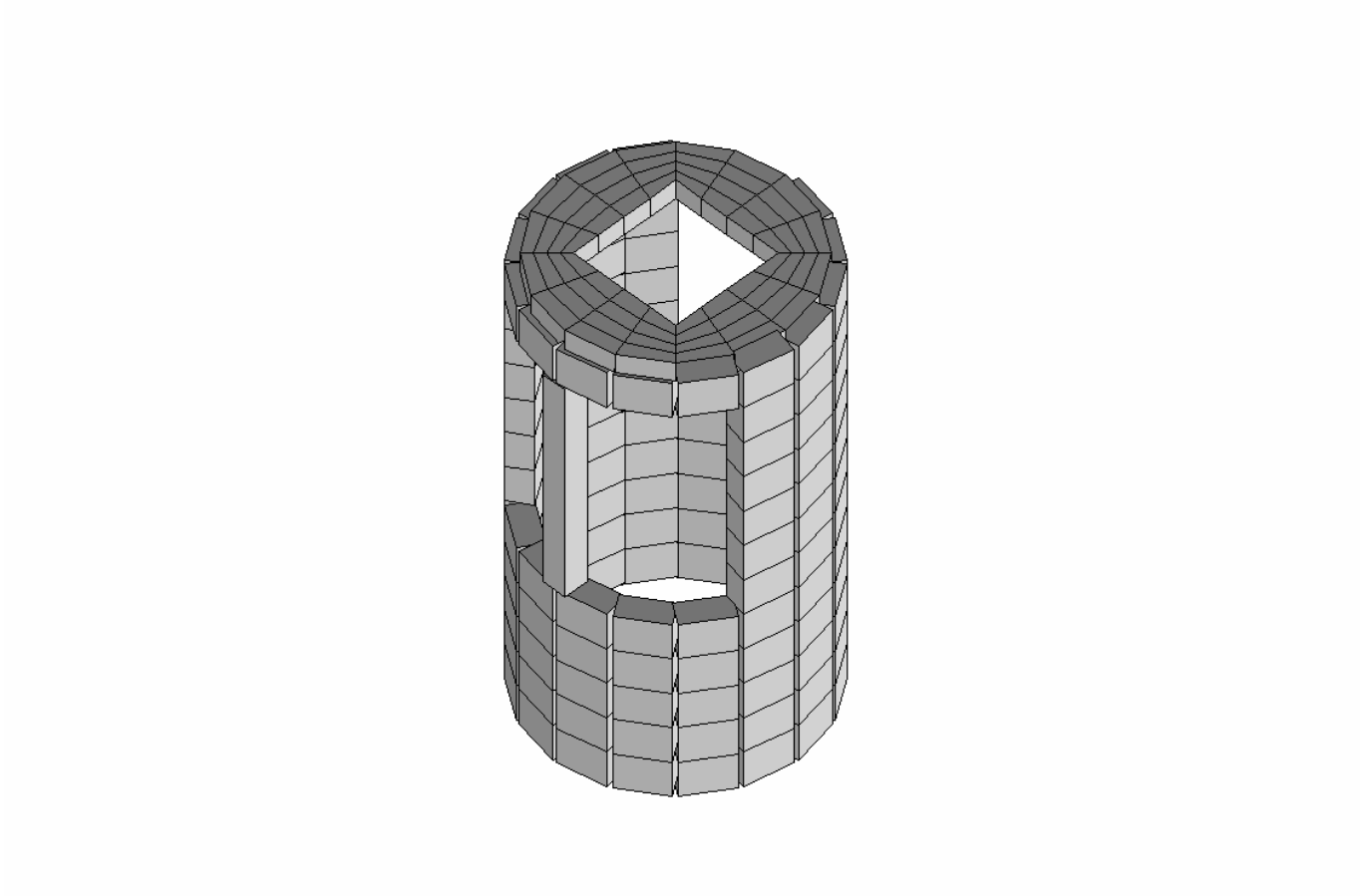


Fig. 1

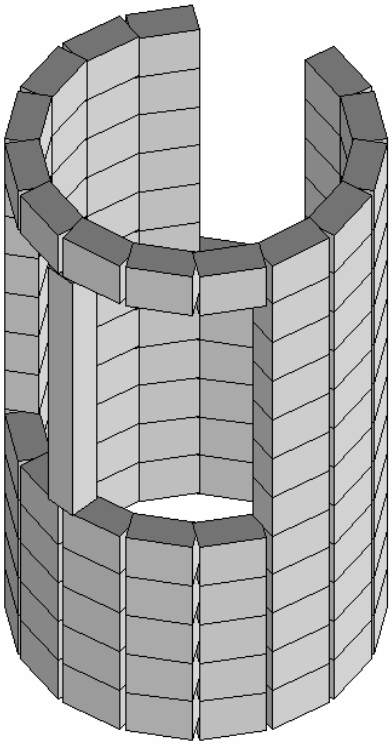


Fig. 2

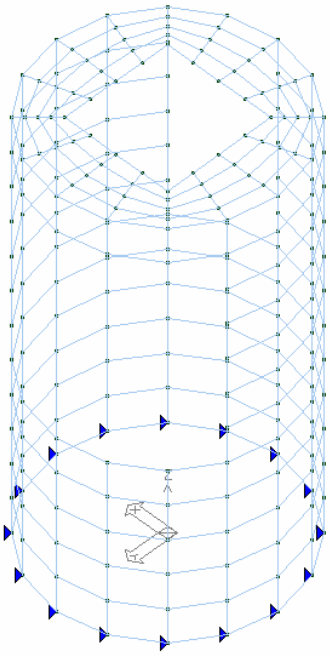


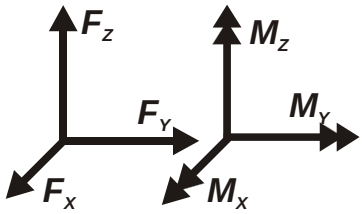
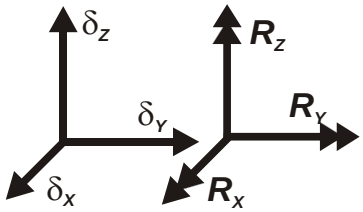
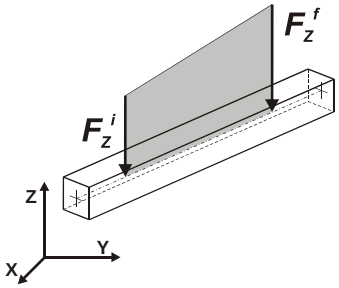
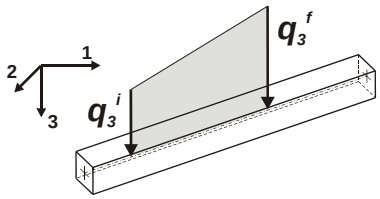
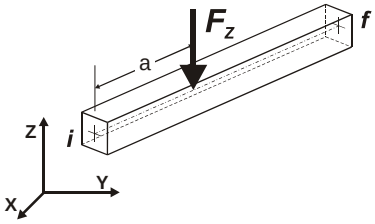
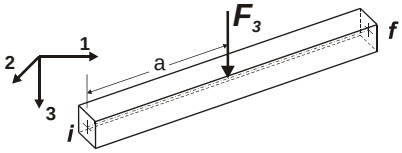
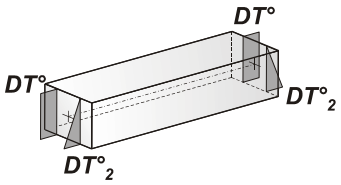
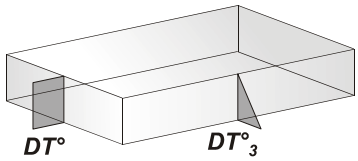
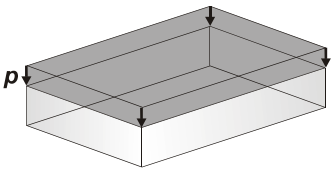
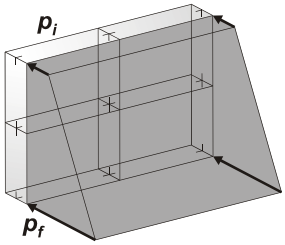
Fig. 3

