

**ITINERARIO RAGUSA-CATANIA**

Collegamento viario compreso tra lo Svincolo della S.S. 514 "di Chiaramonte" con la S.S. 115 e lo Svincolo della S.S. 194 "Ragusana"

LOTTO 3 - Dallo svincolo n. 5 "Grammichele" (compreso) allo svincolo n. 8 "Francofonte" (escluso)

**PROGETTO ESECUTIVO**

COD. **PA897**

**PROGETTAZIONE: ATI SINTAGMA - GP INGEGNERIA - COOPROGETTI -GDG - ICARIA - OMNISERVICE**

PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Nando Granieri

Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A351



IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Giorgio Cerquiglini

Ordine dei Geologi della Regione Umbria n° 108

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Filippo Pambianco

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Perugia n° A1373

VISTO IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Luigi Mupo

IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



Dott. Ing. N. Granieri  
Dott. Ing. F. Durastanti  
Dott. Ing. V. Truffini  
Dott. Arch. A. Bracchini  
Dott. Ing. L. Nani

Dott. Ing. M. Abram  
Dott. Ing. F. Pambianco  
Dott. Ing. M. Briganti Botta  
Dott. Ing. L. Gagliardini  
Dott. Geol. G. Cerquiglini

MANDANTI:



Dott. Ing. G. Guiducci  
Dott. Ing. A. Signorelli  
Dott. Ing. E. Moscatelli  
Dott. Ing. A. Bela

Dott. Ing. G. Lucibello  
Dott. Arch. G. Guastella  
Dott. Geol. M. Leonardi  
Dott. Ing. G. Parente



Dott. Arch. E. A. E. Crimi  
Dott. Ing. M. Panfili  
Dott. Arch. P. Ghirelli  
Dott. Ing. D. Pelle

Dott. Ing. L. Ragnacci  
Dott. Arch. A. Strati  
Archeol. M. G. Liseno



Dott. Ing. D. Carlacchini  
Dott. Ing. S. Sacconi  
Dott. Ing. C. Consorti

Dott. Ing. F. Aloe  
Dott. Ing. A. Salvemini



Dott. Ing. V. Rotisciani  
Dott. Ing. G. Pulli  
Dott. Ing. F. Macchioni

Dott. Ing. G. Verini Supplizi  
Dott. Ing. V. Piunno  
Geom. C. Sugaroni



Dott. Ing. P. Agnello



IL RESPONSABILE DI PROGETTO:

**INGEGNERE  
Vladimiro  
ROTISCIANI**

civile ed ambiente  
industriale  
dell'informazione  
**A 376**  
Provincia di TERNI

**OPERE D'ARTE MINORI  
TOMBINO SCATOLARE AL KM 1+648  
Relazione di calcolo opere provvisionali**

CODICE PROGETTO			NOME FILE	REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	T04TM03STRRE02B		
L O 4 0 8 Z	E	2 1 0 1	CODICE ELAB. T 0 4 T M 0 3 S T R R E 0 2	B	Varie
B	Revisione a seguito Rapporto di Verifica	Novembre 2021	F. Macchioni	V. Rotisciani	N. Granieri
A	Emissione	Giugno 2021	F. Macchioni	V. Rotisciani	N. Granieri
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>INQUADRAMENTO STRATIGRAFICO E GEOTECNICO DEL SITO</b> .....	<b>4</b>
3.1	STRATIGRAFIE DI CALCOLO .....	4
<b>4</b>	<b>STABILITA' FRONTI DI SCAVO</b> .....	<b>5</b>
4.1	STRATIGRAFIE DEGLI SCAVI .....	5
4.2	CRITERI DI CALCOLO PER LE VERIFICHE DI STABILITA' .....	6
4.3	GEOMETRIA DEGLI SCAVI .....	6
4.4	RISULTATI DELLE VERIFICHE DI STABILITA' .....	7
4.4.1	Verifiche di stabilità in condizioni drenate .....	7
<b>5</b>	<b>REALIZZAZIONE TOMBINO MEDIANTE SPINGITUBO</b> .....	<b>24</b>
5.1	GEOMETRIA DELL'OPERA .....	24
5.2	ANALISI DEI CARICHI .....	24
5.2.1	Spinta pistoni idraulici .....	24
5.2.2	Spinta passiva del terreno .....	25
5.2.3	Combinazioni di carico .....	26
5.2.4	Verifiche geotecniche manufatto di spinta .....	27
5.3	VERIFICHE STRUTTURALI MANUFATTO DI SPINTA .....	28
5.3.1	Origine e caratteristiche del codice di calcolo .....	28
5.3.2	Convenzioni relative alle caratteristiche di sollecitazione .....	29
5.3.3	Rappresentazione grafica modello .....	32
5.3.4	Tabulati di calcolo e verifica .....	38

## 1 PREMESSA

Nella presente relazione vengono presentati i calcoli di verifica strutturale delle opere provvisorie del tombino scatolare di sezione 2.00X2.00 m denominato TM03, ubicato alla progressiva km 19+479.60, da realizzarsi nell'ambito della progettazione esecutiva relativa al LOTTO 4 del "Collegamento viario compreso tra lo Svincolo della S.S. 514 di "Chiaramonte" con la S.S. 115 e lo Svincolo della "Ragusana".

## 2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Le normative rilevanti per la redazione del progetto sono le normative elencate nel seguito:

- D.M del 14.01.2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni".
- Circ. 02/02/2009 n. 617 C.S.LL.PP. Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti "Istruzioni per l'applicazione delle « Norme Tecniche per le Costruzioni » di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

### 3 INQUADRAMENTO STRATIGRAFICO E GEOTECNICO DEL SITO

La campagna di indagini effettuata ha permesso il riconoscimento dei litotipi, la successione stratigrafica e la caratterizzazione meccanica dei terreni lungo tutto lo sviluppo del tracciato di progetto. I risultati di dette indagini sono descritti nella relazione geotecnica alla quale si rimanda per ulteriori approfondimenti.

