

ALTO TREVIGIANO SERVIZI S.r.l.

MONTEBELLUNA



**REALIZZAZIONE DI FOGNATURA NERA IN ATTRAVERSAMENTO
DEL FIUME SILE E DELLA LINEA FERROVIARIA
TREVISO-UDINE A RIDOSSO DI PONTE DELLA GOBBA
IN COMUNE DI TREVISO**

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

Tavola n. R05.06	RELAZIONE STRUTTURALE - SISMICA VERIFICA SOLETTA CARRABILE POZZETTO AUTOAFFONDANTE S02 - S02a - S02b - S03 - S03a
---------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

ALTO TREVIGIANO SERVIZI S.R.L.



DIRETTORE - ing. Roberto Durigon
via Schiavonesca Priula, 86 - 31044 Montebelluna (TV)
Servizio Tecnico: UFFICIO NUOVE OPERE
tel. 0423-2928
fax 0423-292929
info@altotrevigianoservizi.it

PROGETTAZIONE



ing. Andrea Mazzetti - Enki s.r.l.

viale G.B. Lulli, 62 - 50144 Firenze
T. 055.3247209
info@enki.it

Data: Novembre 2021	Aggiornato: 00	Codice Piano d'Ambito: -	Codice commessa: -
----------------------------	-----------------------	---------------------------------	---------------------------

COMUNE DI TREVISO

A6.1 A7.1 – RELAZIONE GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

A8.1 A9.1 – RELAZIONE DI CALCOLO E FASCICOLO DEI CALCOLI

RELAZIONE DI CALCOLO SULLA SOLETTA PREFABBRICATA IN C.A. DI COPERTURA DEI POZZI PREFABBRICATI AUTOAFFONDANTI – POZZI S2 - S2A - S2B - S3 - S3A

INDICE

RELAZIONE DI CALCOLO SULLA SOLETTA PREFABBRICATA IN C.A. DI COPERTURA DEL POZZO PREFABBRICATO AUTOAFFONDANTE – POZZO SPINTA PS01

1.	INTRODUZIONE	1
1.1.	Premessa.....	4
1.2.	Descrizione generale dell'opera	4
2.	ANALISI DEI CARICHI	5
2.1.	CARICHI PERMANENTI	5
2.2.	CARICO PERMANENTE DI RICOPRIMENTO	5
2.3.	CARICO VARIABILE DA TRAFFICO	6
3.	COMBINAZIONI DI CARICO.....	9
3.	VERIFICHE STRUTTURALI SLU.....	11
4.	VERIFICHE STRUTTURALI SLE	16

INDICE FIGURE E TABELLE RELAZIONE TECNICA

Fig. 1 -	SOLETTA STAZIONE DI SOLLEVAMENTO S04 VISTA FILI FISSI.....	3
Fig. 2 -	PESO PROPRIO SOLETTA STRUTTURALE	5
Fig. 3 -	PESO PROPRIO RICOPRIMENTO SOLETTA STRUTTURALE	6
Fig. 4 -	SCHEMA DI CARICO AZIONI VARIABILI DA TRAFFICO.....	7
Fig. 5 -	MODELLAZIONE SCHEMA DI CARICO CONCENTRATO AZIONI VARIABILI DA TRAFFICO.	7
Fig. 6 -	MODELLAZIONE SCHEMA DI CARICO DISTRIBUITO AZIONI VARIABILI DA TRAFFICO.....	8
Fig. 7 -	TENSIONI VON MISES TOTALI.....	11
Fig. 8 -	VERIFICA SLU (ELEMENTI IN COLORE CIANO VERIFICATI)	12
Fig. 9 -	VERIFICA SLU PRESSOFLESSIONE.....	13
Fig. 10 -	VERIFICA SLU A TAGLIO CLS PRINCIPALE.....	13
Fig. 11 -	VERIFICA SLU A TAGLIO CLS SECONDARIO.....	14
Fig. 12 -	MAPPA ARMATURA A TAGLIO DIREZIONE PRINCIPALE (in direzioni x – parallelo lato corto)	14
Fig. 13 -	MAPPA ARMATURA A TAGLIO DIREZIONE SECONDARIA (in direzioni y – parallelo lato lungo) .	15
Fig. 14 -	VERIFICA SLE (ELEMENTI IN COLORE CIANO VERIFICATI)	16
Fig. 15 -	FESSURAZIONE – TENSIONI CALCESTRUZZO RARE	19
Fig. 16 -	FESSURAZIONE – TENSIONI ACCIAIO RARE	19
Fig. 17 -	FESSURAZIONE – TENSIONI CALCESTRUZZO PERMANENTE	20

Tabella 1 –	VALORI DEI COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE NTC18.	9
Tabella 2 –	VALORI DEI COEFFICIENTI PARZIALI PER LE AZIONI O PER L'EFFETTO DELLE AZIONI DELLE VERIFICHE SLU SECONDO LE NTC18.....	9
Tabella 3 –	ELENCO COMBINAZIONI DI CARICO.....	10
Tabella 4 –	COEFFICIENTI PER LE COMBINAZIONI DI CARICO.....	10
Tabella 5 –	LIMITI DI FESSURAZIONE.....	17
Tabella 6 –	CONDIZIONI AMBIENTALI E CLASSI DI ESPOSIZIONE.....	17
Tabella 7 –	STATI LIMITE DI FESSURAZIONE DIAMETRI MASSIMI E SPAZIATURE MASSIME.....	18

R.S.2.6 - RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE SOLETTA POZZO SPINTA PS01

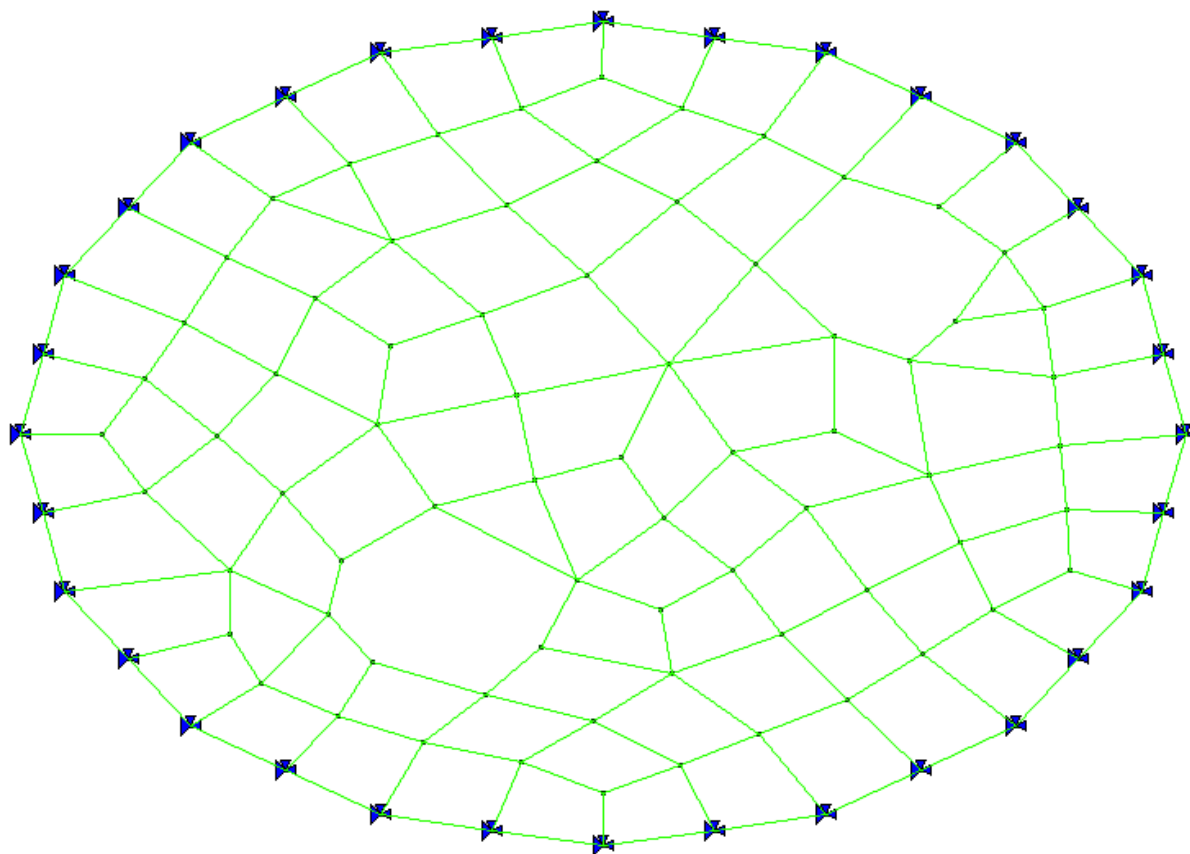


Fig. 1 - SOLETTA POZZO SPINTA PS01 VISTA FILI FISSI.

Relazione di calcolo strutturale impostata e redatta secondo le modalità previste nel D.M. 17 Gennaio 2018 cap. 10 “Redazione dei progetti strutturali esecutivi e delle relazioni di calcolo”

1. INTRODUZIONE

1.1. Premessa

La presente relazione di calcolo strutturale, in conformità al punto §10.1 del DM 17/01/18, è comprensiva di una descrizione generale dell'opera e dei criteri generali di analisi e verifica.

Seguono inoltre le indicazioni fornite al §10.2 del DM stesso per quanto concerne analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo.

1.2. Descrizione generale dell'opera

La presente relazione riporta le verifiche strutturali delle solette di copertura POZZI S2 – S2a – S2b – S3 – S3a

La struttura oggetto di verifica è costituita da una soletta strutturale in calcestruzzo armato di misura massima di circa 370cm di diametro e di spessore 25cm in calcestruzzo classe C35/45 con classe di esposizione XA1.

I manufatti in oggetto sono da porre in opera come opere accessorie pozzo di spinta PS01.

I pozzetti prefabbricati e le solette di coperture prefabbricate da porre in opera, sono prodotti da varie Imprese specializzate, che producono specifici calcoli al momento della fornitura degli stessi manufatti.

La struttura è stata schematizzata con un modello a elementi finiti tridimensionale, utilizzando elementi shell per le solette copertura.

Per il manufatto sono previste le seguenti verifiche:

- Tensioni totali Von Mises SLU;
- Verifica pressoflessione SLU;
- Verifica a taglio lato calcestruzzo SLU;
- Verifica a taglio lato acciaio SLU;
- Verifica fessurazione SLE.

2. ANALISI DEI CARICHI

2.1. CARICHI PERMANENTI

I carichi propri sono costituiti dai seguenti elementi:

- Peso proprio del calcestruzzo armato posto pari 2.500 daN/mc, e automaticamente computato dal software di calcolo. Il carico suddetto nelle combinazioni di carico utilizzate dal modello del software viene denominato “CDC 1” ovvero condizione di carico 1.

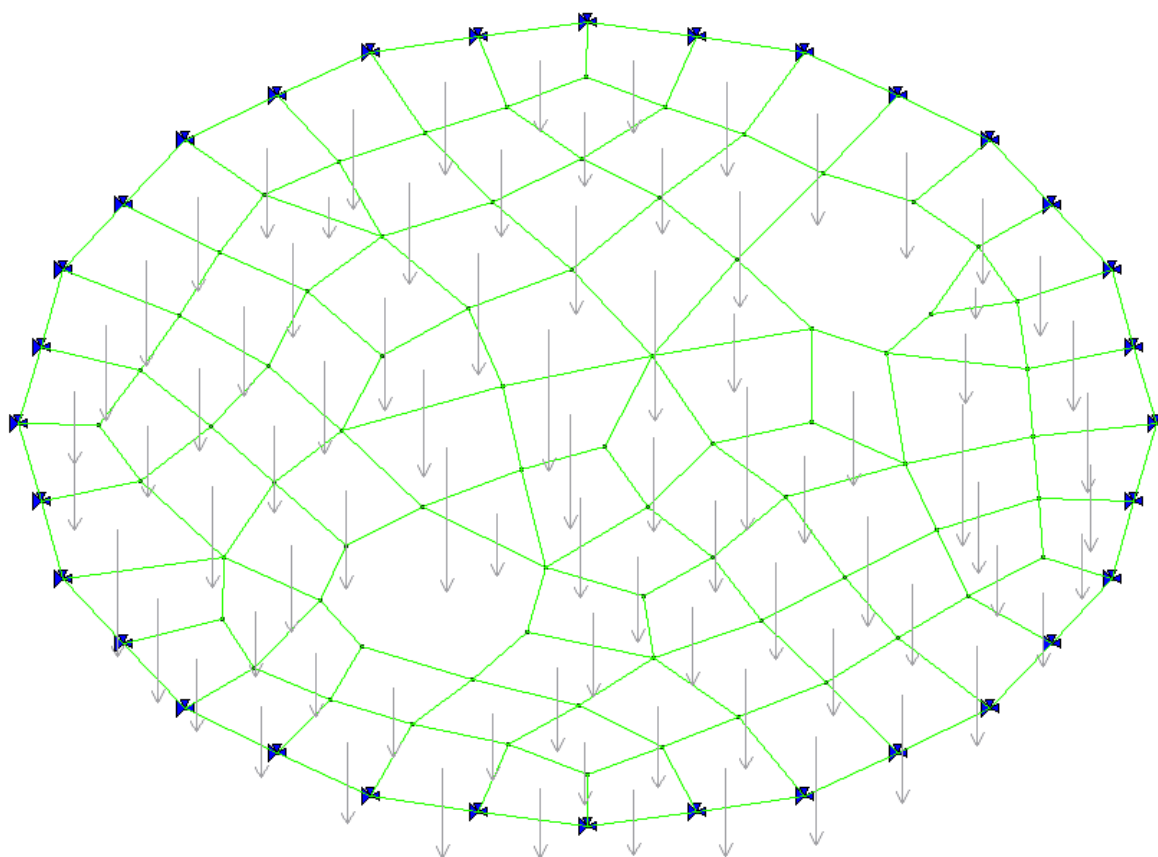


Fig. 2 - PESO PROPRIO SOLETTA STRUTTURALE.