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 Fx, Fy, Fz, momento Mx, My, Mz)
2	**spostamento nodale impresso** 6 dati (spostamento Tx,Ty,Tz, rotazione Rx,Ry,Rz)
3	**carico distribuito globale su elemento tipo trave** 7 dati (fx,fy,fz,mx,my,mz,ascissa di inizio carico) 7 dati (fx,fy,fz,mx,my,mz,ascissa di fine carico)
4	**carico distribuito locale su elemento tipo trave** 7 dati (f1,f2,f3,m1,m2,m3,ascissa di inizio carico) 7 dati (f1,f2,f3,m1,m2,m3,ascissa di fine carico)
5	**carico concentrato globale su elemento tipo trave** 7 dati (Fx,Fy,Fz,Mx,My,Mz,ascissa di carico)
6	**carico concentrato locale su elemento tipo trave** 7 dati (F1, F2, F3, M1, M2, M3, 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

	Carico concentrato nodale
	Spostamento impresso
	Carico distribuito globale
	Carico distribuito locale
	Carico concentrato globale
	Carico concentrato locale
	Carico termico 2D
	Carico termico 3D
	Carico pressione uniforme
	Carico pressione variabile

Tipo	carico concentrato nodale

Id	Tipo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
		daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
4	Permanente grigliato sulla trave	0.0	0.0	-270.00	0.0	0.0	0.0
5	Permanente grigliato	0.0	0.0	-45.00	0.0	0.0	0.0
6	Camion 10t	0.0	0.0	-1.400e+04	0.0	0.0	0.0
7	Camion 10t/2	0.0	0.0	-7000.00	0.0	0.0	0.0

Tipo	carico di pressione uniforme su piastra

Id	Tipo	pressione
		daN/cm2
2	Spinta Camion	-0.18
3	Peso Impermeabilizzazione+Terreno	-0.32

Tipo	carico variabile generale

Id	Tipo	ascissa	valore	ascissa	valore
		cm	daN/cm2	cm	daN/cm2
1	Spinta Terreno				
	Z - Z Qx Pres. L2=0.0	0.0	-0.95	200.00	-0.76
		200.00	-0.76	800.00	-0.33
		800.00	-0.33	1250.00	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:

	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	**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) sono riportati i valori assunti per angolo di ingresso, intensità sismica, coefficiente di struttura e di fondazione se le analisi sono eseguite con il D.M. 96; sono riportati i valori di angolo di ingresso, fattore di importanza, zona sismica, accelerazione ag, categoria suolo, fattore di struttura, classe di duttilità, fattore riduzione per SLD se le analisi sono eseguite con l'Ordinanza 3274.
Per ogni caso di carico partecipante alla definizione delle masse viene riportata 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.

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
1	Ggk	CDC=Ggk (peso proprio della struttura)	
2	Gk	Spinta Terreno	
			D3 :da 1 a 150 Azione : Spinta Terreno
3	Gk	Spinta Camion	
			D3 :da 1 a 150 Azione : Spinta Camion
4	Qk	Carico Camion	
5	Qk	Grigliato	
6	Qk	Carico Terreno+Impermeabilizzazione	

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 tabella delle combinazioni riportata di seguito comprende le seguenti informazioni:
Numero, *Tipo*, *Sigla identificativa* e, per ogni caso di carico significativo, il *peso nella combinazione*.

Cmb	Tipo	Sigla Id	Peso	CDC
1	T.AMM.	Comb. T.AMM. 1	1.00	CDC=Ggk (peso proprio della struttura)
			1.00	Spinta Terreno
			1.00	Spinta Camion
			1.00	Grigliato
			1.00	Carico Terreno+Impermeabilizzazione
2	T.AMM.	Combinazione 2 da definire	1.00	CDC=Ggk (peso proprio della struttura)
			1.00	Spinta Terreno
			1.00	Spinta Camion
			1.00	Carico Camion
			1.00	Grigliato
			1.00	Carico Terreno+Impermeabilizzazione

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 sottoriportate.

Gli elementi vengono suddivisi, in relazione alle proprietà in elementi:

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

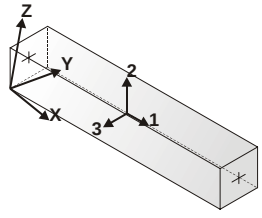
Per ogni elemento, e per ogni combinazione (o caso di carico) vengono riportati i risultati più significativi.

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

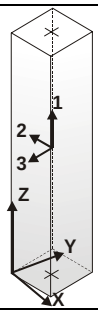
Pilas.	numero dell'elemento pilastro
Cmb	combinazione in cui si verificano i valori riportati
M3 mx/mn	momento flettente in campata M3 max (prima riga) / min (seconda riga)
M2 mx/mn	momento flettente in campata M2 max (prima riga) / min (seconda riga)
D2/D3	freccia massima in direzione 2 (prima riga) / 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.



orientamento elementi 2D non verticali



orientamento elementi 2D verticali

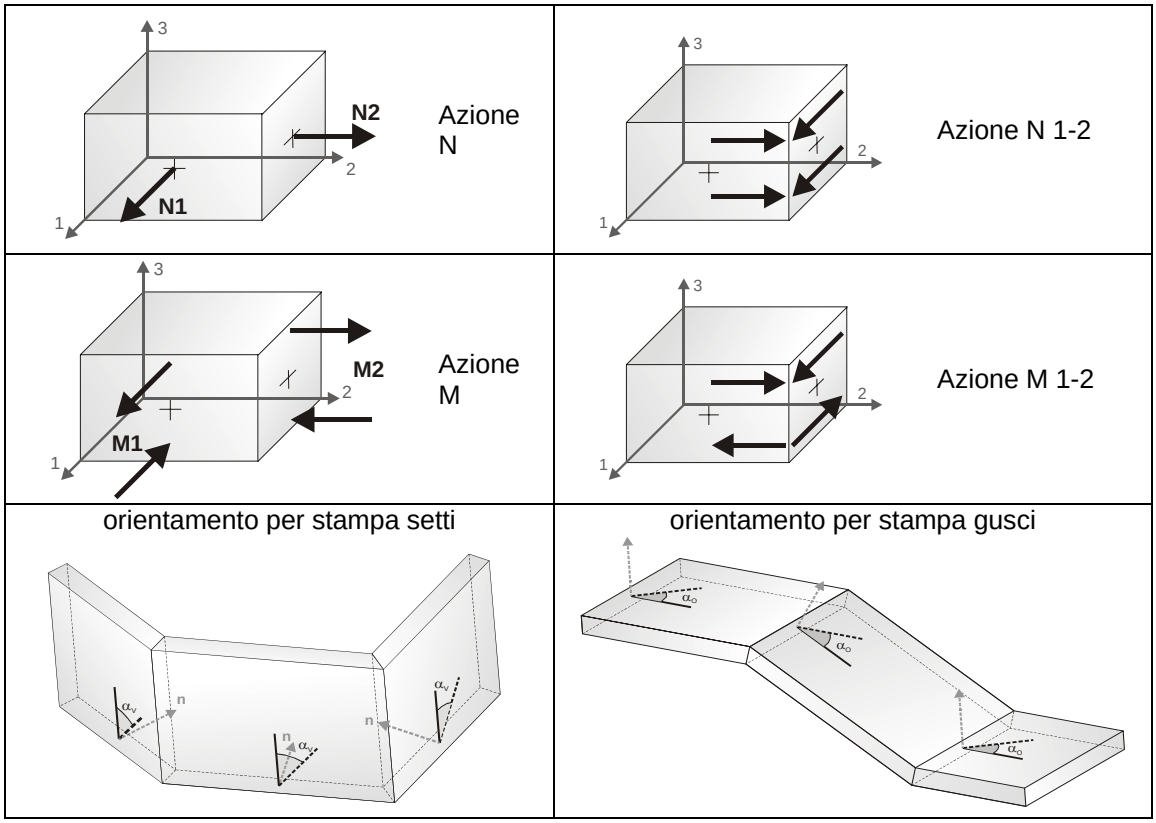
Pilas.	Cmb	M3 mx/mn	M2 mx/mn	D 2 / D 3	Q 2 / Q 3	Pos.	N	V 2	V 3	T	M 2	M 3
		daN cm	daN cm	cm	daN	cm	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
1	1	3.136e+04	1.297e+05	-0.02	0.0	0.0	-687.60	-117.64	-372.14	2.562e+04	1.297e+05	3.136e+04
		-3.475e+04	-7.997e+04	0.02	0.0	562.5	4374.90	-117.64	-372.14	2.562e+04	-7.997e+04	-3.475e+04
1	2	1.819e+04	1.104e+05	-0.01	0.0	0.0	-1.625e+04	-39.99	147.72	1.708e+04	2.764e+04	1.819e+04
		-4246.76	2.764e+04	0.01	0.0	562.5	-1.118e+04	-39.99	147.72	1.708e+04	1.104e+05	-4246.76

Stat.	M3 mx/mn	M2 mx/mn	D 2 / D 3	Q 2 / Q 3	N	V 2	V 3	T
Min.	-3.475e+04	-7.997e+04	-0.02	0.0	-1.625e+04	-117.64	-372.14	1.708e+04
Max.	3.136e+04	1.297e+05	0.02	0.0	4374.90	-39.99	147.72	2.562e+04

RISULTATI ELEMENTI TIPO SHELL

LEGENDA RISULTATI ELEMENTI TIPO SHELL

Il controllo dei risultati delle analisi condotte, per quanto concerne gli elementi tipo shell, è possibile in relazione alle tabelle sottoriportate.
Per ogni elemento, e per ogni combinazione(o caso di carico) vengono riportati i risultati più significativi.