#### 3.1 STRATIGRAFIE DI CALCOLO

Facendo riferimento a quanto riportato nella relazione geotecnica, nella tabella che segue sono riportati i valori dei parametri meccanici degli strati interessati dal calcolo delle strutture in esame:

Litotipo	Unità geotecnica	$\gamma'$	$c'$	$\phi'$	$c_u$	$E'$
		[kN/m <sup>3</sup> ]	[kPa]	[°]	[KPa]	[MPa]
Sabbie limose	Qcs	19-21	0	38-42	-	50

La stratigrafia assunta nei calcoli è specificata di seguito, assumendo come quota 0.00 la quota del piano campagna attuale, tenendo conto che il tracciato stradale è tutto realizzato in rilevato:

Da 0.00 m a -	Qcs	Sabbie limose
---------------	-----	---------------

Dal punto di vista sismico il sottosuolo è individuato nella **categoria "B"**, come riportato nella Relazione geologica allegata al progetto esecutivo.

Per quanto riguarda la falda idrica, il livello piezometrico misurato si attesta ad una profondità compresa tra circa 16.00 m e 16.20 m dal p.c.. Per l'andamento lungo il tracciato si faccia riferimento al "Profilo geologico". Considerata la natura dei terreni e la variabilità marcatamente stagionale dei livelli idrici in progetto si assume, cautelativamente, di considerare il livello di falda medio a **6.00 m dal p.c.**

Per quanto riguarda il materiale con cui si effettua il riempimento a tergo delle opere, si assumono le seguenti caratteristiche:

Cod.	Descrizione	$\gamma$ (KN/m <sup>3</sup> )	$c'$ (KPa)	$\phi'$ (deg)
R	Riempimento	18	0	35

Per maggiori dettagli sulle caratteristiche dei terreni si faccia riferimento agli elaborati di carattere geotecnico (relazione geotecnica, profili geotecnici).

## 4 STABILITA' FRONTI DI SCAVO

E' stata eseguita la verifica di stabilità globale dei fronti di scavo per la realizzazione del tombino idraulico TM03.

I fronti di scavo sono caratterizzati principalmente da scarpate con pendenze di circa 1/1 ed al fine della presente verifica, si analizzano le sezioni che presentano altezza maggiore e che quindi corrispondono alla situazione più gravosa.

È da specificare che l'altezza di scavo che verrà verificata non è stata misurata a partire dal piano di campagna, ma dal livello del terreno considerato dopo lo sbancamento realizzato dalle macchine per il movimento terra.

### 4.1 STRATIGRAFIE DEGLI SCAVI

In considerazione della stratigrafia generale della zona presa in esame (cfr. capitolo 3), si considera che gli scavi interessino le seguenti unità geotecniche:

- **Unità geotecnica Qcs:** si tratta di sabbie fossilifere da cementate a debolmente cementate e conglomerati poligenici;

Di seguito si riporta la stratigrafia riguardante i fronti di scavo assunta nei calcoli, in accordo con il profilo geologico allegato al progetto:

Da 0.00 m a -	Unità Qcs – sabbie limose
---------------	---------------------------

I valori dei parametri meccanici degli strati interessati dalle verifiche in esame sono quelli riportati nel cap. 3.

## 4.2 CRITERI DI CALCOLO PER LE VERIFICHE DI STABILITA'

Le verifiche di stabilità sono condotte, in accordo con il D.M. 17 gennaio 2018, considerando la combinazione 2 (A2+M2+R2) dell'approccio 1. I valori assunti per i coefficienti parziali di sicurezza, per l'approccio considerato, sono quelli riportati nelle tabelle di seguito.

**Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.**

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali <sup>(1)</sup>	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

**Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	$\gamma_T$	1,0	1,0

**Tabella 6.8.I – Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo.**

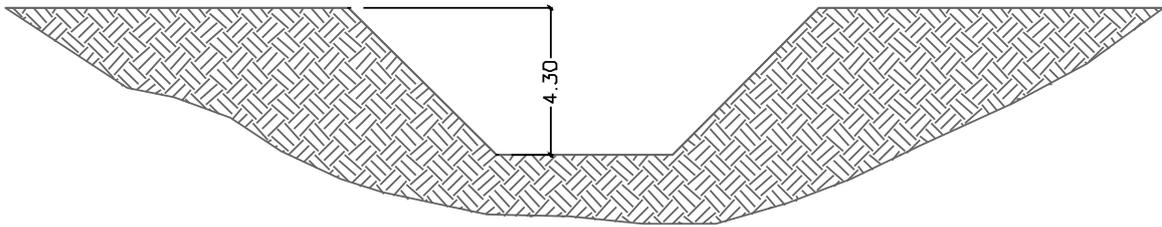
Coefficiente	R2
$\gamma_R$	1.1

Per tenere conto della circolazione di veicoli al tetto del fronte di scavo dove presente, si considera un carico pari a 20 kN/m<sup>2</sup>. Quest'ultimo verrà moltiplicato per il relativo coefficiente parziale (A2), in quanto può essere considerato un carico variabile sfavorevole alla formazione di una superficie di scorrimento.

## 4.3 GEOMETRIA DEGLI SCAVI

Si riporta di seguito la geometria dei fronti di scavo interessata dalla realizzazione delle opere idrauliche in esame e le relative sezioni assunte per il modello di calcolo, rappresentate queste come scarpate che terminano sul piano di posa dell'opera da realizzare.