2.2. CARICO PERMANENTE DI RICOPRIMENTO

Per la modellazione del carico permanente di ricoprimento della soletta strutturale, dovuto alla presenza di terreno sulla soletta stessa, si assume un valore pari a 500 daN/mq uniformemente distribuito, come riportato in figura 4. Il carico suddetto nelle combinazioni di carico utilizzate dal modello del software viene denominato “CDC 2” ovvero condizione di carico 2.

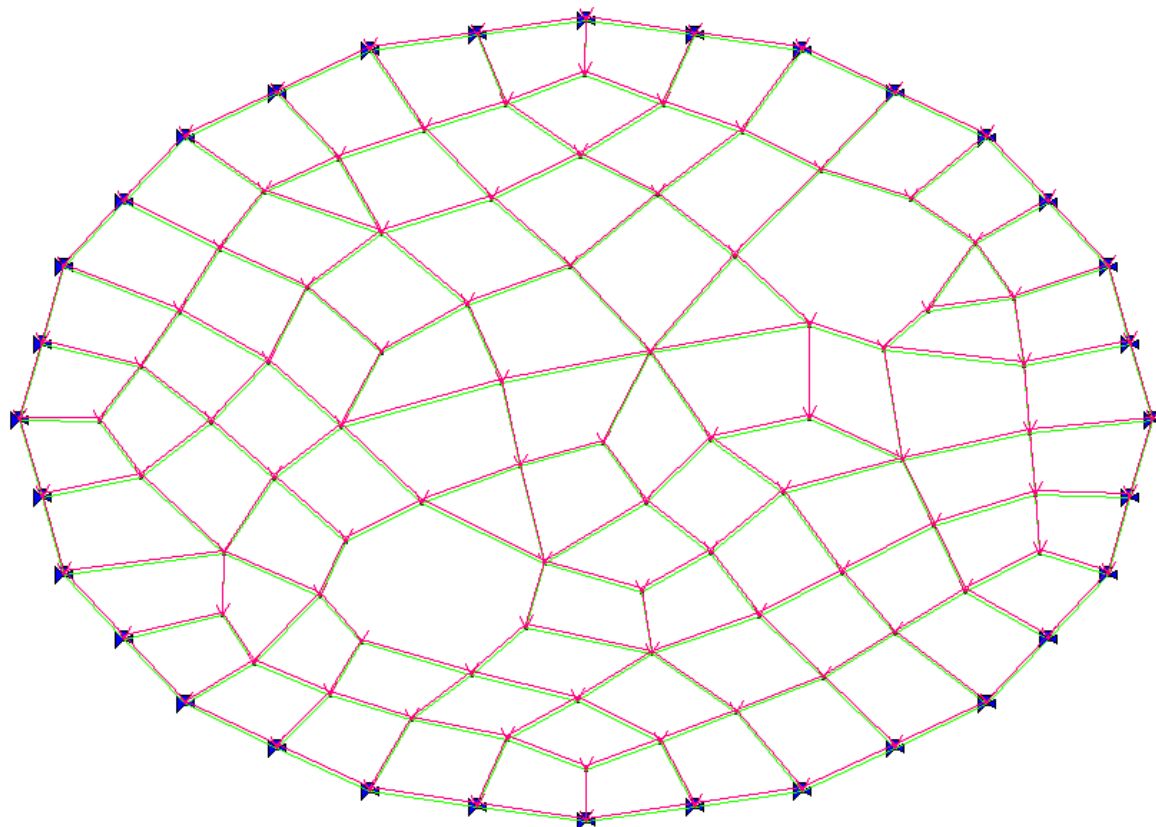


Fig. 3 - PESO PROPRIO RICOPRIMENTO SOLETTA STRUTTURALE.

2.3. CARICO VARIABILE DA TRAFFICO

Come da paragrafo 5.1.3.3 delle NTC18, l'azione variabile da traffico è costituita dalle impronte prodotte secondo lo schema di carico 1 ossia da due assi in tandem, applicati su impronte di pneumatico di forma rettangolare, di larghezza 0.4m e da carichi uniformemente distribuiti come mostrato in figura 5. Il carico su ogni singola ruota è di 150kN mentre il carico distribuito è di 9kN/mq. I carichi suddetti, nelle combinazioni di carico utilizzate dal modello del software, vengono denominati rispettivamente: “CDC 3” e “CDC 4” ovvero condizione di carico 3 e condizione di carico 4.

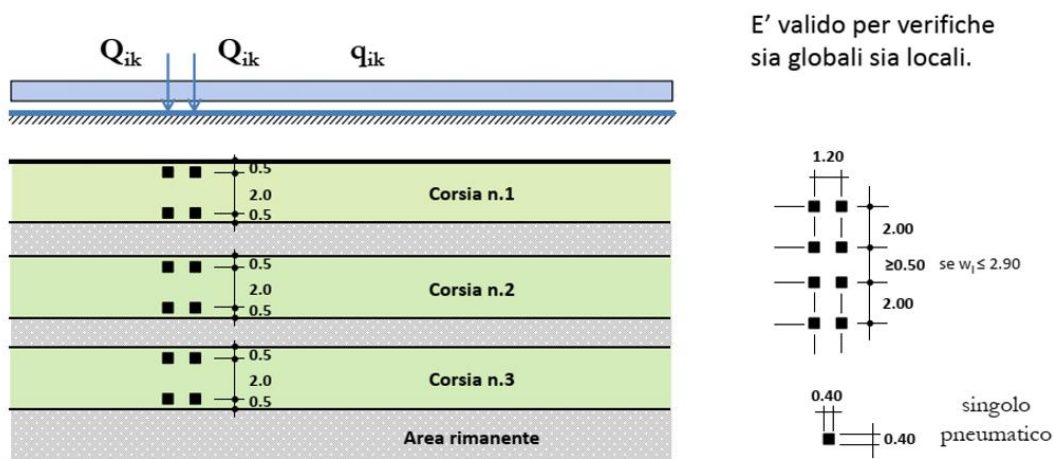


Fig. 4 - SCHEMA DI CARICO AZIONI VARIABILI DA TRAFFICO.

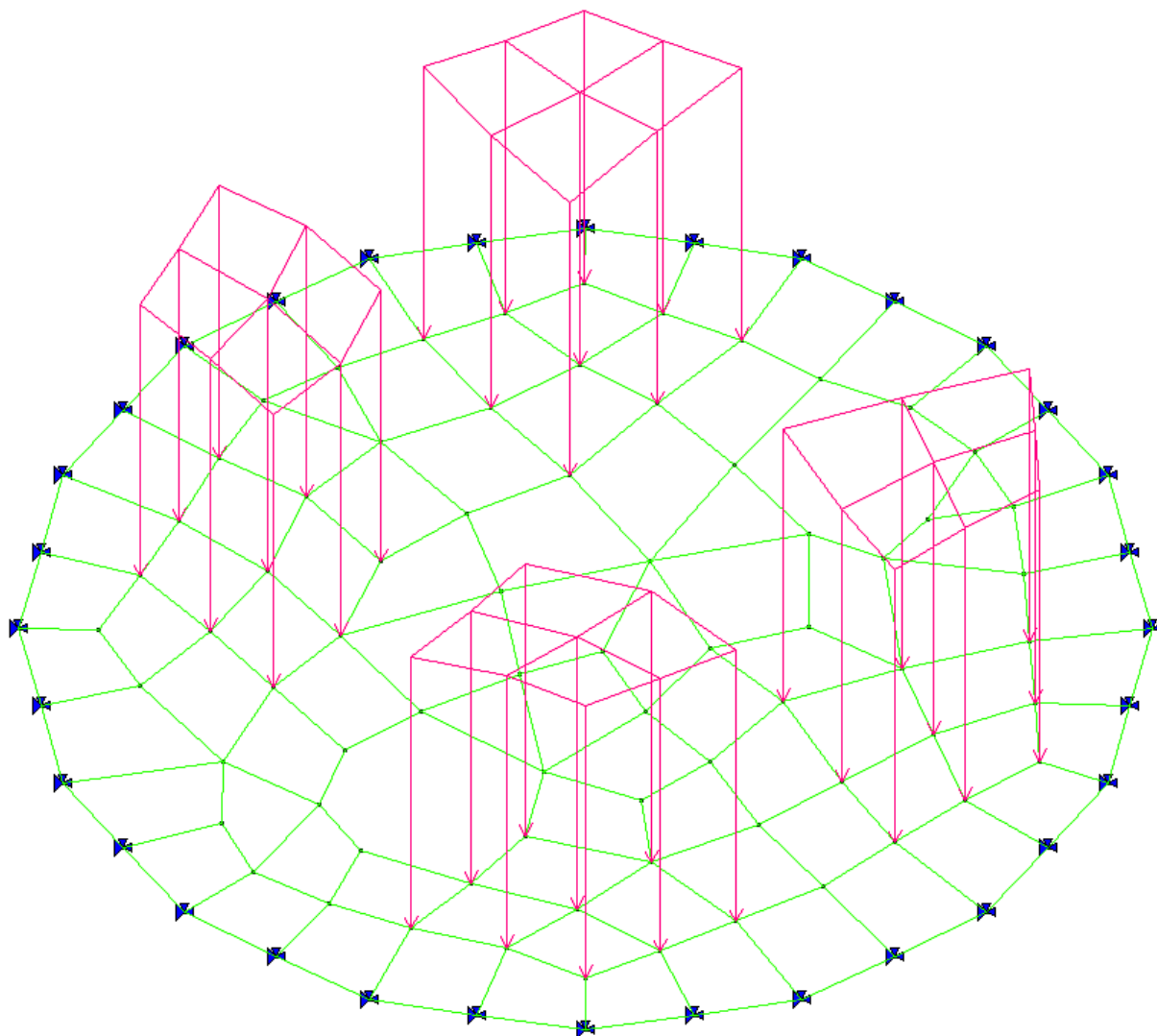


Fig. 5 - MODELLAZIONE SCHEMA DI CARICO CONCENTRATO AZIONI VARIABILI DA TRAFFICO.

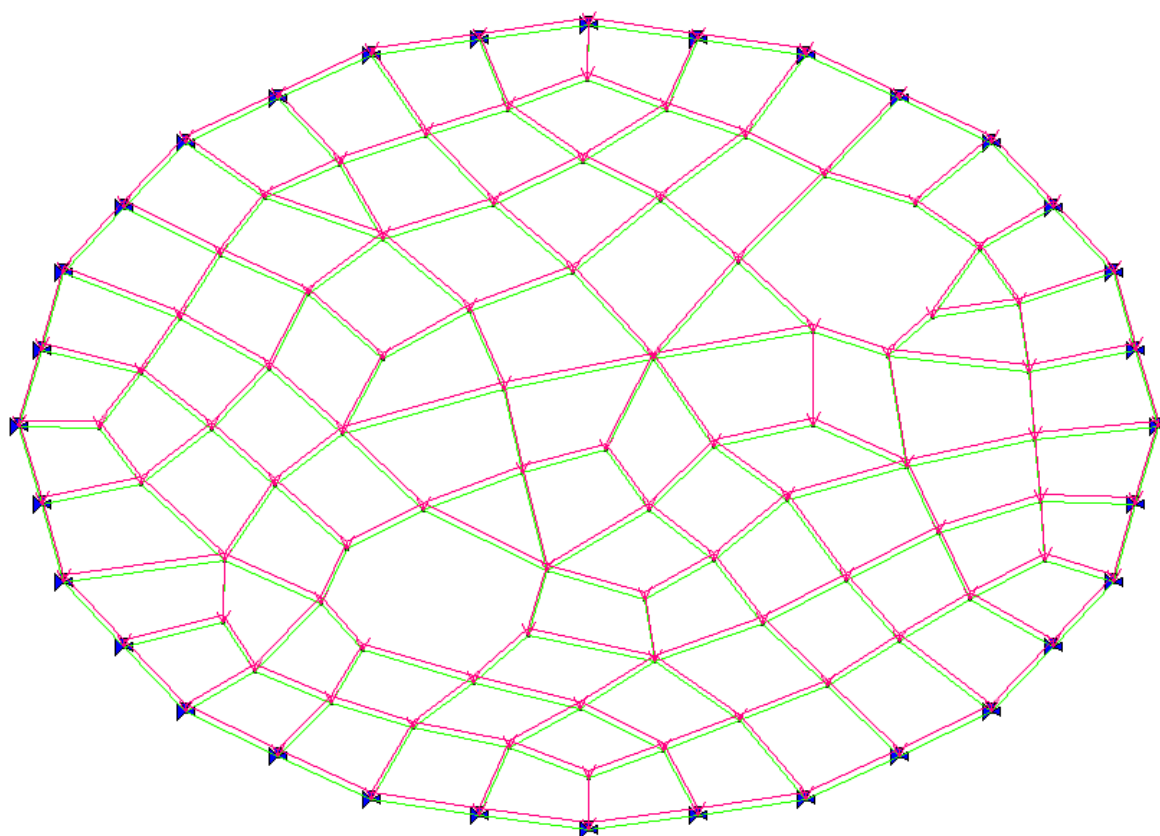


Fig. 6 - MODELLAZIONE SCHEMA DI CARICO DISTRIBUITO AZIONI VARIABILI DA TRAFFICO.