In particolare vengono riportati in ogni nodo di un elemento per ogni combinazione:

tensione di Von Mises		(valore riassuntivo del complessivo stato di sollecitazione)
N max		sforzo membranale principale massimo
N min		sforzo membranale principale minimo
M max		sforzo flessionale principale massimo
M min		sforzo flessionale principale minimo
N1	**N2**	sforzi membranali e flessionali in direzione locale 1 e 2 dell'elemento (lo sforzo 2-1 è uguale allo sforzo 1-2 per la reciprocità delle tensioni tangenziali)
N1-2	**M1**	
M2	**M1-2**	

I suddetti risultati possono a scelta del progettista essere preceduti o sostituiti da valori di sollecitazione non più riferiti al sistema locale dell'elemento ma al sistema globale.
In questo caso gli elementi vengono raggruppati in gruppi (M_S: macro gusci o macro setti, raggruppati per materiale, spessore, e posizione fisica) per la valutazione dei valori mediati ai nodi appartenenti agli elementi dei gruppi stessi.
I valori di sollecitazione sono, in questo caso, riferiti ad una terna specifica del gruppo ruotata di α_O attorno all'asse Z per i gusci e ruotata di α_V attorno alla normale (che per definizione è orizzontale) al piano del setto.

Per i setti, in particolare, se α_V è zero, l'asse '1-1 rappresenta la verticale e l'asse '2-2 l'orizzontale contenuta nel setto.
Le azioni sui setti possono essere espresse anche con formato macro, cioè riferite all'intero macroelemento.
In particolare vengono riportati per ogni quota Z dei nodi e per ogni combinazione i seguenti valori:

N memb.	Azione membranale complessiva agente sulla parete in direzione Z
V memb.	Azione complessiva di taglio agente nel piano del macroelemento
V orto	Azione complessiva di taglio agente in direzione perpendicolare al macroelemento
M memb.	Azione flessionale complessiva agente nel piano del macroelemento
M orto	Azione flessionale complessiva agente in direzione perpendicolare al macroelemento
T	Azione torsionale complessiva agente nel piano orizzontale

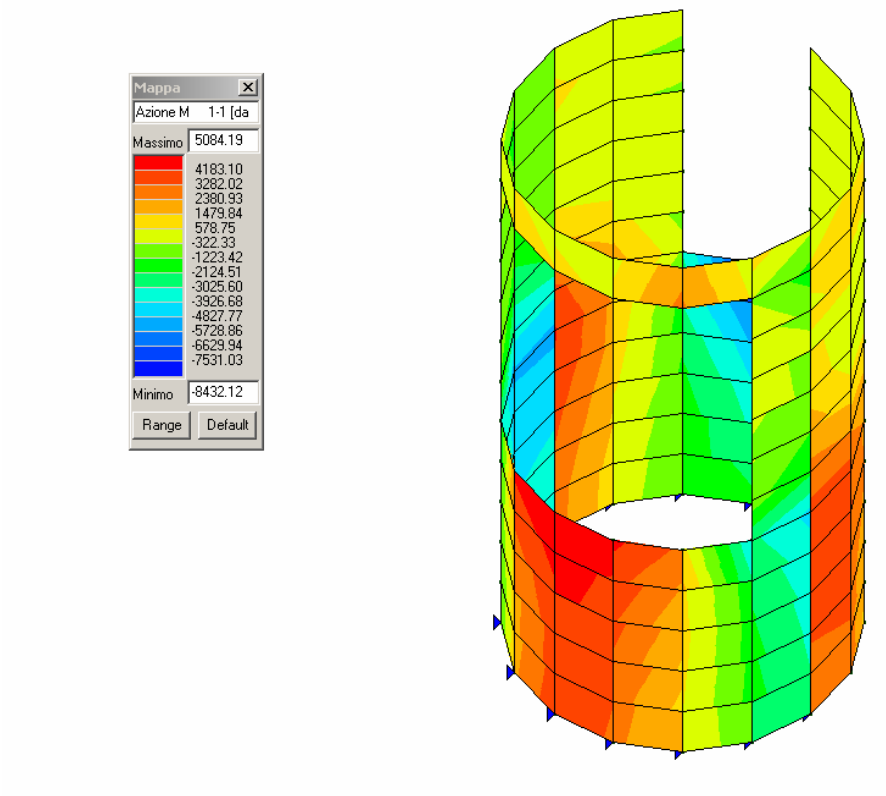


Fig. 4

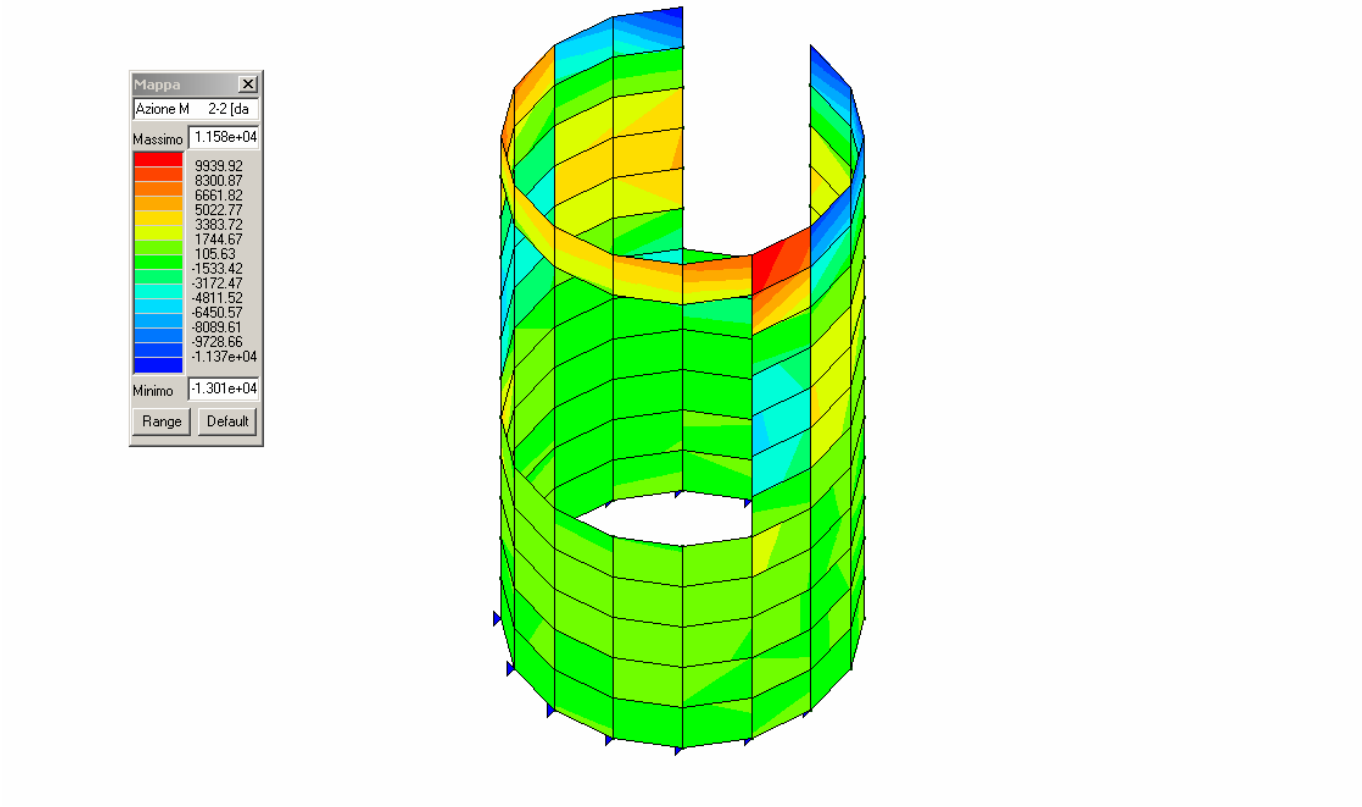

Mappa
Azione M 2-2 [da
Massimo 1.158e+04
9939.92
8300.87
6661.82
5022.77
3383.72
1744.67
105.63
-1533.42
-3172.47
-4811.52
-6450.57
-8089.61
-9728.66
-1.137e+04
Minimo -1.301e+04
Range
Default