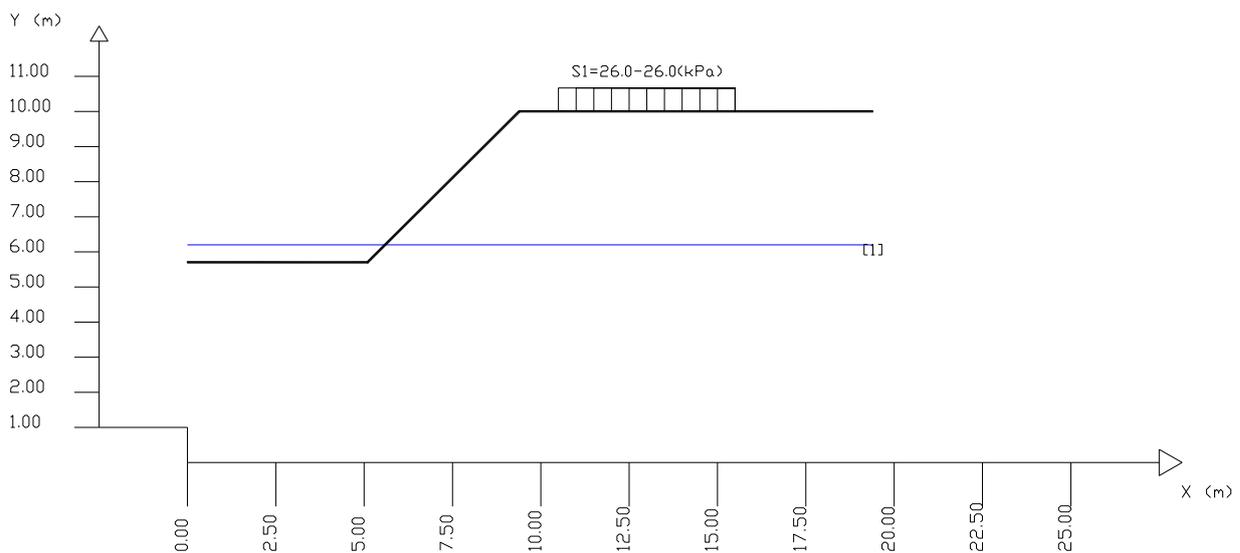
**TOMBINO SCATOLARE TM03**  
**RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI**



Dall'analisi della geometria del fronte di scavo risulta che la sezione che presenta la profondità di scavo maggiore ha un'altezza pari a  $\approx 4.50$  m.

Come già accennato, si considera un sovraccarico applicato al tetto del fronte di scavo per tenere conto dell'eventuale presenza di traffico veicolare e di mezzi da lavoro a monte dello scavo stesso.

Sn --> Sovraccarico



## 4.4 RISULTATI DELLE VERIFICHE DI STABILITA'

### 4.4.1 Verifiche di stabilità in condizioni drenate

**TOMBINO SCATOLARE TM03**  
**RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI**

L'analisi del fronte di scavo è eseguita mediante il software SSAP. Le verifiche di stabilità risultano soddisfatte, in quanto il fattore di sicurezza minimo FS assume un valore pari a 1.106.

Nelle figure di seguito sono graficizzate le superfici di scorrimento con il minor valore di FS.

SSAP 5.0.2 (2021) - Slope Stability Analysis Program  
Software by Dr.Geol. L.Borselli - www.lorenzo-borselli.eu  
SSAP/DXF generator rel. 2.0 (2020)

Data : 31/5/2021  
Localita' :  
Descrizione :  
[n] = N. strato o lente

Modello di calcolo : Chen - Morgenstern (1983)

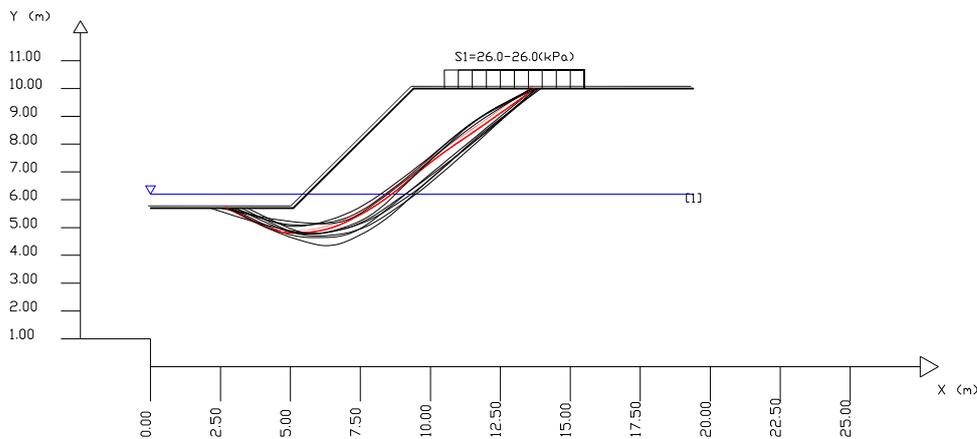
DATI 10 SUP. CON MINOR FS

Fs minimo : 1.1064  
Range Fs : 1.1064 - 1.1216  
Differenza % Range Fs : 1.35  
Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0000  
Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0000

Sn --> Sovraccarico

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N: 2000  
Lunghezza media segmenti (m) : 0.8  
Range X inizio generazione : 0.4 - 3.5  
Range X termine generazione : 13.5 - 19.0  
Livello Y minimo considerato : 1.8



Parametri Geotecnici degli strati #												
N.	phi°	C'	Cu	Gamm	GammSat	sgci	GSI	mi	D			
..	deg	kPa	kPa	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	MPa						
1	33.90	0	0	20.00	20.00		0	0	0	0	0	0

Di seguito si riportano i tabulati di calcolo della verifica di stabilità.