3 COMBINAZIONI DI CARICO

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

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

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

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

Combinazione fondamentale SLU

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

Combinazione caratteristica (rara) SLE

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

Combinazione frequente SLE

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

Combinazione quasi permanente SLE

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

dove:

Destinazione d'uso/azione	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Categoria A residenziali	0,70	0,50	0,30
Categoria B uffici	0,70	0,50	0,30
Categoria C ambienti suscettibili di affollamento	0,70	0,70	0,60
Categoria D ambienti ad uso commerciale	0,70	0,70	0,60
Categoria E biblioteche, archivi, magazzini,...	1,00	0,90	0,80
Categoria F Rimesse e parcheggi (autoveicoli $\leq 30kN$)	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 ≤ 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

Tabella 1 – VALORI DEI COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE NTC18.

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).

		Coefficiente γ_f	EQU	A1	A2
Carichi permanenti	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali (Non compiutamente definiti)	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	Favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

Tabella 2 – VALORI DEI COEFFICIENTI PARZIALI PER LE AZIONI O PER L'EFFETTO DELLE AZIONI DELLE VERIFICHE SLU SECONDO LE NTC18.

Si riportano le combinazioni di calcolo

Cmb	Tipo	Sigla Id	effetto P-delta
1	SLU	Comb. SLU A1 1	
2	SLU	Comb. SLU A1 2	
3	SLU	Comb. SLU A1 3	
4	SLU	Comb. SLU A1 4	
5	SLU	Comb. SLU A1 5	
6	SLU	Comb. SLU A1 6	
7	SLU	Comb. SLU A1 7	
8	SLU	Comb. SLU A1 8	
9	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 9	

Cmb	Tipo	Sigla Id	effetto P-delta
10	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 10	
11	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 11	
12	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 12	
13	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 13	
14	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 14	
15	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 15	
16	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 16	
17	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 17	
18	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 18	
19	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 19	
20	SLE(p)	Comb. SLE(perm.) 20	
21	SLE(p)	Comb. SLE(perm.) 21	
22	SLE(p)	Comb. SLE(perm.) 22	
23	SLE(p)	Comb. SLE(perm.) 23	

Tabella 3 – ELENCO COMBINAZIONI DI CARICO.

Si riportano i coefficienti per le varie combinazioni di carico.

Cmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...	CDC 3/17...	CDC 4/18...	CDC 5/19...	CDC 6/20...	CDC 7/21...	CDC 8/22...	CDC 9/23...	CDC 10/24...	CDC 11/25...	CDC 12/26...	CDC 13/27...	CDC 14/28...
1	1.30	1.30	0.0	0.0										
2	1.30	1.30	0.0	1.50										
3	1.30	1.30	1.50	0.0										
4	1.30	1.30	1.50	1.50										
5	1.00	1.00	0.0	0.0										
6	1.00	1.00	0.0	1.50										
7	1.00	1.00	1.50	0.0										
8	1.00	1.00	1.50	1.50										
9	1.00	1.00	0.0	0.0										
10	1.00	1.00	0.0	1.00										
11	1.00	1.00	1.00	0.0										
12	1.00	1.00	1.00	1.00										
13	1.00	1.00	0.0	0.0										
14	1.00	1.00	0.0	0.80										
15	1.00	1.00	1.00	0.0										
16	1.00	1.00	1.00	0.80										
17	1.00	1.00	0.0	1.00										
18	1.00	1.00	0.80	0.0										
19	1.00	1.00	0.80	1.00										
20	1.00	1.00	0.0	0.0										
21	1.00	1.00	0.0	0.80										
22	1.00	1.00	0.80	0.0										
23	1.00	1.00	0.80	0.80										

Tabella 4 – COEFFICIENTI PER LE COMBINAZIONI DI CARICO.

3. VERIFICHE STRUTTURALI SLU

Si riportano di seguito le immagini delle verifiche effettuate:

- Tensioni totali Von Mises SLU;
- Verifica pressoflessione SLU;
- Verifica a taglio lato calcestruzzo SLU;
- Verifica a taglio lato acciaio SLU;
- Verifica fessurazione SLE.

La soletta strutturale risulta correttamente verificata. Si riportano gli abachi di sintesi delle verifiche eseguite.

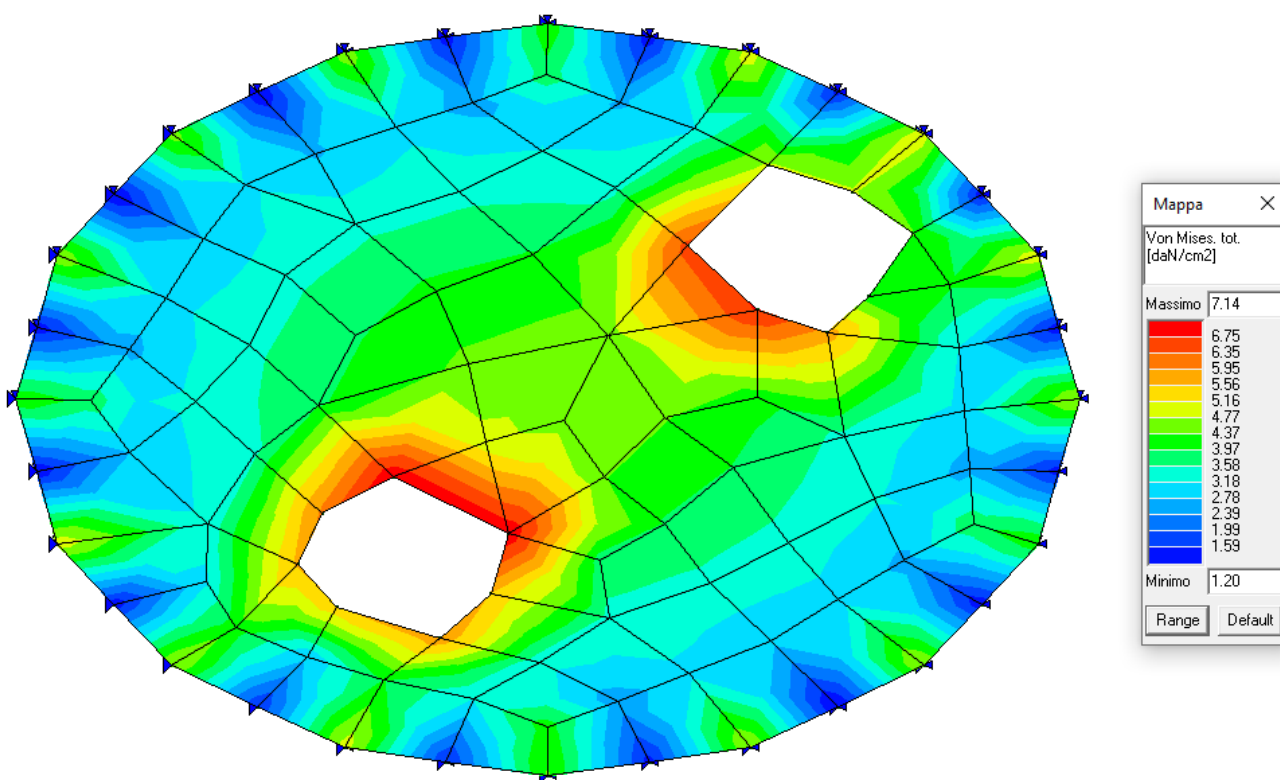


Fig. 7 - TENSIONI VON MISES TOTALI.

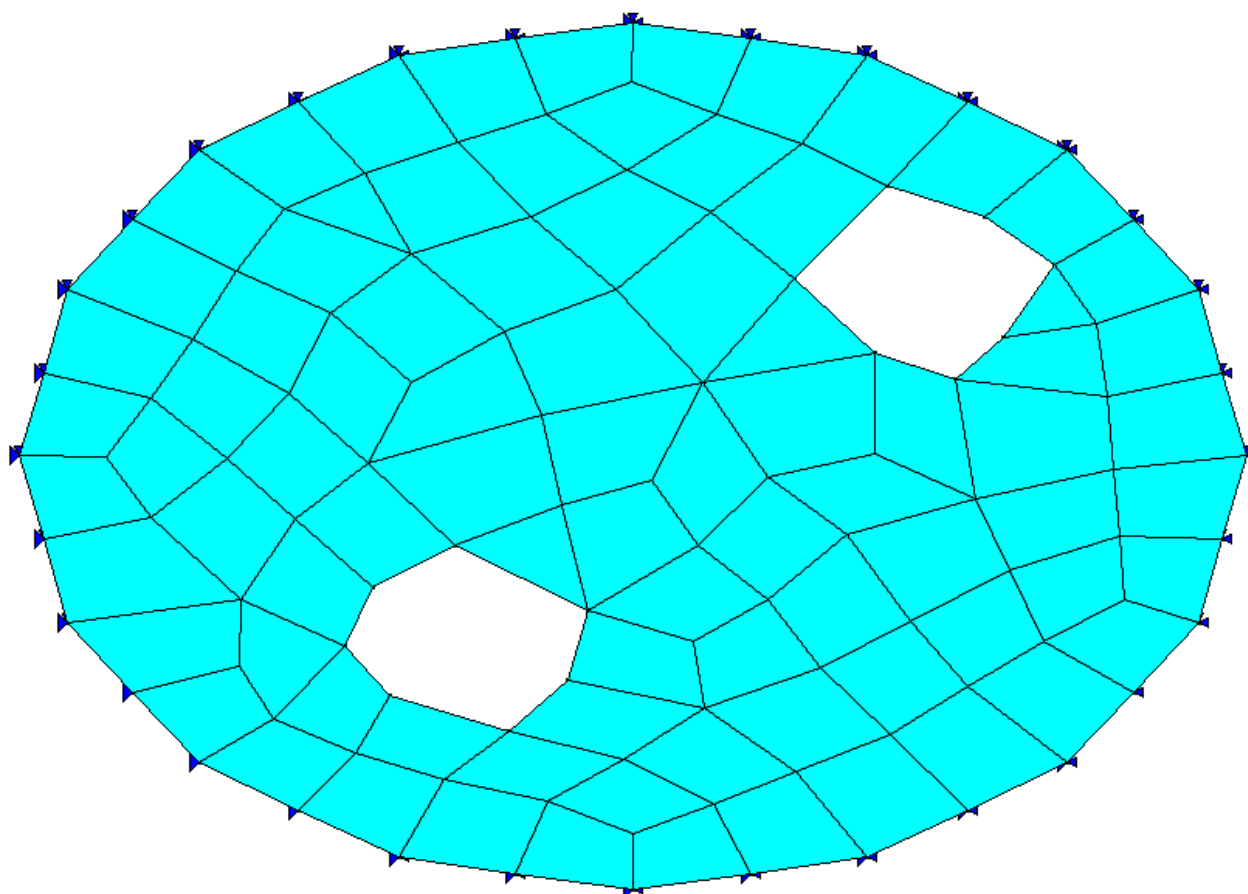


Fig. 8 - VERIFICA SLU (ELEMENTI IN COLORE CIANO VERIFICATI)