Fig. 5

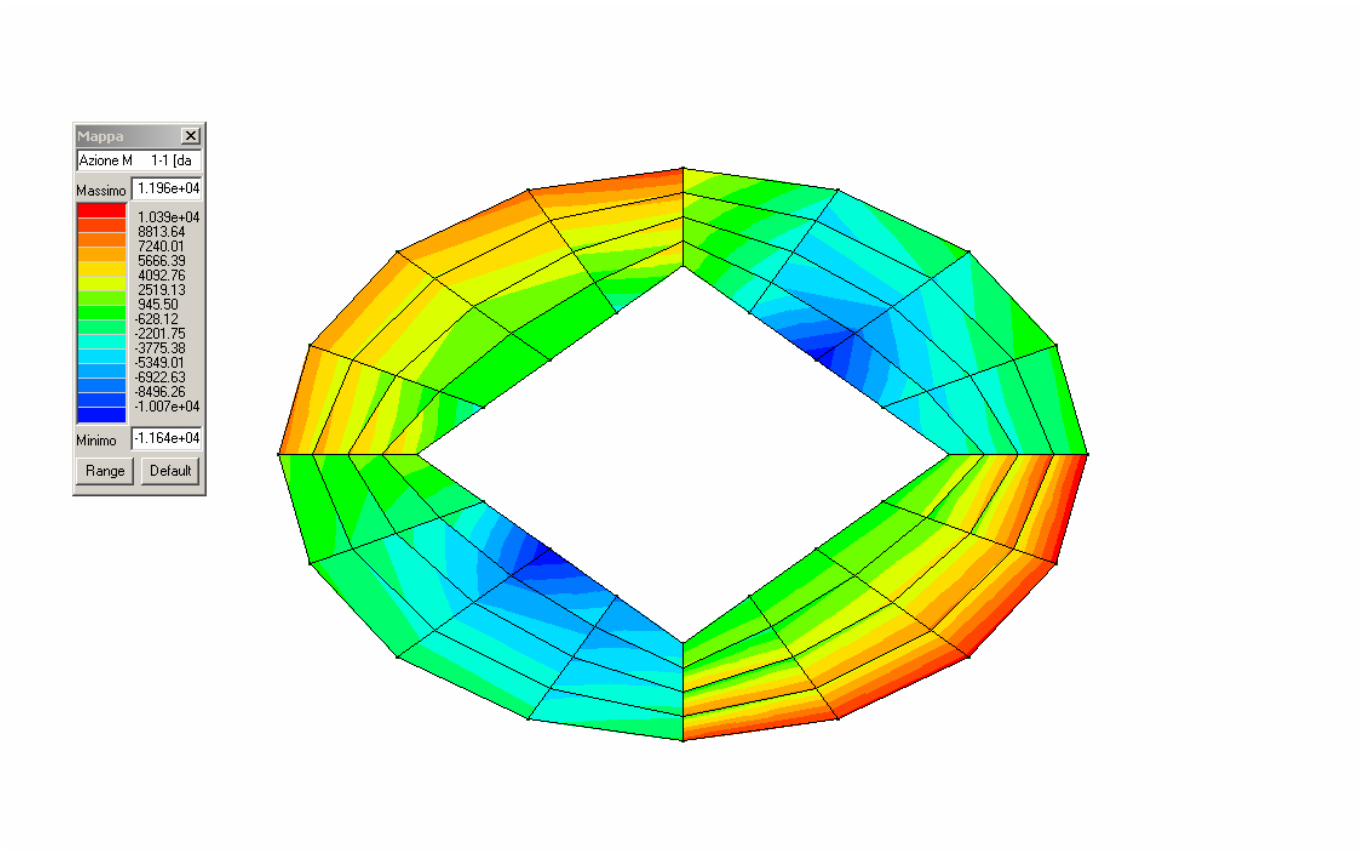

Mappa
Azione M 1-1 [da
Massimo 1.196e+04
1.039e+04
8813.64
7240.01
5666.39
4092.76
2519.13
945.50
-628.12
-2201.75
-3775.38
-5349.01
-6922.63
-8496.26
-1.007e+04
Minimo -1.164e+04
Range
Default

Fig. 6

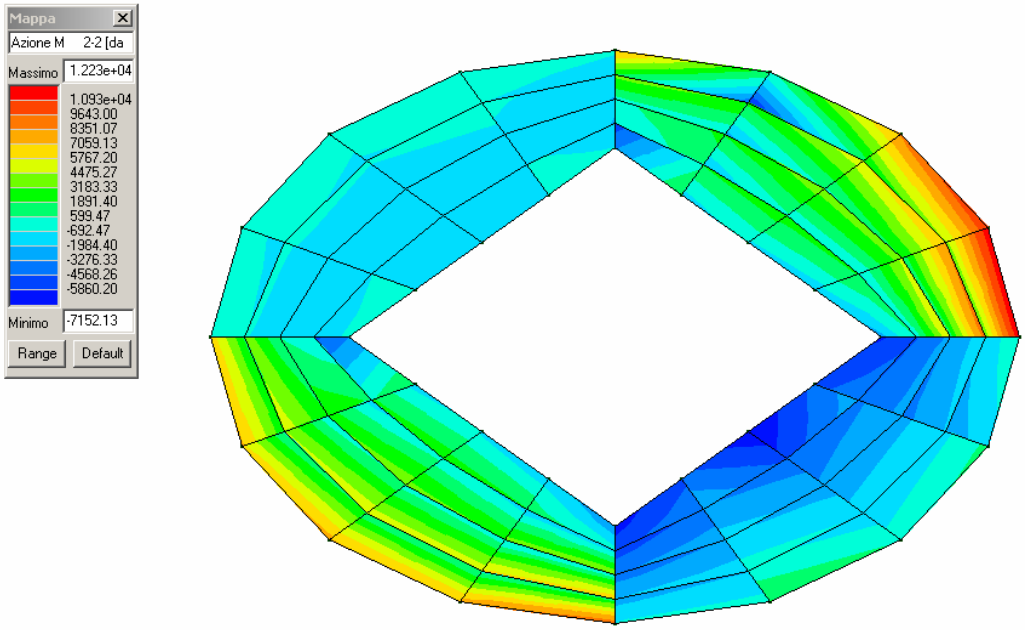

Mappa
Azione M 2-2 [da
Massimo 1.223e+04
1.093e+04
9643.00
8351.07
7059.13
5767.20
4475.27
3183.33
1891.40
599.47
-692.47
-1984.40
-3276.33
-4568.26
-5860.20
Minimo -7152.13
Range
Default

Fig. 7

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:

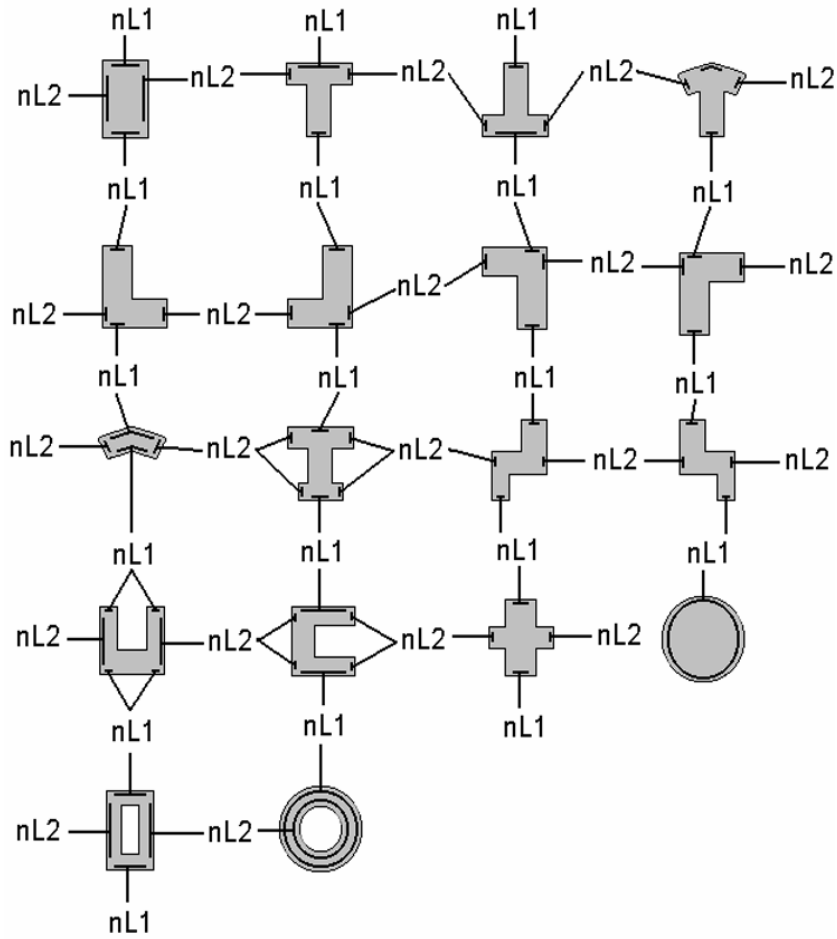
M_P X Y	Numero della pilastrata e posizione in pianta
M_T Z P P	Numero della travata, quota media pilastrata iniziale e finale (nodo in assenza di pilastrata)
Pilas. o Trave	numero identificativo dell'elemento
Note	Viene riportato il codice relativo alla sezione(s) e relativo al materiale(m); nella terza 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

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: valore minore o uguale a 1 per verifica positiva
ver.rid	rapporto Nd/Nu (Nu ottenuto con riduzione del 25% di fcd): 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)

Nel caso in cui gli elementi siano stati progettati secondo il criterio della gerarchia delle resistenze, per pilastri e travi progettate in alta duttilità 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 5.4.1.1. ord. 3274)
Verif. V	Rapporto tra il taglio massimo e Vr1 (p.to 5.4.1.2 ord. 3274); i valori limite sono 1.0 ed 1.5
f alfa 2-2 i	Fattore di amplificazione (p.to 5.2 ord. 3274). Valore del fattore rispettivamente per il momento 2-2 (3-3) alla base i ed alla sommità f del pilastro
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)



schema della distribuzione delle armature longitudinali

Pilas.	Note	Stato	Quota	%Af	Armat. long.	sc max	sc med	sf max	Staffe	tau max	Rif. cmb
			cm			daN/cm2	daN/cm2	daN/cm2	L=cm	daN/cm2	
1	s=1,m=5	ok,ok	468.8	1.01	4d12 14+14 d12	-6.3	-3.9	180.3	2d8/5 L=95	0.7	1,2,1,1
			750.0	1.01	4d12 14+14 d12	-5.0	-3.3	92.0	2d8/10 L=372	0.7	2,2,1,1
	[b=1.0;1.0]		1031.3	1.01	4d12 14+14 d12	-5.3	-2.7	287.2	2d8/5 L=95	0.7	2,2,1,1

Stat.	%Af	sc max	sc med	sf max	tau max
Min.		-6.32	-3.92	91.97	
Max.	1.01			287.24	0.69

Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	sc max	sf max	tau max	Af V	Af T	Staffe	Scorr. P	Af long.	Rif. cmb
		cm				daN/cm2	daN/cm2	daN/cm2			L=cm			

Stat.	%Af	Af inf.	Af. sup	sc max	sf max	tau max	Af V	Af T	Scorr. P	Af long.

VERIFICHE ELEMENTI SHELL C.A.

LEGENDA TABELLA VERIFICHE ELEMENTI SHELL C.A.

In tabella vengono riportati per ogni elemento o macroelemento 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) 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, la verifica per sollecitazioni proporzionali e la verifica per compressione media con l'indicazione delle due combinazioni in cui si sono attinti i rispettivi valori.
Per ogni elemento viene riportata inoltre la maglia di armatura necessaria in relazione alle risultanze della progettazione dei nodi dell'elemento stesso (diametri in mm, passi in cm). Le quantità di armature necessarie
sono armature (disposte rispettivamente in direzione principale e secondaria, inferiore e superiore) distribuite nell'elemento ed espresse in centimetri quadri per sviluppo lineare pari ad un metro.

In particolare i simboli utilizzati assumono il seguente significato:

M_S		macroelemento di tipo setto (elementi verticali contigui ed analoghi per proprietà)
M_G		macroelemento di tipo guscio (elementi non verticali contigui ed analoghi per proprietà)
Stato		codice di verifica dell'elemento
Nodo		numero del nodo
x/d		rapporto tra posizione dell'asse neutro e altezza utile alla rottura della sezione (per sola flessione)
verif.		rapporto Sd/Su con sollecitazioni ultime proporzionali: valore minore o uguale a 1 per verifica positiva
Ver.rd		rapporto Nd/Nu (Nu ottenuto con riduzione del 25% di fcd): valore minore o uguale a 1 per verifica positiva
Rete pr		maglia di armatura (diametro/passo) in direzione principale inferiore e superiore
Rete sec		maglia di armatura (diametro/passo) in direzione secondaria inferiore e superiore
Aggiuntivi		relativa armatura aggiuntiva (diametro/passo) inferiore (i) e superiore (s) eventualmente differenziate
sc max		massima tensione di compressione del calcestruzzo
sc med		massima tensione media di compressione del calcestruzzo
sf max		massima tensione dell'acciaio
Rif. cmb		combinazioni di carico in cui si verificano i valori riportati
Af pr-		quantità di armatura richiesta in direzione principale relativa alla faccia negativa (intradosso piastre) (valore derivante da calcolo o minimo normativo)
Af pr+		quantità di armatura richiesta in direzione principale relativa alla faccia positiva (estradosso piastre) (valore derivante da calcolo o minimo normativo)
Af sec-	**Af sec+**	valori analoghi a quelli soprariportati ma relativi alla armatura secondaria
N	**M**	azioni membranali e flessionali (in direzione dell'armatura principale e secondaria) estratte, poiché rappresentative, tra quelle utilizzate per il progetto e la verifica

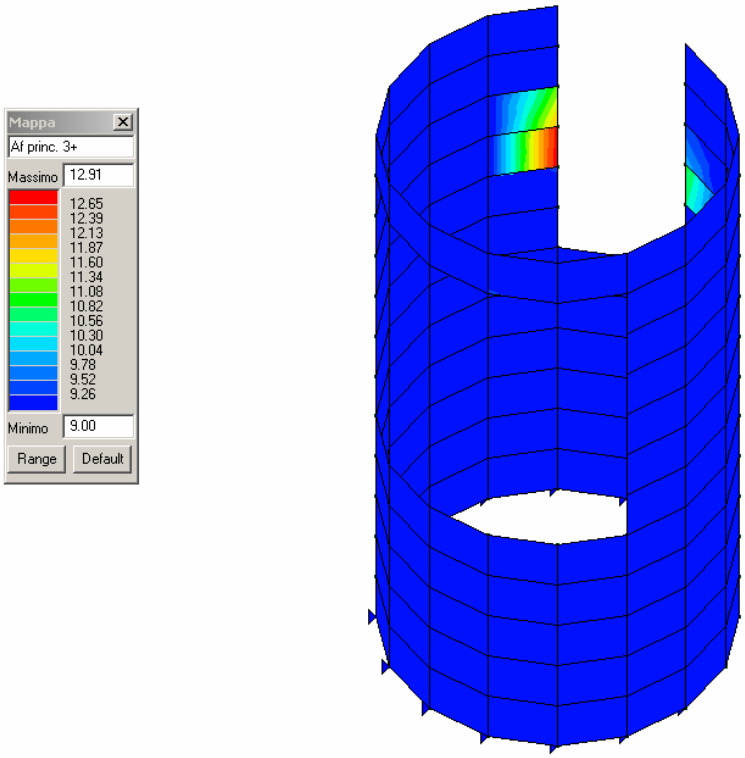

Mappa
Af princ. 3+
Massimo
12.91
12.65
12.39
12.13
11.87
11.60
11.34
11.08
10.82
10.56
10.30
10.04
9.78
9.52
9.26
Minimo
9.00
Range
Default