----- PARAMETRI DEL MODELLO DEL PENDIO -----

\_\_\_ PARAMETRI GEOMETRICI - Coordinate X Y (in m) \_\_\_

SUP T. SUP 2 SUP 3 SUP 4

TOMBINO SCATOLARE TM03  
RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0.00	5.70	-	-	-	-	-	-
5.10	5.70	-	-	-	-	-	-
9.40	10.00	-	-	-	-	-	-
19.40	10.00	-	-	-	-	-	-

---- SUP FALDA -----

X Y (in m)

0.00	6.20
19.40	6.20

----- GESTIONE ACQUIFERI -----

Strati esclusi da acquifero:

Esclusione sovraccarico pendio sommerso: NON ATTIVATA

EFFETTO TENSION CRACK IN TESTA RIEMPITO DI ACQUA: ----> DISATTIVATO

In caso di superfici con tension crack in testa, la frattura di tensione

puo' venir viene considerata completamente riempita di acqua per la sua intera profondita'.

Viene quindi considerato una forza in testa, prodotta dalla pressione idrostatica.

La forza applicata ha un effetto destabilizzante aggiuntivo alle altre forze destabilizzanti agenti.

Peso unitario fluido (kN/m<sup>3</sup>): 9.81

Parametri funzione dissipazione superficiale pressione dei fluidi:

Coefficiente A 0  
Coefficiente K 0.000800  
Pressione minima fluidi Uo\_Min (kPa) 0.01  
Coefficiente di soprappressione oltre pressione idrostatica 1.00  
Limitazione dissipazione a Pressione Idrostatica = ATTIVA  
STABILITE CONDIZIONI PER LA VERIFICA CON SOVRAPPRESSIONE ACQUIFERI CON DISSIPAZIONE IN DIREZIONE DELLA SUPERFICIE

CALCOLO EFFETTO DI FILTRAZIONE NON ATTIVATO

----- PARAMETRI GEOMECCANICI -----

	fi'	C'	Cu	Gamm	Gamm_sat	STR_IDX	sgci	GSI	mi	D
STRATO 1	33.90	0.00	0.00	20.00	20.00	2.276	0.00	0.00	0.00	0.00

LEGENDA: fi' \_\_\_\_\_ Angolo di attrito interno efficace(in gradi)

C' \_\_\_\_\_ Coesione efficace (in Kpa)

Cu \_\_\_\_\_ Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)

Gamm \_\_\_\_\_ Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m<sup>3</sup>)

Gamm\_sat \_\_\_\_\_ Peso di volume terreno immerso (in KN/m<sup>3</sup>)

STR\_IDX \_\_\_\_\_ Indice di resistenza (usato in solo in 'SNIFF SEARCH) (adimensionale)

---- SOLO Per AMMASSI ROCCIOSI FRATTURATI - Parametri Criterio di Rottura di Hoek (2002)-

sgci \_\_\_\_\_ Resistenza Compressione Uniassiale Rocca Intatta (in MPa)

GSI \_\_\_\_\_ Geological Strenght Index ammasso(adimensionale)

mi \_\_\_\_\_ Indice litologico ammasso(adimensionale)

D \_\_\_\_\_ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)

Fattore di riduzione NTC2018: gammaPHI=1.25 e gammaC=1.25 - DISATTIVATO (solo per ROCCE)

Uso CRITERIO DI ROTTURA Hoek et al.(2002,2006) - non-lineare - Generalizzato, secondo Lei et al.(2016)

----- SOVRACCARICHI PRESENTI -----

Nota Bene:

TOMBINO SCATOLARE TM03  
RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

##Nota: la distribuzione del carico e delle forze unitarie puo' variare  
in modo lineare tra gli estremi di coordinate X1 e X2

TABELLA SOVRACCARICHI IN SUPERFICIE

N.	da X1	a X2	SX1	SX2	Alpha	WsH1	WsH2	WsV1	WsV2
(-)	(m)	(m)	(kPa)	(kPa)	(°)	(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)
1	10.5000	15.5000	26.00	26.00	90.00	0.00	0.00	26.00	26.00

LEGENDA SIMBOLI

N.(-) : NUMERO SOVRACCARICO

X1(m) : Posizione carico da X1

X2(m) : a X2

SX1(kPa) : Carico in X1 (Kpa)

SX2(kPa) : Carico in X2 (Kpa)

Alpha(°) : Inclinazione carico (gradi):

Componenti distribuzione forza unitaria applicata:

WsH1, WsH2(kN/m) : forza unitaria Orizzontale (per metro di proiezione Verticale) : da X1 a X2 (vedasi cap.2 manuale)

WsV1, WsV2(kN/m) : forza unitaria Verticale (per metro di proiezione Orizzontale) : da X1 a X2 (vedasi Cap.2 manuale)

----- INFORMAZIONI GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM -----

\*\*\* PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI

MOTORE DI RICERCA: RANDOM SEARCH - Siegel (1981)

FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO

COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00

LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m)\*: 0.8 (+/-) 50%

INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 0.39 3.50

LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 1.83

INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 13.50 19.01

TOTALE SUPERFICI GENERATE : 2000

\*NOTA IMPORTANTE: La lunghezza media dei segmenti non viene considerata nel caso di uso del motore di ricerca NEW RANOM SEARCH

----- INFORMAZIONI PARAMETRI DI CALCOLO -----

METODO DI CALCOLO : CHEN - MORGENSTERN (Chen & Morgestern, 1983)

METODO DI ESPLORAZIONE CAMPO VALORI (lambda0,Fs0) ADOTTATO : B (piu' accurato)

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kh : 0.0000

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv (assunto Positivo): 0.0000

COEFFICIENTE c=Kv/Kh UTILIZZATO : 0.5000

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE IN TESTA (kN/m): 0.00

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE ALLA BASE (kN/m): 0.00

N.B. Le forze orizzontali addizionali in testa e alla base sono poste uguali a 0 durante le tutte le verifiche globali.