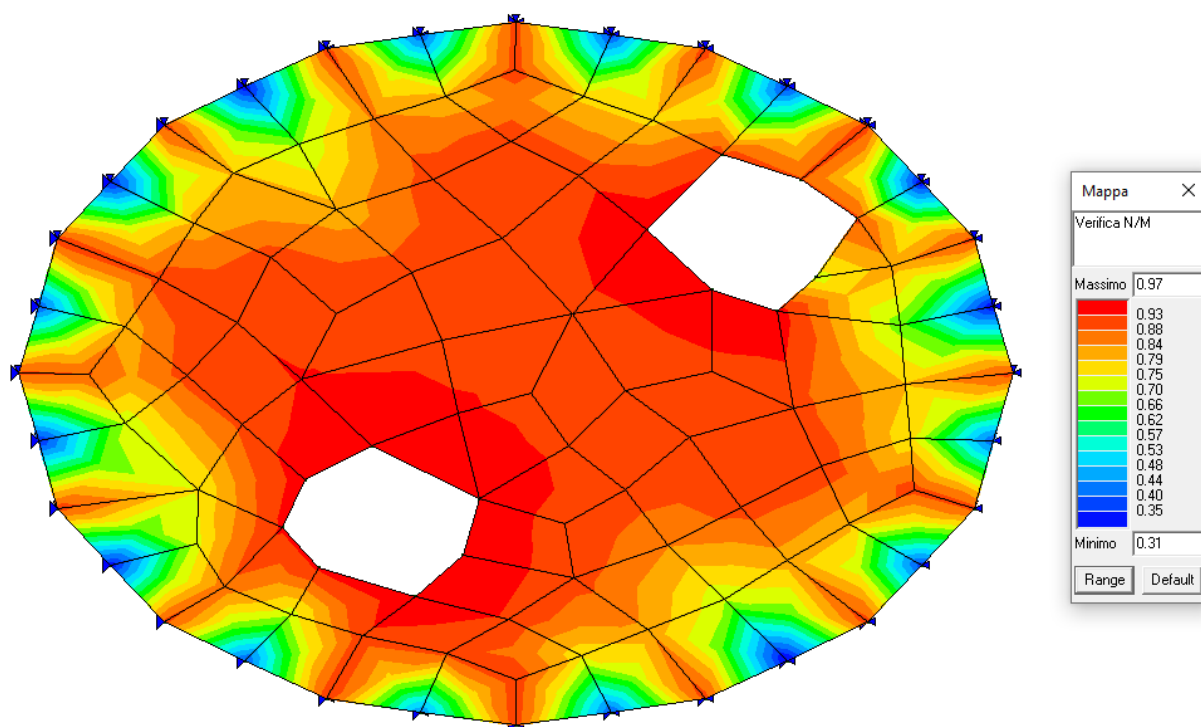


Fig. 9 - VERIFICA SLU PRESSOFLESSIONE

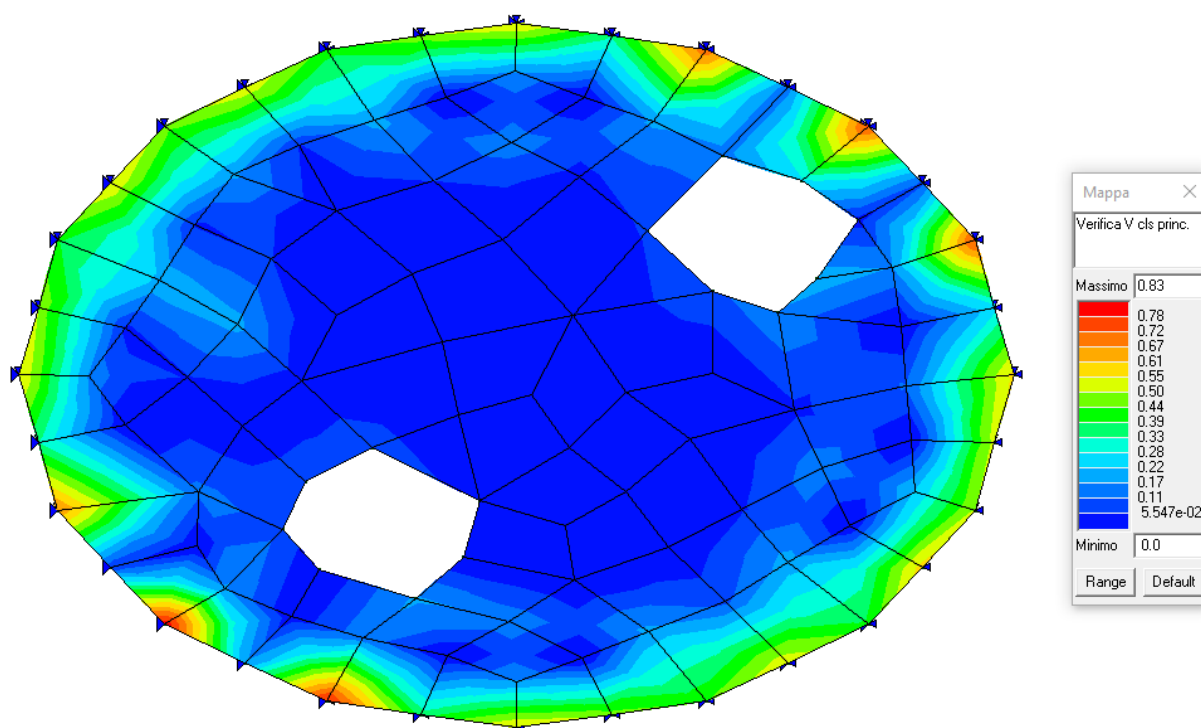
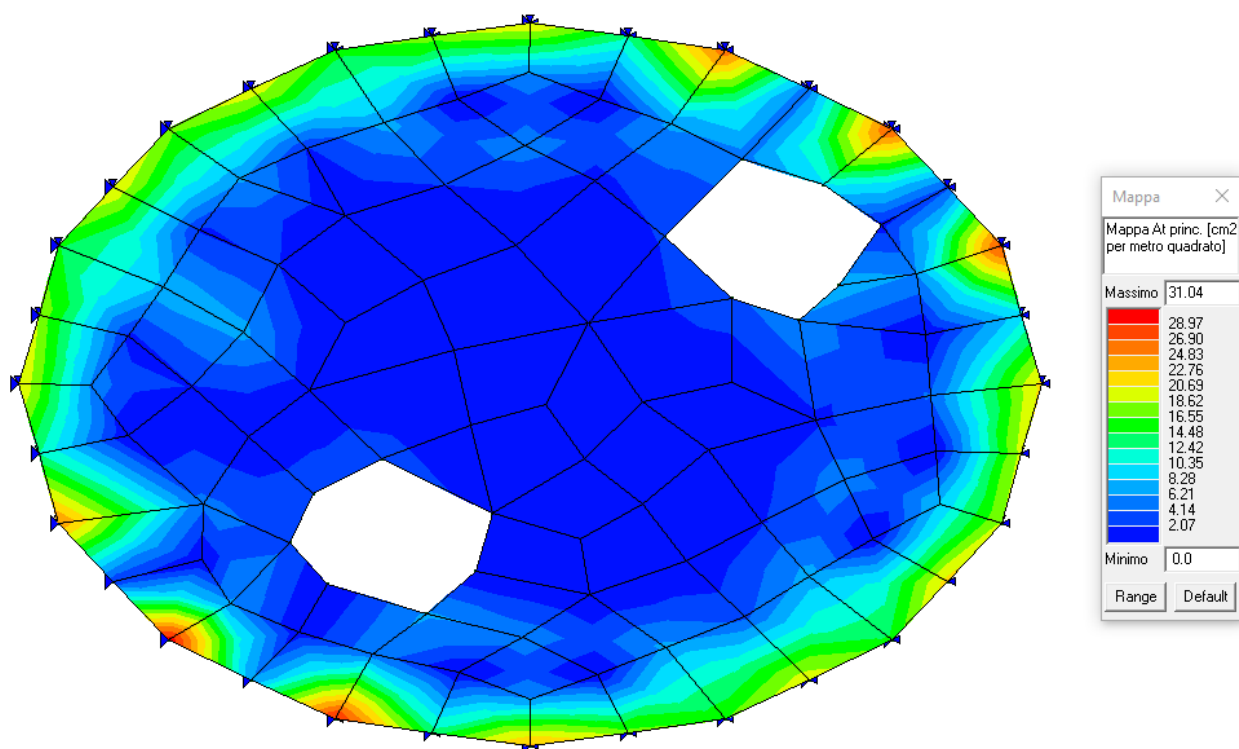
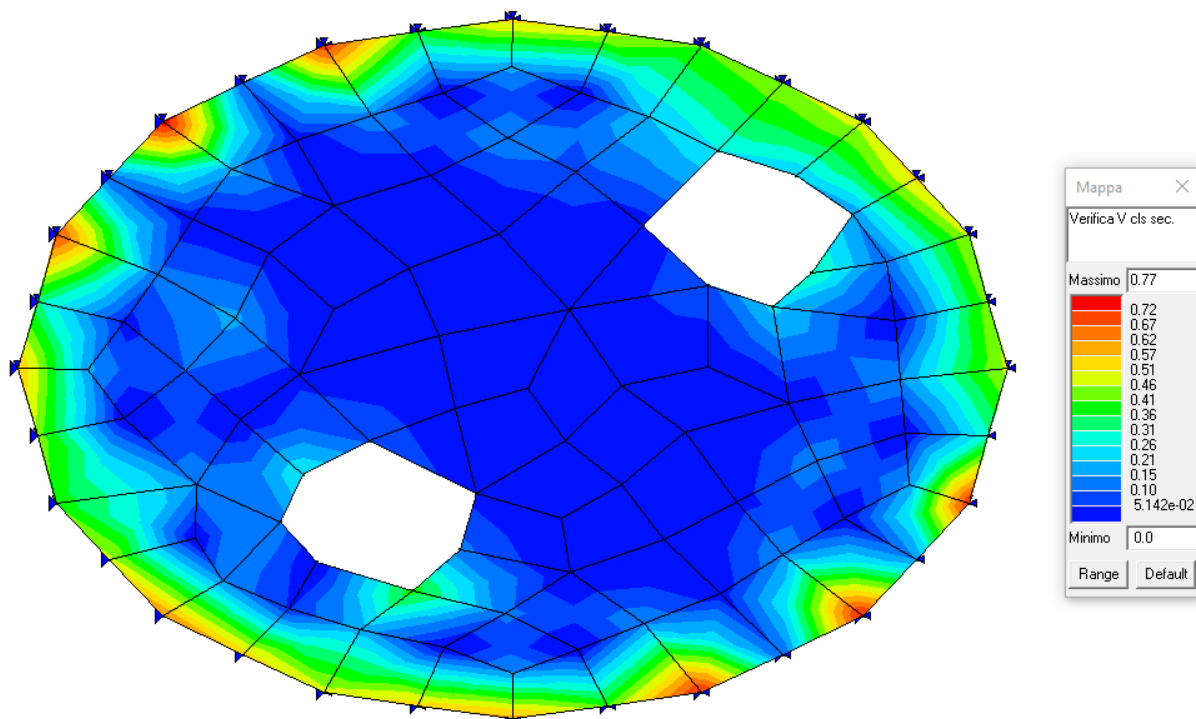


Fig. 10 - VERIFICA SLU A TAGLIO CLS PRINCIPALE



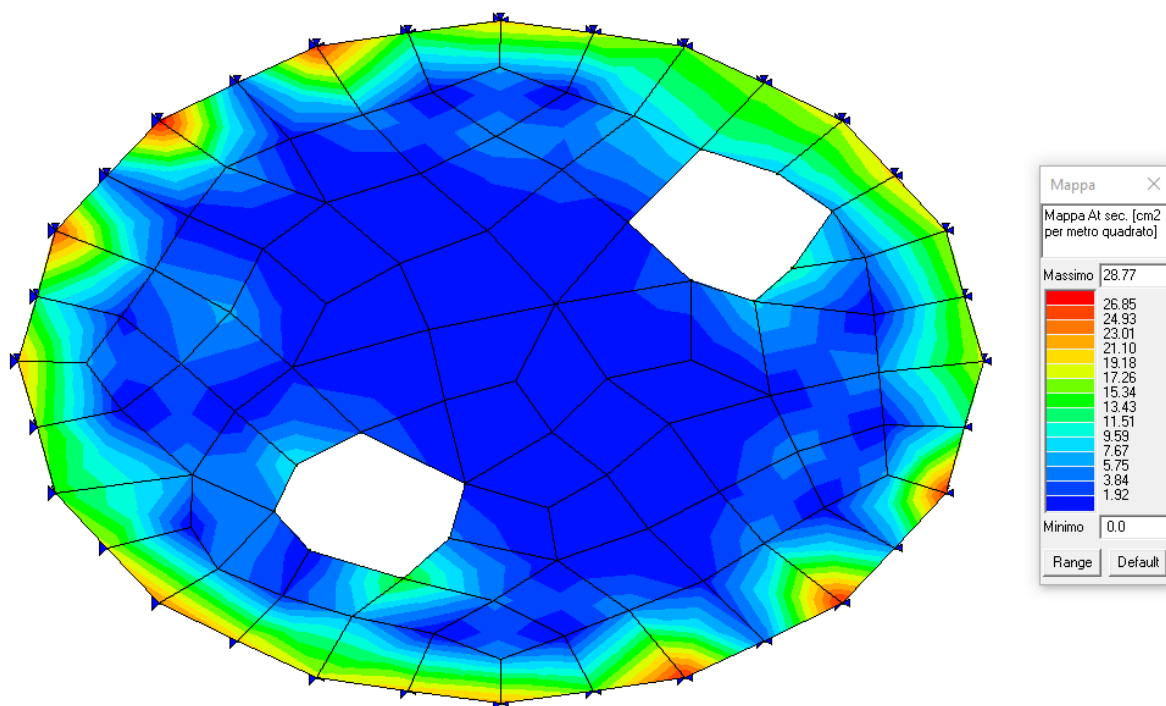


Fig. 13 - MAPPA ARMATURA A TAGLIO DIREZIONE SECONDARIA (in direzioni y – parallelo lato lungo)

4. VERIFICHE STRUTTURALI SLE

Si riportano di seguito le immagini delle verifiche effettuate:

- Verifica fessurazione SLE.