Fig. 8

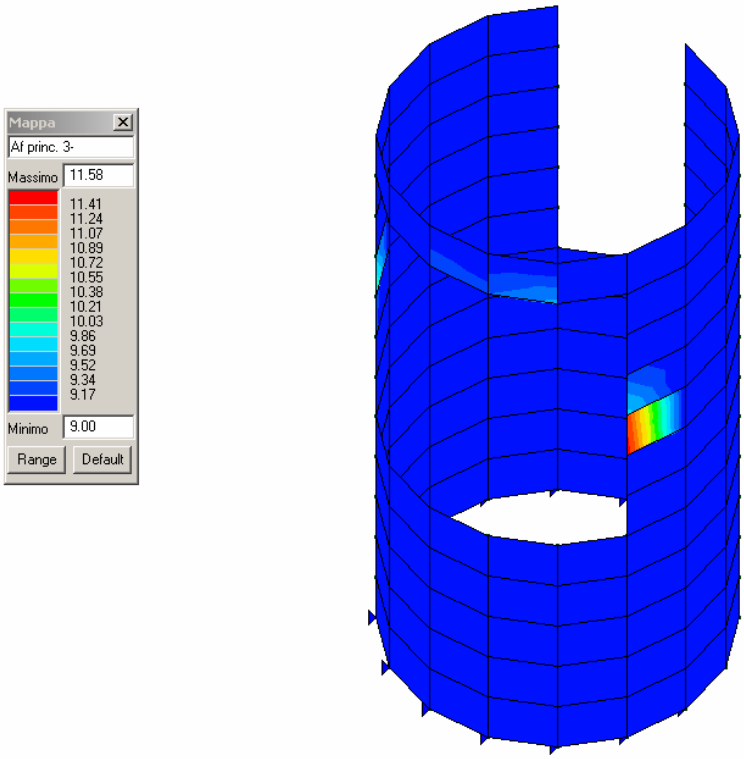

Mappa
Af princ. 3-
Massimo
11.58
11.41
11.24
11.07
10.89
10.72
10.55
10.38
10.21
10.03
9.86
9.69
9.52
9.34
9.17
Minimo
9.00
Range
Default

Fig. 9

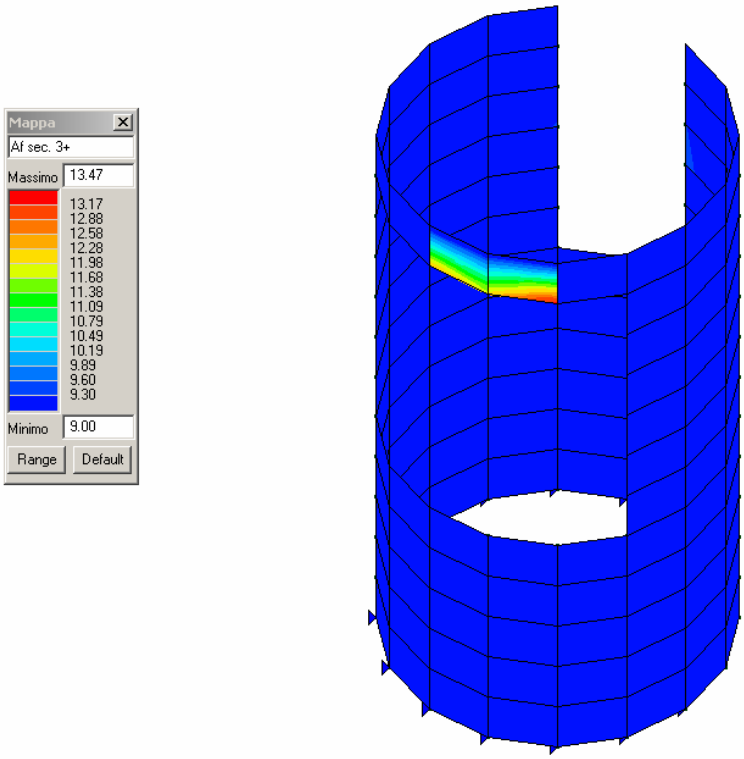

Mappa
Af sec. 3+
Massimo
13.47
13.17
12.88
12.58
12.28
11.98
11.68
11.38
11.09
10.79
10.49
10.19
9.89
9.60
9.30
Minimo
9.00
Range
Default

Fig. 10

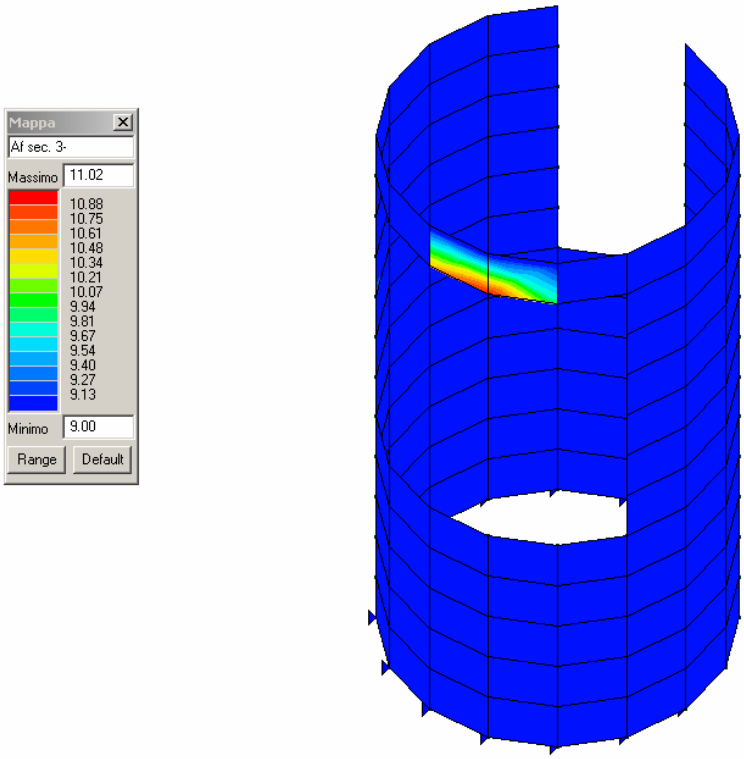

Mappa
Af sec. 3-
Massimo
11.02
10.88
10.75
10.61
10.48
10.34
10.21
10.07
9.94
9.81
9.67
9.54
9.40
9.27
9.13
Minimo
9.00
Range
Default

Fig. 11

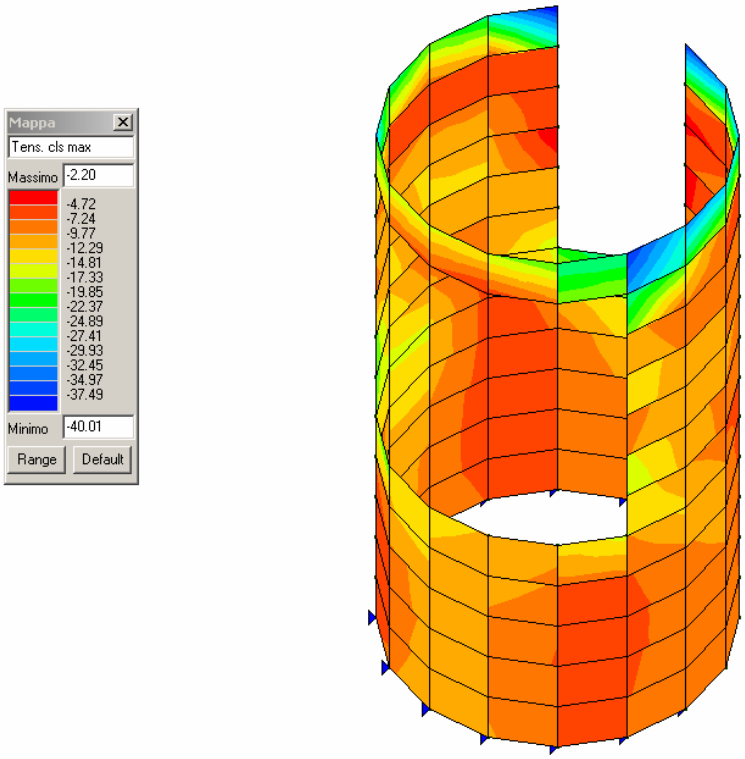

Mappa
Tens. cls max
Massimo
-2.20
-4.72
-7.24
-9.77
-12.29
-14.81
-17.33
-19.85
-22.37
-24.89
-27.41
-29.93
-32.45
-34.97
-37.49
Minimo
-40.01
Range
Default