I valori >0 impostati dall'utente sono utilizzati solo in caso di verifica singola

----- RISULTATO FINALE ELABORAZIONI -----

\* DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR Fs \*

Fattore di sicurezza (FS)	1.1064	- Min. -	X	Y	Lambda= 0.5745
	2.73	5.70			
	3.59	5.26			
	3.99	5.06			
	4.25	4.95			
	4.46	4.88			
	4.67	4.84			
	4.86	4.81			
	5.07	4.80			

**TOMBINO SCATOLARE TM03**  
**RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI**

5.31 4.81  
5.62 4.83  
5.87 4.86  
6.09 4.89  
6.29 4.94  
6.51 5.00  
6.71 5.08  
6.92 5.17  
7.16 5.28  
7.43 5.43  
7.68 5.57  
7.91 5.70  
8.12 5.84  
8.34 6.00  
8.56 6.16  
8.78 6.33  
9.01 6.52  
9.26 6.74  
9.50 6.94  
9.73 7.12  
9.95 7.30  
10.18 7.48  
10.40 7.64  
10.63 7.81  
10.86 7.97  
11.09 8.13  
11.33 8.29  
11.56 8.45  
11.79 8.61  
12.02 8.77  
12.27 8.95  
12.56 9.15  
12.96 9.44  
13.74 10.00

Fattore di sicurezza (FS) 1.1073 - N.2 -- X Y Lambda= 0.5832

2.88 5.70  
3.89 5.19  
4.36 4.97  
4.67 4.84  
4.93 4.76  
5.18 4.70  
5.41 4.66  
5.67 4.64  
5.97 4.64  
6.35 4.65  
6.64 4.67  
6.88 4.71  
7.09 4.77  
7.34 4.88  
7.55 4.99  
7.79 5.14  
8.05 5.34  
8.38 5.60  
8.69 5.85  
8.97 6.08  
9.25 6.31  
9.52 6.53  
9.79 6.75  
10.06 6.98

**TOMBINO SCATOLARE TM03**  
**RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI**

10.33 7.20  
10.60 7.42  
10.88 7.65  
11.15 7.88  
11.42 8.10  
11.69 8.32  
11.99 8.58  
12.33 8.86  
12.81 9.25  
13.72 10.00

Fattore di sicurezza (FS) 1.1129 - N.3 -- X Y Lambda= 0.5532

2.81 5.70  
3.81 5.38  
4.28 5.24  
4.59 5.16  
4.85 5.12  
5.11 5.09  
5.34 5.09  
5.60 5.10  
5.90 5.12  
6.26 5.17  
6.54 5.22  
6.79 5.28  
7.02 5.36  
7.27 5.47  
7.50 5.59  
7.75 5.74  
8.02 5.92  
8.34 6.16  
8.64 6.39  
8.92 6.61  
9.19 6.82  
9.45 7.04  
9.72 7.27  
9.99 7.50  
10.27 7.76  
10.58 8.03  
10.85 8.27  
11.11 8.48  
11.36 8.67  
11.62 8.86  
11.90 9.04  
12.22 9.23  
12.69 9.49  
13.66 10.00

Fattore di sicurezza (FS) 1.1137 - N.4 -- X Y Lambda= 0.5326

2.98 5.70  
4.01 5.32  
4.48 5.17  
4.78 5.09  
5.01 5.05  
5.26 5.04  
5.47 5.05  
5.72 5.09  
5.99 5.16  
6.36 5.26  
6.65 5.36

**TOMBINO SCATOLARE TM03**  
**RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI**

6.92 5.46  
7.16 5.57  
7.42 5.70  
7.66 5.83  
7.91 5.99  
8.18 6.17  
8.48 6.39  
8.77 6.60  
9.04 6.80  
9.31 7.01  
9.58 7.22  
9.84 7.43  
10.11 7.65  
10.39 7.88  
10.69 8.13  
10.96 8.35  
11.22 8.55  
11.47 8.73  
11.73 8.91  
12.01 9.08  
12.33 9.27  
12.80 9.51  
13.75 10.00

Fattore di sicurezza (FS) 1.1146 - N.5 -- X Y Lambda= 0.5950

3.46 5.70  
4.47 5.20  
4.92 4.99  
5.21 4.88  
5.44 4.82  
5.68 4.79  
5.88 4.78  
6.12 4.80  
6.39 4.84  
6.75 4.91  
7.04 4.98  
7.29 5.06  
7.53 5.15  
7.78 5.25  
8.01 5.37  
8.26 5.51  
8.53 5.67  
8.84 5.87  
9.11 6.06  
9.37 6.25  
9.63 6.44  
9.88 6.64  
10.13 6.85  
10.39 7.07  
10.65 7.32  
10.94 7.59  
11.21 7.83  
11.47 8.07  
11.72 8.29  
11.98 8.51  
12.27 8.74  
12.59 8.99  
13.04 9.33  
13.95 10.00