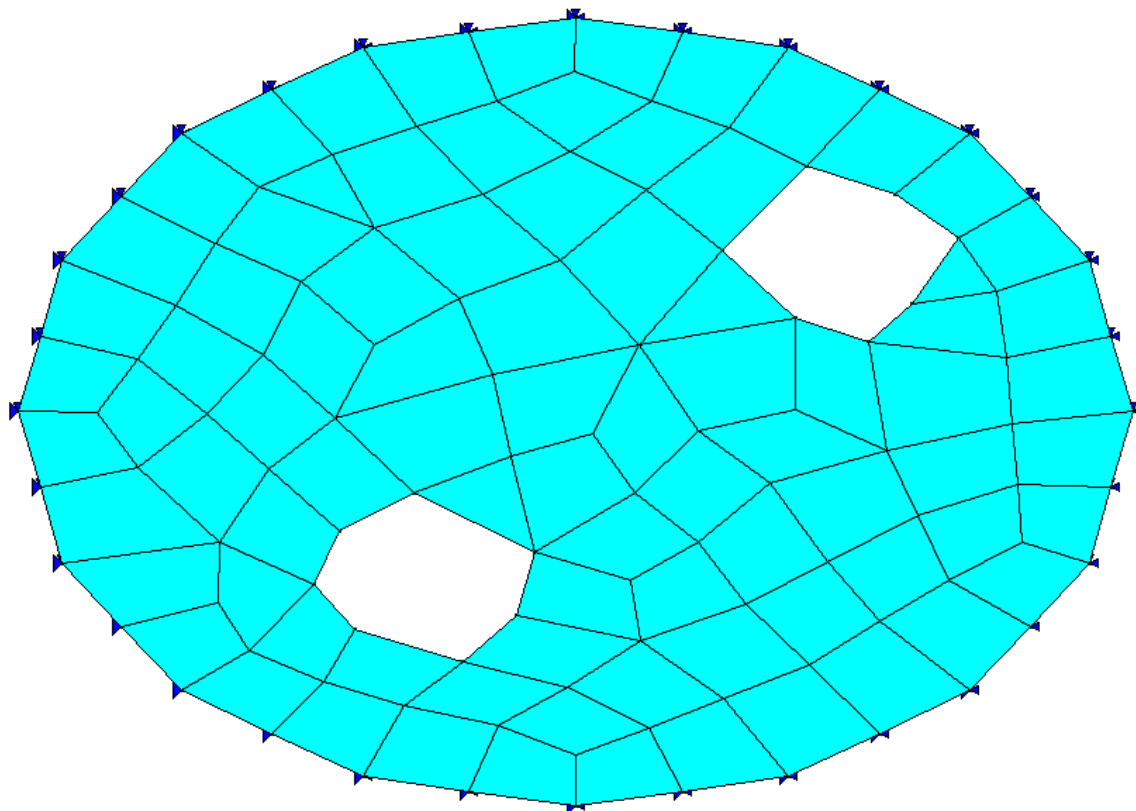


Fig. 14 - VERIFICA SLE (ELEMENTI IN COLORE CIANO VERIFICATI)

Relativamente alle verifiche a fessurazione si evidenzia che la tab. 4.1.IV delle NTC riporta i valori per la verifica dello stato limite di fessurazione con metodo indiretto.

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w_d	Stato limite	w_d
a	Ordinarie	Frequente	ap. fessure	$\leq W_2$	ap. fessure	$\leq W_3$
		Quasi permanente	ap. fessure	$\leq W_1$	ap. fessure	$\leq W_2$
b	Aggressive	Frequente	ap. fessure	$\leq W_1$	ap. fessure	$\leq W_2$
		Quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq W_1$
c	Molto aggressive	Frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq W_1$
		Quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq W_1$

Tabella 5 – LIMITI DI FESSURAZIONE.

Condizioni Ambientali	Classe di esposizione
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Tabella 6 – CONDIZIONI AMBIENTALI E CLASSI DI ESPOSIZIONE.

Tabella C4.1.II *Diametri massimi delle barre per il controllo di fessurazione*

Tensione nell'acciaio σ_s [MPa]	Diametro massimo ϕ delle barre (mm)		
	$w_3 = 0,4$ mm	$w_2 = 0,3$ mm	$w_1 = 0,2$ mm
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	-

Tabella C4.1.III *Spaziatura massima delle barre per il controllo di fessurazione*

Tensione nell'acciaio σ_s [MPa]	Spaziatura massima s delle barre (mm)		
	$w_3 = 0,4$ mm	$w_2 = 0,3$ mm	$w_1 = 0,2$ mm
160	300	300	200
200	300	250	150
240	250	200	100
280	200	150	50
320	150	100	-
360	100	50	-

Tabella 7 – STATI LIMITE DI FESSURAZIONE DIAMETRI MASSIMI E SPAZIATURE MASSIME.

Nel caso in oggetto si considera:

- CLS classe di esposizione XA1, ambiente chimico debolmente aggressivo;
- Armatura lenta, condizione armatura poco sensibile;
- Limite di fessurazione per combinazione quasi permanente $w < w_1$ pari a 0.2 mm;
- Limite di fessurazione per combinazione frequente $w < w_2$ pari a 0.3 mm;
- Ferri di armatura secondo schema strutturale ($\phi 18 - \phi 12$);
- Spaziatura massima ferri pari 20 cm.

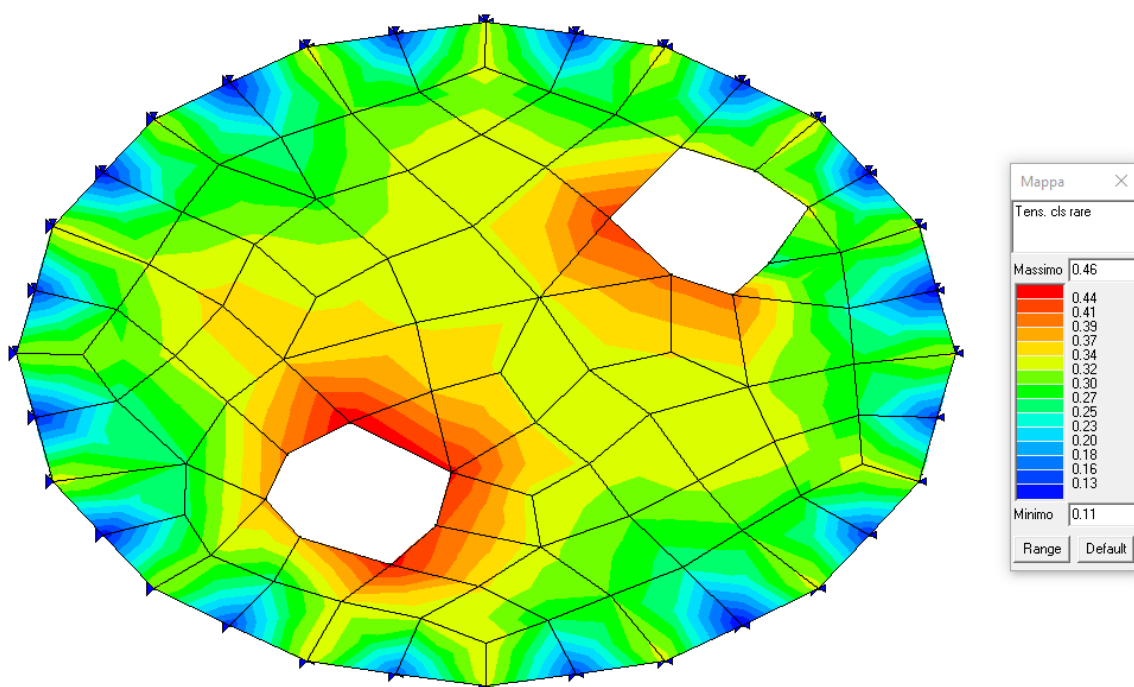


Fig. 15 - FESSURAZIONE – TENSIONI CALCESTRUZZO RARE

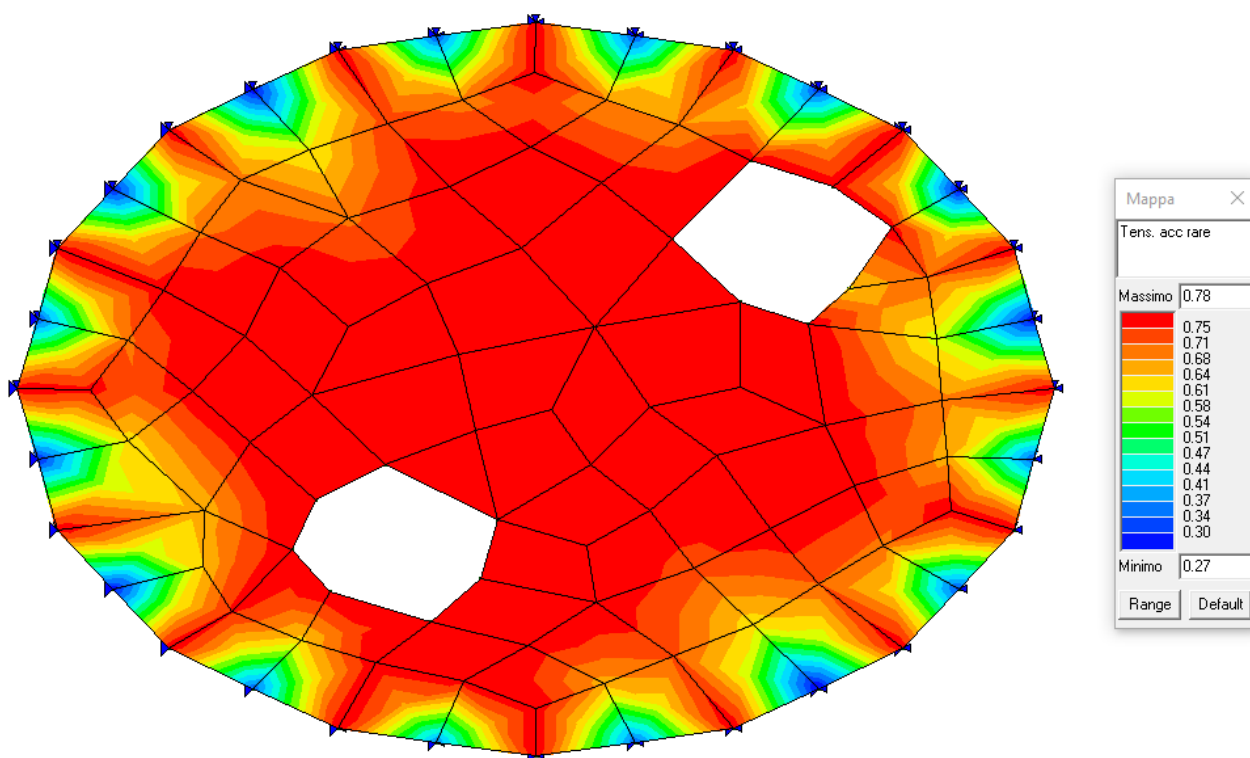


Fig. 16 - FESSURAZIONE – TENSIONI ACCIAIO RARE

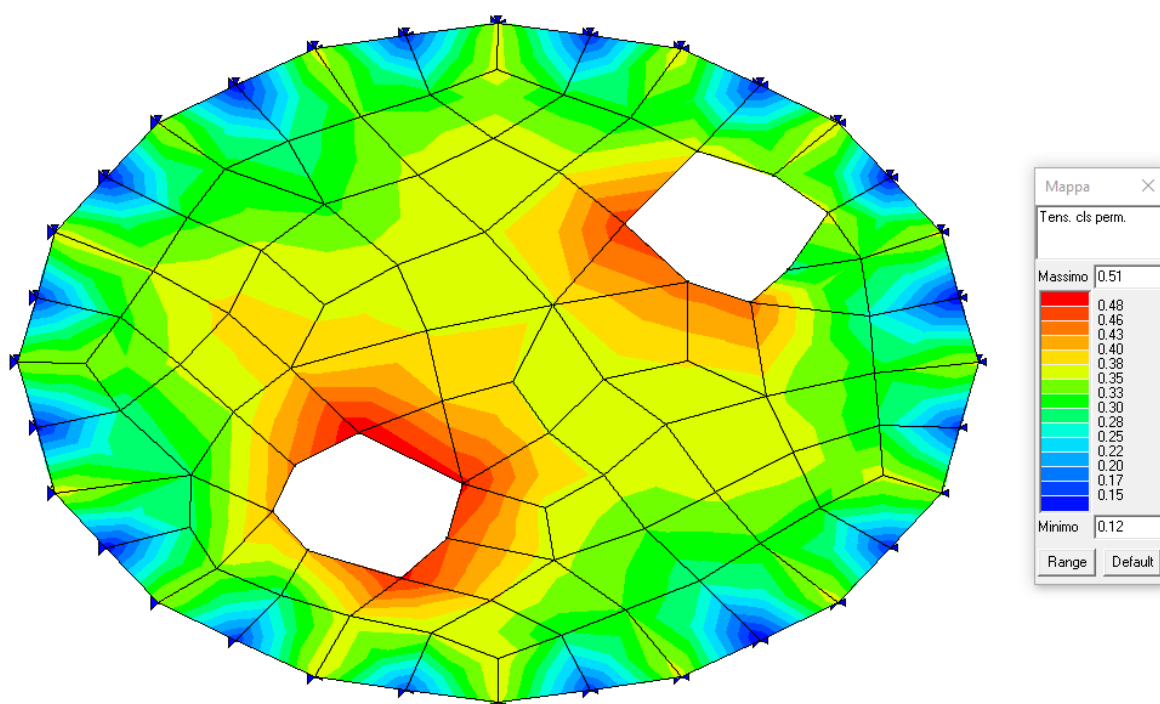


Fig. 17 - FESSURAZIONE – TENSIONI CALCESTRUZZO PERMANENTE



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”.