Fig. 12

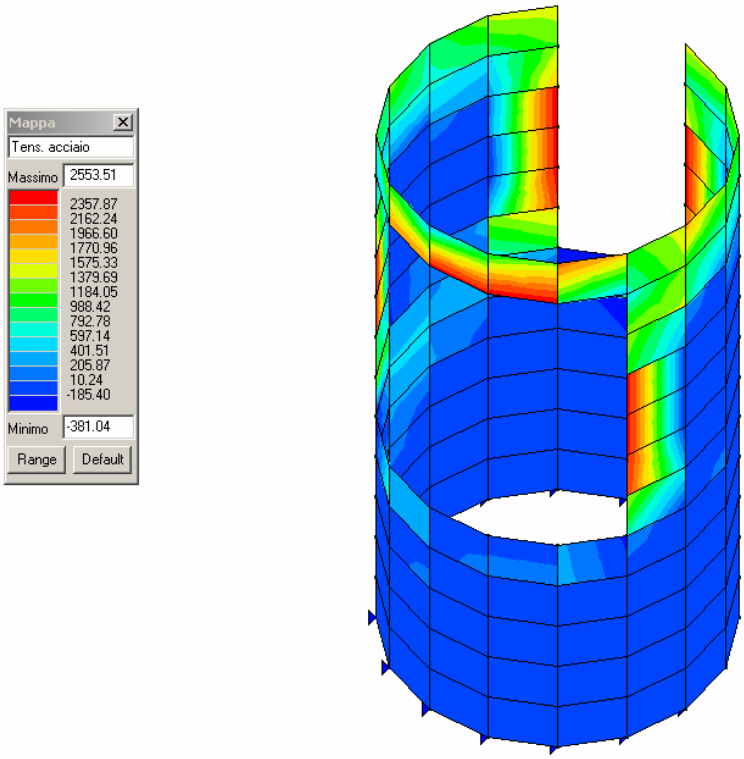

Mappa
Tens. acciaio
Massimo
2553.51
2357.87
2162.24
1966.60
1770.96
1575.33
1379.69
1184.05
988.42
792.78
597.14
401.51
205.87
10.24
-185.40
Minimo
-381.04
Range
Default

Fig. 13

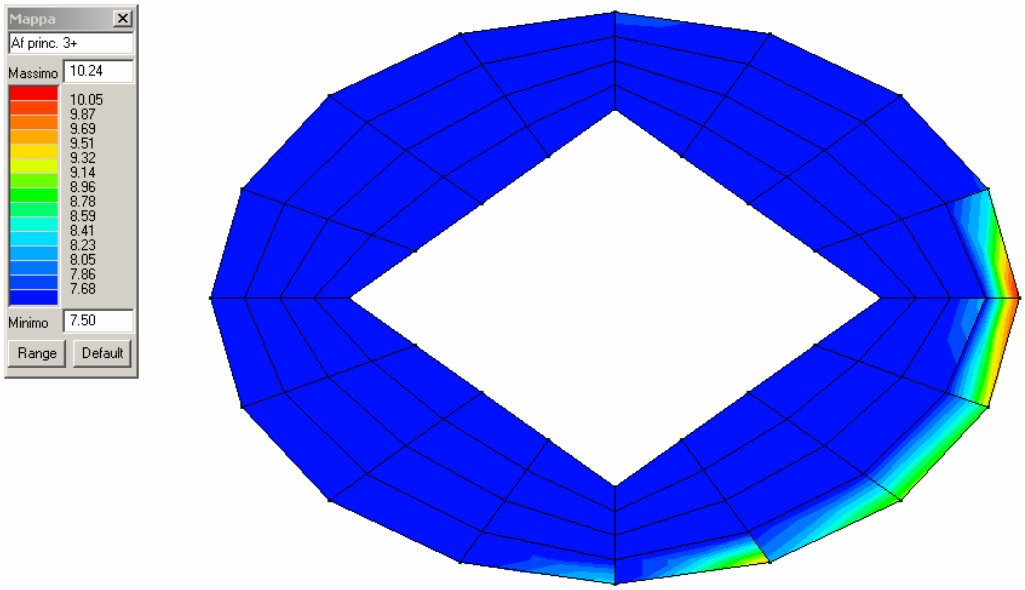

Mappa
Af princ. 3+
Massimo
10.24
10.05
9.87
9.69
9.51
9.32
9.14
8.96
8.78
8.59
8.41
8.23
8.05
7.86
7.68
Minimo
7.50
Range
Default

Fig. 14

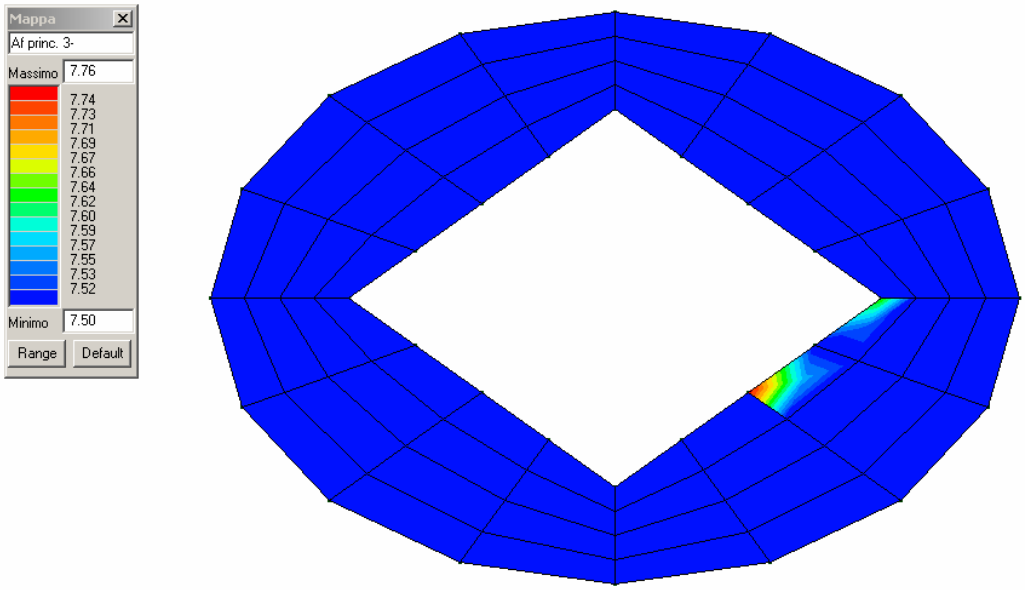

Mappa
Af princ. 3-
Massimo
7.76
7.74
7.73
7.71
7.69
7.67
7.66
7.64
7.62
7.60
7.59
7.57
7.55
7.53
7.52
Minimo
7.50
Range
Default