**TOMBINO SCATOLARE TM03**  
**RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI**

Fattore di sicurezza (FS)	1.1150 - N.6 --	X	Y	Lambda= 0.5926
	3.03			5.70
	4.06			5.21
	4.53			5.00
	4.83			4.89
	5.07			4.82
	5.32			4.78
	5.54			4.76
	5.79			4.77
	6.08			4.80
	6.45			4.85
	6.74			4.91
	7.00			4.97
	7.23			5.05
	7.49			5.16
	7.72			5.28
	7.97			5.42
	8.24			5.59
	8.55			5.81
	8.84			6.02
	9.12			6.22
	9.40			6.42
	9.67			6.61
	9.94			6.81
	10.20			7.02
	10.48			7.23
	10.75			7.44
	11.03			7.65
	11.30			7.87
	11.57			8.08
	11.84			8.30
	12.14			8.55
	12.47			8.83
	12.95			9.22
	13.87			10.00

Fattore di sicurezza (FS)	1.1175 - N.7 --	X	Y	Lambda= 0.5620
	2.15			5.70
	2.97			5.43
	3.39			5.30
	3.69			5.21
	3.94			5.14
	4.18			5.08
	4.42			5.02
	4.66			4.96
	4.93			4.90
	5.22			4.84
	5.45			4.80
	5.67			4.78
	5.86			4.78
	6.09			4.80
	6.29			4.83
	6.51			4.88
	6.76			4.95
	7.09			5.06
	7.34			5.16
	7.57			5.27
	7.77			5.39
	8.00			5.54

**TOMBINO SCATOLARE TM03**  
**RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI**

8.20 5.69  
8.42 5.88  
8.66 6.10  
8.93 6.38  
9.19 6.63  
9.44 6.88  
9.68 7.11  
9.92 7.34  
10.16 7.56  
10.40 7.79  
10.65 8.02  
10.91 8.26  
11.15 8.46  
11.38 8.65  
11.60 8.82  
11.83 8.99  
12.08 9.15  
12.36 9.32  
12.77 9.55  
13.63 10.00

Fattore di sicurezza (FS) 1.1179 - N.8 -- X Y Lambda= 0.5991

3.26 5.70  
4.25 5.20  
4.70 4.98  
5.00 4.86  
5.24 4.78  
5.48 4.73  
5.70 4.70  
5.94 4.70  
6.22 4.71  
6.58 4.74  
6.86 4.78  
7.11 4.83  
7.33 4.89  
7.58 4.98  
7.80 5.08  
8.04 5.21  
8.31 5.37  
8.62 5.58  
8.91 5.78  
9.18 5.97  
9.43 6.16  
9.69 6.36  
9.94 6.56  
10.20 6.77  
10.46 7.00  
10.74 7.24  
11.00 7.48  
11.27 7.72  
11.53 7.95  
11.79 8.19  
12.09 8.46  
12.42 8.76  
12.88 9.18  
13.77 10.00

Fattore di sicurezza (FS) 1.1206 - N.9 -- X Y Lambda= 0.5909

2.50 5.70

**TOMBINO SCATOLARE TM03**  
**RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI**

3.47 5.49  
3.96 5.38  
4.29 5.32  
4.59 5.27  
4.86 5.23  
5.13 5.20  
5.42 5.18  
5.73 5.15  
6.10 5.14  
6.37 5.14  
6.61 5.16  
6.82 5.21  
7.07 5.29  
7.29 5.39  
7.53 5.53  
7.80 5.71  
8.15 5.97  
8.46 6.20  
8.75 6.42  
9.03 6.64  
9.31 6.85  
9.58 7.08  
9.86 7.31  
10.14 7.55  
10.44 7.80  
10.72 8.04  
10.99 8.26  
11.26 8.46  
11.53 8.66  
11.83 8.87  
12.16 9.09  
12.65 9.40  
13.62 10.00

Fattore di sicurezza (FS) 1.1216 - N.10 -- X Y Lambda= 0.5996

2.78 5.70  
3.59 5.28  
3.99 5.08  
4.27 4.95  
4.51 4.84  
4.73 4.75  
4.96 4.67  
5.19 4.59  
5.45 4.51  
5.76 4.43  
5.98 4.38  
6.18 4.35  
6.35 4.35  
6.56 4.37  
6.73 4.41  
6.94 4.48  
7.17 4.58  
7.48 4.73  
7.74 4.87  
7.97 5.00  
8.18 5.14  
8.40 5.30  
8.61 5.47  
8.83 5.66  
9.06 5.86

TOMBINO SCATOLARE TM03  
RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

9.31	6.11
9.56	6.34
9.79	6.56
10.02	6.77
10.25	6.97
10.47	7.17
10.70	7.37
10.93	7.56
11.16	7.76
11.39	7.95
11.62	8.15
11.85	8.34
12.08	8.53
12.34	8.75
12.63	9.00
13.03	9.34
13.81	10.00

----- ANALISI DEFICIT DI RESISTENZA -----

# DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR FS \*

# Analisi Deficit in riferimento a FS(progetto) = 1.200

Sup N.	FS	FTR(kN/m)	FTA(kN/m)	Bilancio(kN/m)	ESITO
1	1.106	230.9	208.7	-19.5	Deficit
2	1.107	256.2	231.3	-21.4	Deficit
3	1.113	210.8	189.4	-16.5	Deficit
4	1.114	207.9	186.6	-16.1	Deficit
5	1.115	260.0	233.3	-19.9	Deficit
6	1.115	257.8	231.2	-19.7	Deficit
7	1.117	226.7	202.9	-16.7	Deficit
8	1.118	268.7	240.3	-19.7	Deficit
9	1.121	217.3	193.9	-15.4	Deficit
10	1.122	275.5	245.7	-19.3	Deficit

Esito analisi: DEFICIT di RESISTENZA!