Origine e Caratteristiche dei Codici di Calcolo	
Codice di calcolo:	PRO_SAP PROfessional Structural Analysis Program
Versione:	PROFESSIONAL (build 2021-09-193)
Produttore-Distributore:	2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l. Via Garibaldi, 90 44121 Ferrara FE (Italy) Tel. +39 0532 200091 www.2si.it
Codice Licenza:	Licenza dsi3728

Descrizione	
Progetto	
Progettista	

In merito al punto 10.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni (*Affidabilità dei codici utilizzati*), si fa 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” disponibile per il download sul sito: <https://www.2si.it/it/prodotti/affidabilita/>

INTESTAZIONE E CONTENUTI DELLA RELAZIONE

Progetto

Contenuti della relazione:

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

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

STAMPA DEI DATI DI INGRESSO

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

STAMPA DEI RISULTATI

Il Progettista:

12 novembre 2021

INTESTAZIONE E CONTENUTI DELLA RELAZIONE	2
Progetto	2
CARATTERISTICHE MATERIALI UTILIZZATI	4
LEGENDA TABELLA DATI MATERIALI	4
MODELLAZIONE DELLE SEZIONI.....	7
LEGENDA TABELLA DATI SEZIONI	7
MODELLAZIONE STRUTTURA: ELEMENTI SHELL.....	9
LEGENDA TABELLA DATI SHELL.....	9
MODELLAZIONE DELLE AZIONI	12
LEGENDA TABELLA DATI AZIONI.....	12
SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO.....	14
LEGENDA TABELLA CASI DI CARICO	14
DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI	16
LEGENDA TABELLA COMBINAZIONI DI CARICO	16
RISULTATI NODALI	18
LEGENDA RISULTATI NODALI.....	18
RISULTATI ELEMENTI TIPO SHELL	22
LEGENDA RISULTATI ELEMENTI TIPO SHELL.....	22

CARATTERISTICHE MATERIALI UTILIZZATI

LEGENDA TABELLA DATI MATERIALI

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

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

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

Young	modulo di elasticità normale E
Poisson	coefficiente di contrazione trasversale ν
G	modulo di elasticità tangenziale
Gamma	peso specifico
Alfa	coefficiente di dilatazione termica
Fattore di confidenza FC m	Fattore di confidenza specifico per materiale; (è riportato solo se diverso da quello globale della struttura)
Fattore di confidenza FC a	Fattore di confidenza specifico per l'armatura (è riportato solo se diverso da quello globale della struttura)
Elasto-plastico	Materiale elastico perfettamente plastico per aste non lineari
Massima compressione	Massima tensione di compressione per aste non lineari
Massima trazione	Massima tensione di trazione per aste non lineari
Fattore attrito	Coefficiente di attrito per aste non lineari
Rapporto HRDb	Rapporto di hardening a flessione
Rapporto HRDv	Rapporto di hardening a taglio

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	Resistenza Rc	resistenza a compressione cubica
		Resistenza fctm	resistenza media a trazione semplice
		Coefficiente ksb	Coefficiente di riduzione della resistenza a compressione da utilizzare nello stress block
2	acciaio	Tensione ft	Valore della tensione di rottura
		Tensione fy	Valore della tensione di snervamento
		Resistenza fd	Resistenza di calcolo per SL CNR-UNI 10011

	Resistenza fd (>40)	Resistenza di calcolo per SL CNR-UNI 10011 per spessori > 40mm
	Tensione ammissibile	Tensione ammissibile CNR-UNI 10011
	Tensione ammissibile (>40)	Tensione ammissibile CNR-UNI 10011 per spessori > 40mm
3	muratura	
	Muratura consolidata	Muratura per la quale si prevedono interventi di rinforzo"
	Incremento resistenza	Incremento conseguito in termini di resistenza
	Incremento rigidezza	Incremento conseguito in termini di rigidezza
	Resistenza f	Valore della resistenza a compressione
	Resistenza fv0	Valore della resistenza a taglio in assenza di tensioni normali
	Resistenza fh	Valore della resistenza a compressione orizzontale
	Resistenza fb	Valore della resistenza a compressione dei blocchi
	Resistenza fbh	Valore della resistenza a compressione dei blocchi in direzione orizzontale
	Resistenza fv0h	Valore della resistenza a taglio in assenza di tensioni normali per le travi
	Resistenza ft	Valore della resistenza a trazione per fessurazione diagonale
	Resistenza fvlm	Valore della massima resistenza a taglio
	Resistenza fbt	Valore della resistenza a trazione dei blocchi
	Coefficiente mu	Coefficiente d'attrito utilizzato per la resistenza a taglio (tipicamente 0.4)
	Coefficiente fi	Coefficiente d'ingranamento utilizzato per la resistenza a taglio
	Coefficiente ksb	Coefficiente di riduzione della resistenza a compressione da utilizzare nello stress block
4	legno	
	E0,05	Modulo di elasticità corrispondente ad un frattile del 5%
	Resistenza fc0	Valore della resistenza a compressione parallela
	Resistenza ft0	Valore della resistenza a trazione parallela
	Resistenza fm	Valore della resistenza a flessione
	Resistenza fv	Valore della resistenza a taglio
	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

Nel tabulato si riportano sia i valori caratteristici che medi utilizzando gli uni e/o gli altri in relazione alle richieste di normativa ed alla tipologia di verifica. (Cap.7 NTC18 per materiali nuovi, Cap.8 NTC18 e relativa circolare 21/01/2019 per materiali esistenti, Linee Guida Reluis per incamiciatura CAM, CNR-DT 200 per interventi con FRP)

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

Id	Tipo / Note	V. caratt.	V. medio	Young	Poisson	G	Gamma	Alfa	Altri
		daN/cm2	daN/cm2	daN/cm2		daN/cm2	daN/cm3		
5	Calcestruzzo Classe C35/45			3.460e+05	0.12	1.545e+05	2.50e-03	1.00e-05	
	Resistenza Rc	450.0							
	Resistenza fctm		33.5						
	Rapporto Rfessurata (assiale)								1.00
	Rapporto Rfessurata (flessione)								1.00
	Rapporto Rfessurata (taglio)								1.00
	Coefficiente ksb								0.85
	Rapporto HRDb								1.00e-05
	Rapporto HRDv								1.00e-05

Gusci c.a.	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
Armatura						
Inclinazione Ax [gradi]	0.0					
Angolo Ax-Ay [gradi]	90.00					
Minima tesa	0.31					
Massima tesa	0.78					
Maglia unica centrale	NO					
Copriferro [cm]	4.00					
Maglia x						
diametro	12					
passo	20					
diametro aggiuntivi	12					
Maglia y						
diametro	12					
passo	20					
diametro aggiuntivi	12					
Stati limite ultimi						
Tensione fy [daN/cm2]	4500.00					
Tipo acciaio	tipo C					
Coefficiente gamma s	1.15					
Coefficiente gamma c	1.50					
Verifiche con N costante	SI					
Applica SLU da DIN	NO					
Tensioni ammissibili						
Tensione amm. cls [daN/cm2]	97.50					
Tensione amm. acciaio [daN/cm2]	2600.00					
Rapporto omogeneizzazione N	15.00					
Massimo rapporto area compressa/tesa	1.00					
Resistenza al fuoco						
3- intradosso	NO					
3+ estradosso	NO					
Tempo di esposizione R	15					

MODELLAZIONE DELLE SEZIONI

LEGENDA TABELLA DATI SEZIONI

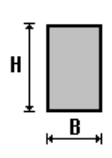
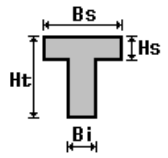
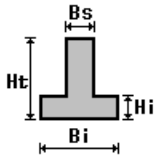
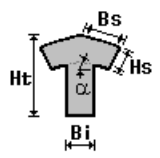
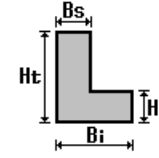
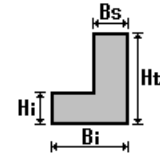
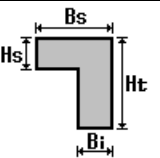
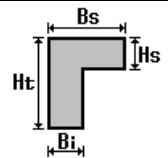
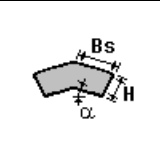
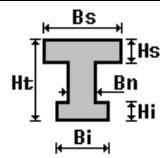
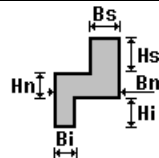
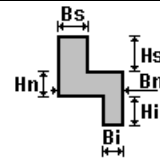
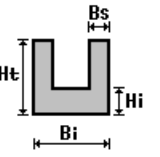
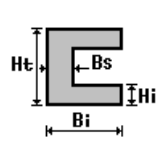
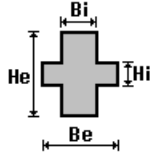
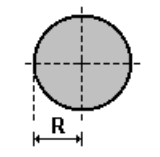
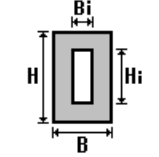
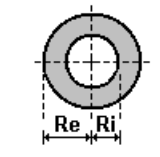
Il programma consente l'uso di sezioni diverse. Sono previsti i seguenti tipi di sezione:

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

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

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

I dati sopra riportati vengono utilizzati per la determinazione dei carichi inerziali e per la definizione delle 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

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

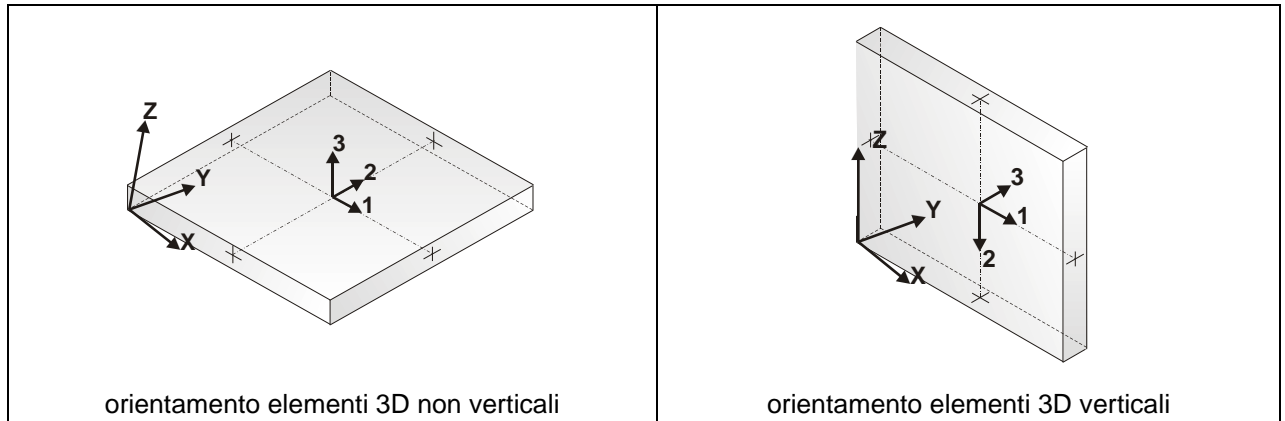
MODELLAZIONE STRUTTURA: ELEMENTI SHELL

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.