Fig. 15

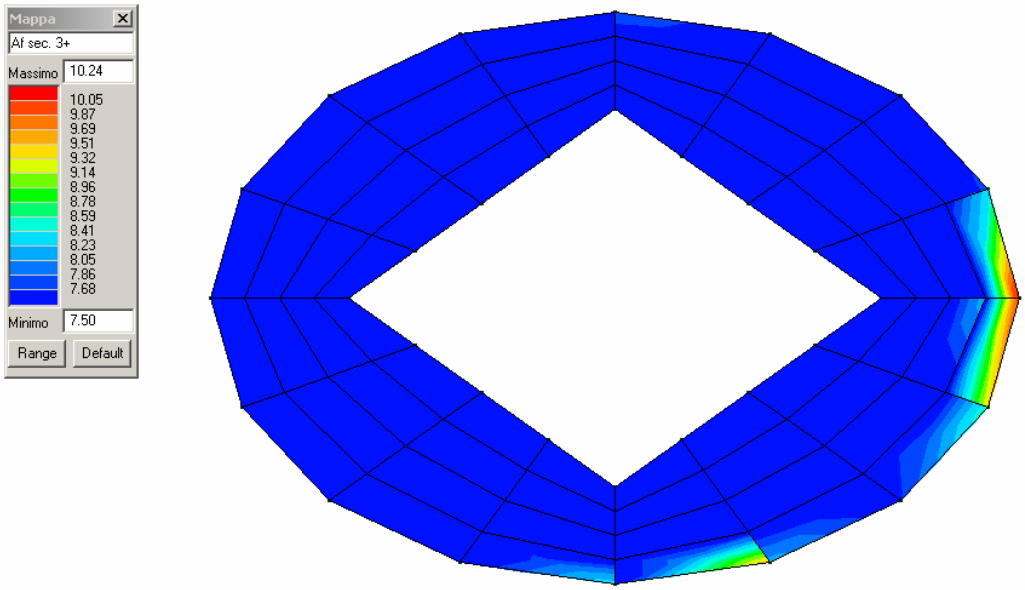

Mappa
Af sec. 3+
Massimo
10.24
10.05
9.87
9.69
9.51
9.32
9.14
8.96
8.78
8.59
8.41
8.23
8.05
7.86
7.68
Minimo
7.50
Range
Default

Fig. 16

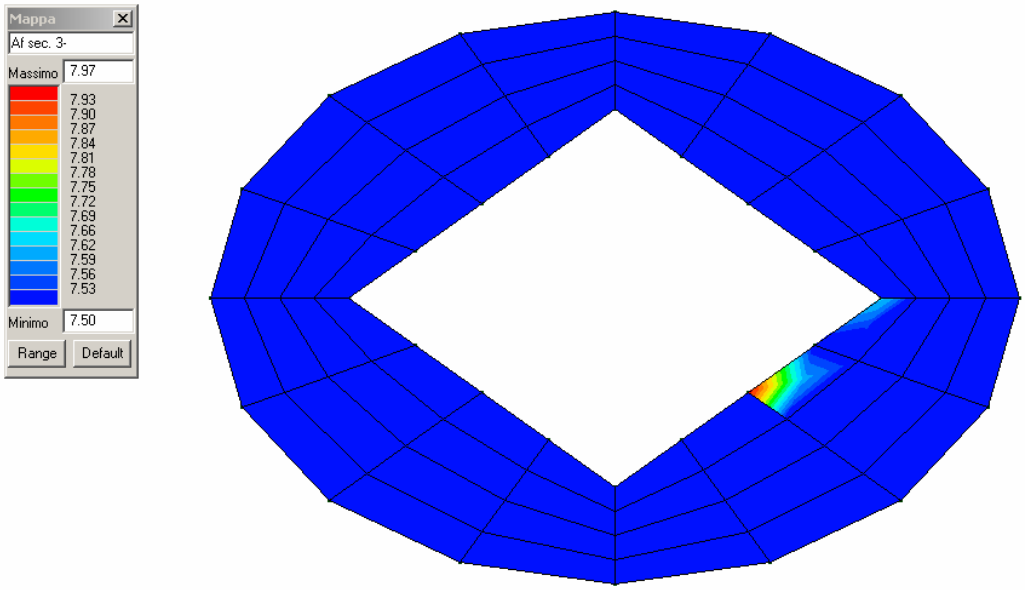

Mappa
Af sec. 3-
Massimo
7.97
7.93
7.90
7.87
7.84
7.81
7.78
7.75
7.72
7.69
7.66
7.62
7.59
7.56
7.53
Minimo
7.50
Range
Default

Fig. 17

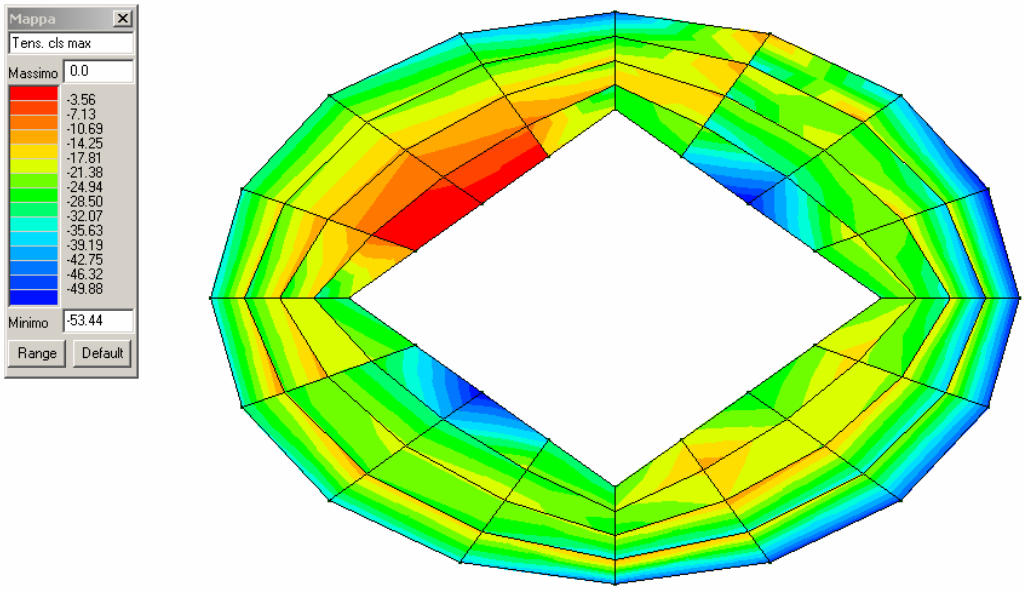

Mappa
Tens. cls max
Massimo
0.0
-3.56
-7.13
-10.69
-14.25
-17.81
-21.38
-24.94
-28.50
-32.07
-35.63
-39.19
-42.75
-46.32
-49.88
Minimo
-53.44
Range
Default

Fig. 18

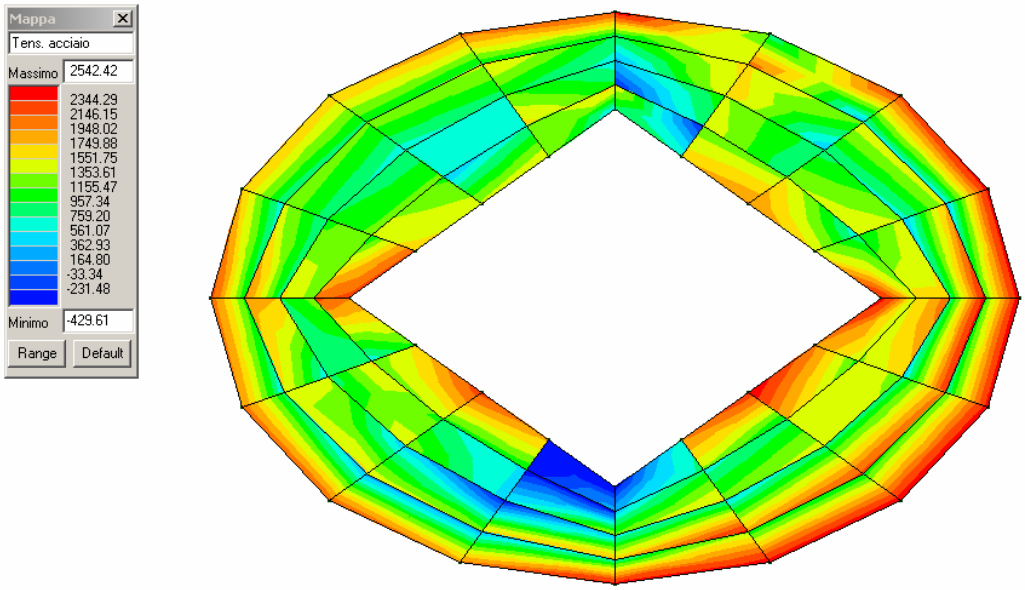

Mappa
Tens. acciaio
Massimo
2542.42
2344.29
2146.15
1948.02
1749.88
1551.75
1353.61
1155.47
957.34
759.20
561.07
362.93
164.80
-33.34
-231.48
Minimo
-429.61
Range
Default

Fig. 19