Valore massimo di DEFICIT di RESISTENZA(kN/m): -21.4

Note: FTR --> Forza totale Resistente lungo la superficie  
di scivolamento

FTA --> Forza totale Agente lungo la superficie  
di scivolamento

IMPORTANTE! : Il Deficit o il Surplus di resistenza viene espresso in kN  
per metro di LARGHEZZA rispetto al fronte della scarpata

TABELLA PARAMETRI CONCI DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X	dx	alpha	W	ru	U	phi'	(c',Cu)
(m)	(m)	(°)	(kN/m)	(-)	(kPa)	(°)	(kPa)
2.732	0.158	-27.29	0.91	0.93	5.31	33.90	0.00
2.890	0.158	-27.29	1.16	0.83	6.11	33.90	0.00
3.048	0.158	-27.29	1.42	0.77	6.94	33.90	0.00
3.207	0.158	-27.29	1.68	0.73	7.85	33.90	0.00
3.365	0.158	-27.29	1.94	0.70	8.64	33.90	0.00
3.524	0.070	-27.29	0.94	0.68	9.38	33.90	0.00
3.593	0.158	-25.94	2.31	0.67	9.72	33.90	0.00
3.752	0.158	-25.94	2.55	0.65	10.41	33.90	0.00

**TOMBINO SCATOLARE TM03**  
**RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI**

3.910	0.080	-25.94	1.39	0.64	11.09	33.90	0.00
3.991	0.158	-22.73	2.90	0.63	11.42	33.90	0.00
4.149	0.102	-22.73	1.97	0.62	12.02	33.90	0.00
4.250	0.158	-18.33	3.22	0.62	12.40	33.90	0.00
4.409	0.051	-18.33	1.08	0.61	12.80	33.90	0.00
4.460	0.158	-12.55	3.42	0.61	12.91	33.90	0.00
4.618	0.055	-12.55	1.21	0.60	13.17	33.90	0.00
4.673	0.158	-7.67	3.55	0.60	13.23	33.90	0.00
4.832	0.030	-7.67	0.68	0.60	13.35	33.90	0.00
4.862	0.158	-2.70	3.60	0.60	13.36	33.90	0.00
5.020	0.054	-2.70	1.24	0.59	13.40	33.90	0.00
5.074	0.026	1.31	0.59	0.58	13.41	33.90	0.00
5.100	0.158	1.31	3.55	0.58	13.41	33.90	0.00
5.258	0.055	1.31	1.30	0.56	13.44	33.90	0.00
5.313	0.158	4.04	3.97	0.55	13.44	33.90	0.00
5.471	0.150	4.04	3.96	0.51	13.40	33.90	0.00
5.621	0.158	6.30	4.63	0.47	13.31	33.90	0.00
5.779	0.088	6.30	2.77	0.42	13.13	33.90	0.00
5.867	0.158	9.41	5.31	0.40	12.99	33.90	0.00
6.026	0.063	9.41	2.24	0.36	12.70	33.90	0.00
6.089	0.158	13.04	5.88	0.35	12.58	33.90	0.00
6.247	0.043	13.04	1.65	0.32	12.22	33.90	0.00
6.290	0.158	16.64	6.36	0.31	12.12	33.90	0.00
6.448	0.059	16.64	2.46	0.28	11.71	33.90	0.00
6.507	0.158	20.01	6.82	0.27	11.53	33.90	0.00
6.666	0.042	20.01	1.84	0.25	11.04	33.90	0.00
6.707	0.158	23.23	7.21	0.24	10.90	33.90	0.00
6.866	0.058	23.23	2.70	0.22	10.31	33.90	0.00
6.923	0.158	25.86	7.58	0.21	10.06	33.90	0.00
7.082	0.075	25.86	3.69	0.19	9.31	33.90	0.00
7.157	0.158	27.80	7.96	0.18	8.92	33.90	0.00
7.315	0.120	27.80	6.17	0.16	8.00	33.90	0.00
7.435	0.158	29.30	8.36	0.14	7.21	33.90	0.00
7.593	0.084	29.30	4.54	0.12	6.19	33.90	0.00
7.678	0.158	31.06	8.69	0.11	5.65	33.90	0.00
7.836	0.069	31.06	3.87	0.09	4.69	33.90	0.00
7.905	0.158	32.92	8.97	0.08	4.24	33.90	0.00
8.064	0.058	32.92	3.30	0.06	3.26	33.90	0.00
8.121	0.158	34.75	9.20	0.05	2.90	33.90	0.00
8.280	0.065	34.75	3.81	0.04	2.03	33.90	0.00
8.344	0.158	36.44	9.40	0.03	1.70	33.90	0.00
8.503	0.056	36.44	3.34	0.02	1.04	33.90	0.00
8.559	0.057	38.07	3.44	0.00	0.00	33.90	0.00
8.616	0.158	38.07	9.61	0.00	0.00	33.90	0.00
8.774	0.007	38.07	0.41	0.00	0.00	33.90	0.00
8.781	0.158	39.50	9.71	0.00	0.00	33.90	0.00
8.939	0.072	39.50	4.46	0.00	0.00	33.90	0.00
9.011	0.158	40.70	9.83	0.00	0.00	33.90	0.00
9.170	0.095	40.70	5.91	0.00	0.00	33.90	0.00
9.264	0.136	40.04	8.51	0.00	0.00	33.90	0.00
9.400	0.102	40.04	6.31	0.00	0.00	33.90	0.00
9.502	0.158	39.28	9.50	0.00	0.00	33.90	0.00
9.660	0.071	39.28	4.12	0.00	0.00	33.90	0.00
9.731	0.158	38.48	8.91	0.00	0.00	33.90	0.00
9.889	0.066	38.48	3.57	0.00	0.00	33.90	0.00
9.955	0.158	37.64	8.35	0.00	0.00	33.90	0.00
10.113	0.068	37.64	3.46	0.00	0.00	33.90	0.00
10.181	0.158	36.81	7.81	0.00	0.00	33.90	0.00
10.339	0.063	36.81	3.01	0.00	0.00	33.90	0.00
10.403	0.097	35.95	4.53	0.00	0.00	33.90	0.00
10.500	0.127	35.95	9.01	0.00	0.00	33.90	0.00