In particolare per ogni elemento viene indicato in tabella:

Elem.	numero dell'elemento
Note	codice di comportamento: <i>Guscio</i> (elemento guscio in elevazione non verticale) <i>Guscio fond.</i> (elemento guscio su suolo elastico) <i>Setto</i> (elemento guscio in elevazione verticale) <i>Membrana</i> (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)
Svincolo	codice di svincolo dell'elemento con riferimento ai nodi che definiscono il lato dell'elemento a cui è stato assegnato lo svincolo
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.	Crit.	Spessore cm	Svincolo	Wink V daN/cm3	Wink O daN/cm3
1	Guscio	27	35	49		5	1	25.0			
2	Guscio	31	14	97	93	5	1	25.0			
3	Guscio	51	36	86	82	5	1	25.0			
4	Guscio	74	78	50	16	5	1	25.0			
5	Guscio	86	36	46	90	5	1	25.0			
6	Guscio	10	48	15	12	5	1	25.0			
7	Guscio	84	80	4	44	5	1	25.0			
8	Guscio	22	90	94	5	5	1	25.0			
9	Guscio	25	27	49	69	5	1	25.0			
10	Guscio	17	53	74	73	5	1	25.0			
11	Guscio	81	12	31	85	5	1	25.0			
12	Guscio	78	82	22	50	5	1	25.0			
13	Guscio	44	4	25	6	5	1	25.0			
14	Guscio	98	42	28	102	5	1	25.0			
15	Guscio	20	5	7	19	5	1	25.0			
16	Guscio	85	31	93	89	5	1	25.0			
17	Guscio	5	94	98	7	5	1	25.0			
18	Guscio	8	21	48	10	5	1	25.0			
19	Guscio	19	7	9	41	5	1	25.0			
20	Guscio	11	23	83	87	5	1	25.0			
21	Guscio	30	88	92	60	5	1	25.0			
22	Guscio	77	10	12	81	5	1	25.0			
23	Guscio	100	8	10	72	5	1	25.0			
24	Guscio	9	102	75	23	5	1	25.0			
25	Guscio	57	19	41	68	5	1	25.0			
26	Guscio	12	15	14	31	5	1	25.0			
27	Guscio	99	59	95		5	1	25.0			
28	Guscio	41	9	23	11	5	1	25.0			
29	Guscio	49	35	57	71	5	1	25.0			
30	Guscio	72	10	77		5	1	25.0			
31	Guscio	13	91	95	59	5	1	25.0			
32	Guscio	102	28	39	75	5	1	25.0			
33	Guscio	54	11	13	43	5	1	25.0			
34	Guscio	18	99	29	2	5	1	25.0			
35	Guscio	95	91	34	52	5	1	25.0			
36	Guscio	75	39	26	79	5	1	25.0			
37	Guscio	82	86	90	22	5	1	25.0			
38	Guscio	71	57	68	70	5	1	25.0			
39	Guscio	23	75	79	83	5	1	25.0			
40	Guscio	38	96	100	62	5	1	25.0			
41	Guscio	99	95	52	29	5	1	25.0			
42	Guscio	21	25	69	48	5	1	25.0			
43	Guscio	48	69	70	15	5	1	25.0			
44	Guscio	64	85	89	47	5	1	25.0			
45	Guscio	15	70	33	14	5	1	25.0			
46	Guscio	68	41	11	54	5	1	25.0			
47	Guscio	13	11	87	91	5	1	25.0			
48	Guscio	35	20	19	57	5	1	25.0			
49	Guscio	90	46	32	94	5	1	25.0			
50	Guscio	70	68	54	43	5	1	25.0			
51	Guscio	61	72	77	63	5	1	25.0			
52	Guscio	69	49	71	70	5	1	25.0			
53	Guscio	33	70	43		5	1	25.0			
54	Guscio	65	51	82	78	5	1	25.0			
55	Guscio	50	22	5	3	5	1	25.0			
56	Guscio	30	58	84	88	5	1	25.0			
57	Guscio	92	44	6	96	5	1	25.0			
58	Guscio	53	65	78	74	5	1	25.0			
59	Guscio	58	24	80	84	5	1	25.0			
60	Guscio	79	26	37	83	5	1	25.0			
61	Guscio	4	1	27	25	5	1	25.0			
62	Guscio	97	101	67	40	5	1	25.0			
63	Guscio	63	77	81	55	5	1	25.0			
64	Guscio	7	98	102	9	5	1	25.0			
65	Guscio	91	87	45	34	5	1	25.0			
66	Guscio	60	92	96	38	5	1	25.0			
67	Guscio	6	25	21	8	5	1	25.0			
68	Guscio	88	84	44	92	5	1	25.0			
69	Guscio	93	97	40	66	5	1	25.0			
70	Guscio	73	74	16	76	5	1	25.0			
71	Guscio	96	6	8	100	5	1	25.0			
72	Guscio	3	5	20	35	5	1	25.0			
73	Guscio	62	100	72	61	5	1	25.0			

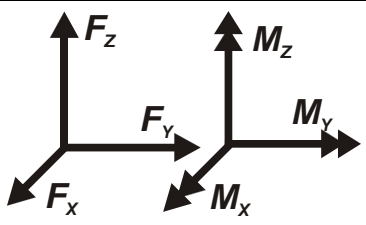
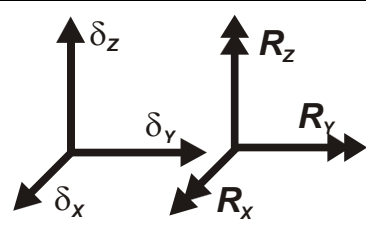
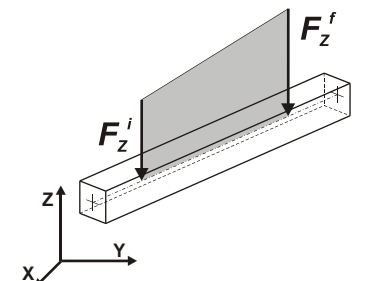
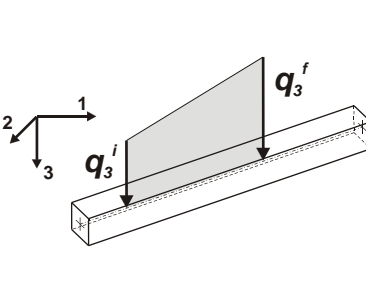
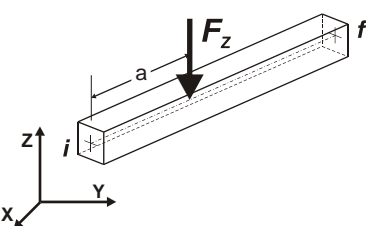
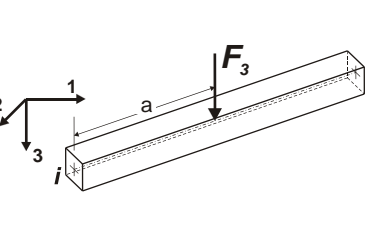
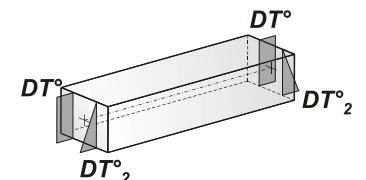
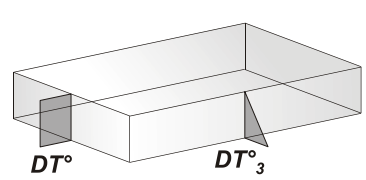
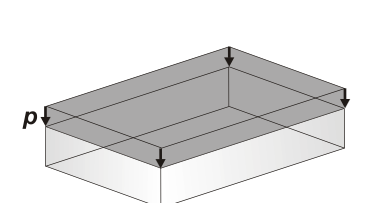
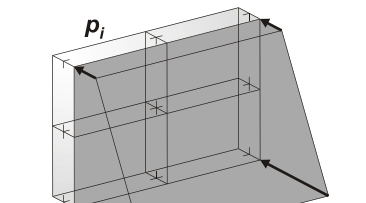
74	Guscio	101	18	2	67	5	1	25.0
75	Guscio	94	32	42	98	5	1	25.0
76	Guscio	55	81	85	64	5	1	25.0
77	Guscio	14	33	101	97	5	1	25.0
78	Guscio	80	76	1	4	5	1	25.0
79	Guscio	83	37	45	87	5	1	25.0
80	Guscio	89	93	66	47	5	1	25.0
81	Guscio	56	17	73	103	5	1	25.0
82	Guscio	103	73	76	80	5	1	25.0
83	Guscio	24	56	103	80	5	1	25.0

MODELLAZIONE DELLE AZIONI

LEGENDA TABELLA DATI AZIONI

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

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

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

Tipo carico di pressione uniforme su piastra

Id	Tipo	pressione
		daN/cm2
2	SCHEMA 1 SINGOLO	-3.55
3	SCHEMA 1 DIFFUSO	-0.09
8	TERRENO DI COPERTURA	-0.05

SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO

LEGENDA TABELLA CASI DI CARICO

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

Sono previsti i seguenti 11 tipi di casi di carico:

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

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

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

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

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

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

Nella tabella successiva vengono riportati i casi di carico agenti sulla struttura, con l'indicazione dei dati relativi al caso di carico stesso:

Numero Tipo e Sigla identificativa, Valore di riferimento del caso di carico (se previsto).

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

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

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
1	Ggk	CDC=Ggk (peso proprio della struttura)	
2	Gk	CDC=G1k TERRENO COPERTURA	Azioni applicate: D3 :da 1 a 83 Azione : TERRENO DI COPERTURA
3	Qk	CDC=Qk SCHEMA 1 IMPRONTA	Azioni applicate: D3 : 2 Azione : SCHEMA 1 SINGOLO D3 : 8 Azione : SCHEMA 1 SINGOLO D3 :da 11 a 13 Azione : SCHEMA 1 SINGOLO

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
			D3 : 16 Azione : SCHEMA 1 SINGOLO
			D3 : 20 Azione : SCHEMA 1 SINGOLO
			D3 : 24 Azione : SCHEMA 1 SINGOLO
			D3 : 26 Azione : SCHEMA 1 SINGOLO
			D3 : 28 Azione : SCHEMA 1 SINGOLO
			D3 : 37 Azione : SCHEMA 1 SINGOLO
			D3 : 39 Azione : SCHEMA 1 SINGOLO
			D3 : 55 Azione : SCHEMA 1 SINGOLO
			D3 : 57 Azione : SCHEMA 1 SINGOLO
			D3 : 67 Azione : SCHEMA 1 SINGOLO
			D3 : 71 Azione : SCHEMA 1 SINGOLO
4	Qk	CDC=Qk TRAFFICO DIFFUSO	Azioni applicate:
			D3 :da 1 a 83 Azione : SCHEMA 1 DIFFUSO

DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI

LEGENDA TABELLA COMBINAZIONI DI CARICO

Il programma combina i diversi tipi di casi di carico (CDC) secondo le regole previste dalla normativa vigente. Le combinazioni previste sono destinate al controllo di sicurezza della struttura ed alla verifica degli spostamenti e delle sollecitazioni.

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

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

Combinazione fondamentale SLU

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

Combinazione caratteristica (rara) SLE

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

Combinazione frequente SLE

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

Combinazione quasi permanente SLE

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

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

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

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

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

Dove:

NTC 2008 Tabella 2.5.I

Destinazione d'uso/azione	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Categoria A residenziali	0,70	0,50	0,30
Categoria B uffici	0,70	0,50	0,30
Categoria C ambienti suscettibili di affollamento	0,70	0,70	0,60
Categoria D ambienti ad uso commerciale	0,70	0,70	0,60
Categoria E biblioteche, archivi, magazzini,...	1,00	0,90	0,80
Categoria F Rimesse e parcheggi (autoveicoli $\leq 30kN$)	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 ≤ 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	EQU	A1	A2
γ_f			

<i>Carichi permanenti</i>	<i>Favorevoli</i>	$\gamma G1$	0,9	1,0	1,0
	<i>Sfavorevoli</i>		1,1	1,3	1,0
<i>Carichi permanenti non strutturali</i> (Non compiutamente definiti)	<i>Favorevoli</i>	$\gamma G2$	0,0	0,0	0,0
	<i>Sfavorevoli</i>		1,5	1,5	1,3
<i>Carichi variabili</i>	<i>Favorevoli</i>	γQi	0,0	0,0	0,0
	<i>Sfavorevoli</i>		1,5	1,5	1,3

Cmb	Tipo	Sigla Id	effetto P-delta
1	SLU	Comb. SLU A1 1	
2	SLU	Comb. SLU A1 2	
3	SLU	Comb. SLU A1 3	
4	SLU	Comb. SLU A1 4	
5	SLU	Comb. SLU A1 5	
6	SLU	Comb. SLU A1 6	
7	SLU	Comb. SLU A1 7	
8	SLU	Comb. SLU A1 8	
9	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 9	
10	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 10	
11	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 11	
12	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 12	
13	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 13	
14	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 14	
15	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 15	
16	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 16	
17	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 17	
18	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 18	
19	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 19	
20	SLE(p)	Comb. SLE(perm.) 20	
21	SLE(p)	Comb. SLE(perm.) 21	
22	SLE(p)	Comb. SLE(perm.) 22	
23	SLE(p)	Comb. SLE(perm.) 23	

[illegible]

RISULTATI NODALI

LEGENDA RISULTATI NODALI

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

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

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

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

Nodo	Cmb	Traslazione X cm	Traslazione Y cm	Traslazione Z cm	Rotazione X	Rotazione Y	Rotazione Z
1	4	0.0	0.0	-0.12	-1.20e-03	5.05e-04	0.0
1	12	0.0	0.0	-0.08	-8.13e-04	3.43e-04	0.0
1	16	0.0	0.0	-0.08	-7.34e-04	3.10e-04	0.0
...							
103	23	0.0	0.0	-0.03	-8.68e-04	1.46e-04	0.0
Nodo		Traslazione X	Traslazione Y	Traslazione Z	Rotazione X	Rotazione Y	Rotazione Z
		0.0	0.0	-0.17	-1.62e-03	-1.48e-03	0.0
		0.0	0.0	0.0	1.63e-03	1.51e-03	0.0

Nodo	Cmb	Azione X daN	Azione Y daN	Azione Z daN	Azione RX daN cm	Azione RY daN cm	Azione RZ daN cm
2	1	0.0	0.0	341.37	0.0	0.0	0.0
2	4	0.0	0.0	3953.33	0.0	0.0	0.0
2	5	0.0	0.0	262.59	0.0	0.0	0.0
...							
67	23	0.0	0.0	-5003.81	0.0	0.0	0.0
Nodo		Azione X	Azione Y	Azione Z	Azione RX	Azione RY	Azione RZ
		0.0	0.0	-1.058e+04	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	4077.49	0.0	0.0	0.0

Nodo	Cmb	Azione X daN	Azione Y daN	Azione Z daN	Azione RX daN cm	Azione RY daN cm	Azione RZ daN cm
2	5	0.0	0.0	262.59	0.0	0.0	0.0
	4	0.0	0.0	3953.33	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	341.37	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	341.37	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	341.37	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	341.37	0.0	0.0	0.0
17	5	0.0	0.0	225.37	0.0	0.0	0.0
	4	0.0	0.0	3761.77	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	292.98	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	292.98	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	292.98	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	292.98	0.0	0.0	0.0
24	5	0.0	0.0	253.08	0.0	0.0	0.0
	4	0.0	0.0	4077.49	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	329.01	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	329.01	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	329.01	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	329.01	0.0	0.0	0.0
26	5	0.0	0.0	185.83	0.0	0.0	0.0
	4	0.0	0.0	1509.15	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	241.58	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	241.58	0.0	0.0	0.0

	1	0.0	0.0	241.58	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	241.58	0.0	0.0	0.0
28	5	0.0	0.0	208.61	0.0	0.0	0.0
	4	0.0	0.0	2835.24	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	271.19	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	271.19	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	271.19	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	271.19	0.0	0.0	0.0
29	4	0.0	0.0	-8595.13	0.0	0.0	0.0
	5	0.0	0.0	-868.28	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1128.77	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1128.77	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1128.77	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1128.77	0.0	0.0	0.0
30	5	0.0	0.0	191.51	0.0	0.0	0.0
	4	0.0	0.0	2547.33	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	248.97	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	248.97	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	248.97	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	248.97	0.0	0.0	0.0
32	5	0.0	0.0	218.09	0.0	0.0	0.0
	4	0.0	0.0	3027.44	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	283.52	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	283.52	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	283.52	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	283.52	0.0	0.0	0.0
34	4	0.0	0.0	-8011.43	0.0	0.0	0.0
	5	0.0	0.0	-786.10	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1021.93	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1021.93	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1021.93	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1021.93	0.0	0.0	0.0
36	5	0.0	0.0	211.13	0.0	0.0	0.0
	4	0.0	0.0	1857.38	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	274.47	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	274.47	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	274.47	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	274.47	0.0	0.0	0.0
37	4	0.0	0.0	-1.007e+04	0.0	0.0	0.0
	5	0.0	0.0	-792.50	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1030.25	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1030.25	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1030.25	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1030.25	0.0	0.0	0.0
38	5	0.0	0.0	200.10	0.0	0.0	0.0
	4	0.0	0.0	2375.97	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	260.12	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	260.12	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	260.12	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	260.12	0.0	0.0	0.0
39	4	0.0	0.0	-1.027e+04	0.0	0.0	0.0
	5	0.0	0.0	-801.55	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1042.02	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1042.02	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1042.02	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1042.02	0.0	0.0	0.0
40	5	0.0	0.0	250.81	0.0	0.0	0.0
	4	0.0	0.0	3332.97	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	326.05	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	326.05	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	326.05	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	326.05	0.0	0.0	0.0
42	4	0.0	0.0	-9302.57	0.0	0.0	0.0
	5	0.0	0.0	-822.22	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1068.89	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1068.89	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1068.89	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1068.89	0.0	0.0	0.0
45	5	0.0	0.0	232.97	0.0	0.0	0.0
	4	0.0	0.0	3063.78	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	302.86	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	302.86	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	302.86	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	302.86	0.0	0.0	0.0
46	4	0.0	0.0	-1.017e+04	0.0	0.0	0.0
	5	0.0	0.0	-794.41	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1032.74	0.0	0.0	0.0

47	1	0.0	0.0	-1032.74	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1032.74	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1032.74	0.0	0.0	0.0
	5	0.0	0.0	199.01	0.0	0.0	0.0
	4	0.0	0.0	1691.48	0.0	0.0	0.0
51	1	0.0	0.0	258.71	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	258.71	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	258.71	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	258.71	0.0	0.0	0.0
	4	0.0	0.0	-1.058e+04	0.0	0.0	0.0
52	5	0.0	0.0	-821.28	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1067.66	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1067.66	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1067.66	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1067.66	0.0	0.0	0.0
53	5	0.0	0.0	251.04	0.0	0.0	0.0
	4	0.0	0.0	3884.49	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	326.35	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	326.35	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	326.35	0.0	0.0	0.0
55	1	0.0	0.0	326.35	0.0	0.0	0.0
	4	0.0	0.0	-8733.30	0.0	0.0	0.0
	5	0.0	0.0	-825.06	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1072.57	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1072.57	0.0	0.0	0.0
56	1	0.0	0.0	-1072.57	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1072.57	0.0	0.0	0.0
	5	0.0	0.0	195.85	0.0	0.0	0.0
	4	0.0	0.0	2649.24	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	254.60	0.0	0.0	0.0
58	1	0.0	0.0	254.60	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	254.60	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	254.60	0.0	0.0	0.0
	4	0.0	0.0	-8335.67	0.0	0.0	0.0
	5	0.0	0.0	-827.40	0.0	0.0	0.0
60	1	0.0	0.0	-1075.62	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1075.62	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1075.62	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1075.62	0.0	0.0	0.0
	4	0.0	0.0	-8872.78	0.0	0.0	0.0
61	5	0.0	0.0	-810.49	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1053.63	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1053.63	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1053.63	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1053.63	0.0	0.0	0.0
62	4	0.0	0.0	-1.006e+04	0.0	0.0	0.0
	5	0.0	0.0	-800.46	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1040.60	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1040.60	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1040.60	0.0	0.0	0.0
63	1	0.0	0.0	-1040.60	0.0	0.0	0.0
	5	0.0	0.0	185.75	0.0	0.0	0.0
	4	0.0	0.0	2927.97	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	241.47	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	241.47	0.0	0.0	0.0
64	1	0.0	0.0	241.47	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	241.47	0.0	0.0	0.0
	4	0.0	0.0	-9814.72	0.0	0.0	0.0
	5	0.0	0.0	-815.74	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1060.46	0.0	0.0	0.0
65	1	0.0	0.0	-1060.46	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1060.46	0.0	0.0	0.0
	4	0.0	0.0	-9178.29	0.0	0.0	0.0
	5	0.0	0.0	-810.31	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1053.40	0.0	0.0	0.0
66	1	0.0	0.0	-1053.40	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1053.40	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1053.40	0.0	0.0	0.0
	4	0.0	0.0	-1.037e+04	0.0	0.0	0.0
	5	0.0	0.0	-792.04	0.0	0.0	0.0
67	1	0.0	0.0	-1029.65	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1029.65	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1029.65	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1029.65	0.0	0.0	0.0
	5	0.0	0.0	229.80	0.0	0.0	0.0
68	4	0.0	0.0	3013.55	0.0	0.0	0.0

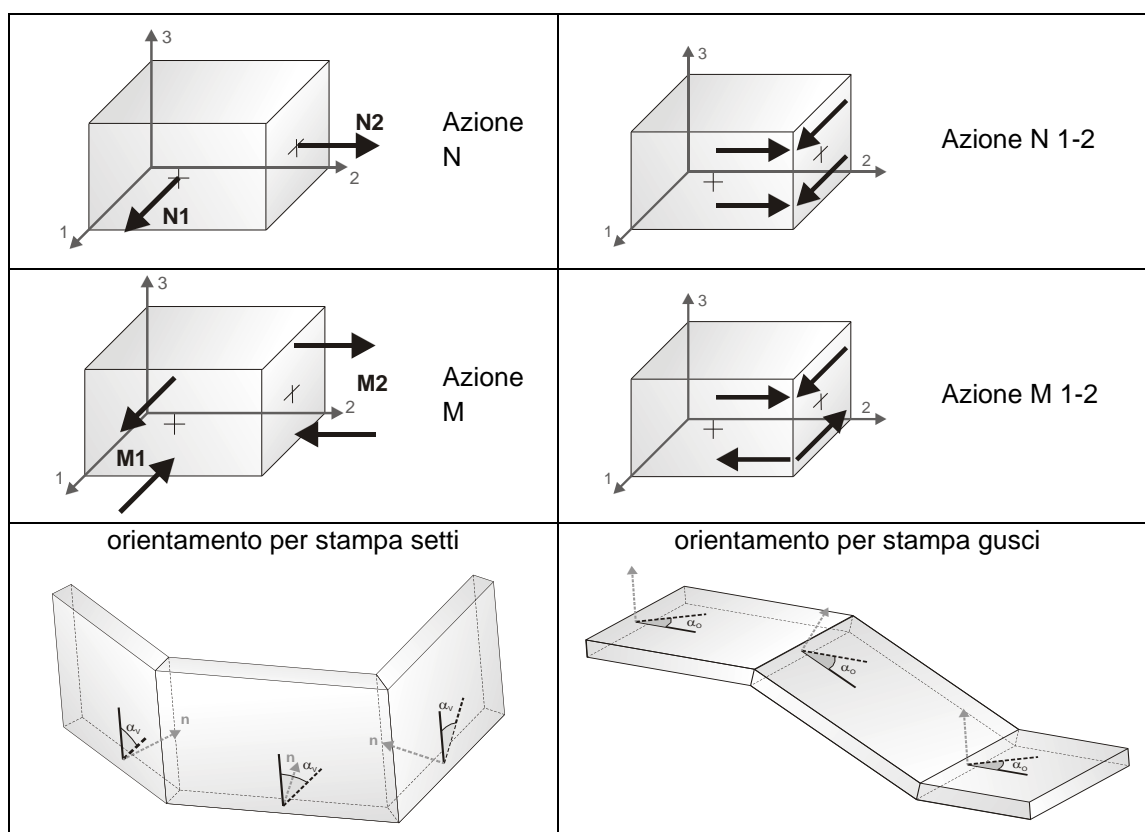
	1	0.0	0.0	298.74	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	298.74	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	298.74	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	298.74	0.0	0.0	0.0
66	4	0.0	0.0	-1.007e+04	0.0	0.0	0.0
	5	0.0	0.0	-786.89	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1022.95	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1022.95	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1022.95	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1022.95	0.0	0.0	0.0
67	4	0.0	0.0	-8889.83	0.0	0.0	0.0
	5	0.0	0.0	-856.20	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1113.06	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1113.06	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1113.06	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	-1113.06	0.0	0.0	0.0

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

Macro	Tipo	Angolo 1-X (gradi)
1	Guscio	0.0

M_G	Cmb	Nodo	N max daN/cm	N min daN/cm	N 1 daN/cm	N 2 daN/cm	N 1-2 daN/cm	M max daN	M min daN	M 1 daN	M 2 daN	M 1-2 daN
1	4	1						515.22	-8659.02	236.58	-8380.38	1574.40
1	4	2						1231.13	-6313.33	-6303.63	1221.43	270.34
1	4	3						587.33	-9459.64	-216.72	-8655.60	2726.12
...												
1	23	103						-795.88	-2723.50	-2621.59	-897.79	431.34
M_G			N max	N min	N 1	N 2	N 1-2	M max	M min	M 1	M 2	M 1-2
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.069e+04	-9027.84	-8655.60	-4476.16	
					0.0	0.0	0.0	1857.43		1793.13	1458.68	3874.94