10.627	0.158	35.11	10.89	0.00	0.00	33.90	0.00
10.786	0.070	35.11	4.69	0.00	0.00	33.90	0.00
10.855	0.158	34.31	10.39	0.00	0.00	33.90	0.00
11.014	0.080	34.31	5.12	0.00	0.00	33.90	0.00
11.094	0.158	34.48	9.87	0.00	0.00	33.90	0.00
11.252	0.076	34.48	4.59	0.00	0.00	33.90	0.00
11.328	0.158	34.67	9.36	0.00	0.00	33.90	0.00
11.486	0.072	34.67	4.15	0.00	0.00	33.90	0.00
11.558	0.158	34.85	8.86	0.00	0.00	33.90	0.00
11.717	0.071	34.85	3.86	0.00	0.00	33.90	0.00
11.788	0.158	35.04	8.35	0.00	0.00	33.90	0.00
11.946	0.070	35.04	3.57	0.00	0.00	33.90	0.00
12.016	0.158	35.28	7.84	0.00	0.00	33.90	0.00
12.174	0.098	35.28	4.69	0.00	0.00	33.90	0.00
12.272	0.158	35.47	7.27	0.00	0.00	33.90	0.00
12.431	0.127	35.47	5.57	0.00	0.00	33.90	0.00
12.558	0.158	35.66	6.62	0.00	0.00	33.90	0.00
12.716	0.158	35.66	6.26	0.00	0.00	33.90	0.00
12.875	0.085	35.66	3.21	0.00	0.00	33.90	0.00
12.960	0.158	35.76	5.71	0.00	0.00	33.90	0.00
13.118	0.158	35.76	5.35	0.00	0.00	33.90	0.00
13.276	0.158	35.76	4.98	0.00	0.00	33.90	0.00
13.435	0.158	35.76	4.62	0.00	0.00	33.90	0.00
13.593	0.143	35.76	3.86	0.00	0.00	33.90	0.00

-----  
**LEGENDA SIMBOLI**

X(m) : Ascissa sinistra concio  
dx(m) : Larghezza concio  
alpha(\*) : Angolo pendenza base concio  
W(kN/m) : Forza peso concio  
ru(-) : Coefficiente locale pressione interstiziale  
U(kPa) : Pressione totale dei pori base concio  
phi'(\*) : Angolo di attrito efficace base concio  
c'/Cu (kPa) : Coesione efficace o Resistenza al taglio in condizioni non drenate

-----

**TABELLA DIAGRAMMA DELLE FORZE DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS**

X	ht	yt	yt'	E(x)	T(x)	E'	rho(x)	FS_qFEM	FS_srmFEM	
(m)	(m)	(m)	(--)	(kN/m)	(kN/m)	(kN)	(kN)	(--)	(--)	
2.732	0.000	5.700	-0.385	0.0000000000E+000	0.0000000000E+000	0.0000000000E+000	1.6370733200E-001	0.037	0.220	1.757
2.890	0.021	5.639	-0.385	9.2118692267E-002	6.7197211294E-007	9.9970347077E-001	0.037	0.220	1.757	
3.048	0.042	5.578	-0.405	3.1662548143E-001	6.7197211294E-007	2.3628457952E+000	0.037	0.547	0.220	
3.207	0.056	5.510	-0.396	8.4047779007E-001	8.0871575954E-002	3.4059043747E+000	0.069	1.208	0.626	
3.365	0.080	5.453	-0.354	1.3953414646E+000	1.7901895253E-001	3.5060176331E+000	0.497	1.655	1.111	
3.524	0.107	5.398	-0.344	1.9509015842E+000	3.2045062294E-001	3.8048140955E+000	0.470	2.057	1.486	
3.593	0.119	5.374	-0.327	2.2253484423E+000	3.9621382674E-001	4.0757832769E+000	0.477	2.232	1.625	
3.752	0.145	5.324	-0.314	2.9212604295E+000	5.9833222872E-001	5.2085135328E+000	0.487	2.605	1.814	
3.910	0.173	5.275	-0.306	3.8749857128E+000	8.7438981619E-001	7.3879836925E+000	0.488	2.916	1.845	
3.991	0.188	5.251	-0.284	4.5254182158E+000	1.0545871215E+000	8.4755905364E+000	0.484	2.996	1.801	
4.149	0.211	5.207	-0.273	5.9902782774E+000	1.4468361717E+000	1.0953350675E+001	0.473	3.012	1.685	
4.250	0.226	5.180	-0.231	7.2139823787E+000	1.7500345808E+000	1.2245523735E+001	0.461	2.836	1.591	
4.409	0.246	5.147	-0.202	9.2024576428E+000	2.2251001528E+000	1.3244735363E+001	0.443	2.439	1.463	
4.460	0.253	5.137	-0.152	9.8932726268E+000	2.3909146276E+000	1.3291778648E+001	0.439	2.274	1.426	
4.618	0.266	5.115	-0.130	1.1912196991E+001	2.8789498390E+000	1.2375912660E+001	0.430	1.869	1.340	
4.673	0.273	5.110	-0.062	1.2585449705E+001	3.0450315903E+000	1.1811555200E+001	0.429	1.748	1.319	
4.832	0.287	5.102	-0.045	1.4257563820E+001	3.4713362184E+000	1.0073367907E+001	0.427	1.492	1.280	
4.862	0.290	5.101	0.019	1.4556988854E+001	3.5498602292E+000	9.7996714347E+000	0.427	1.452	1.276	
5.020	0.302	5.105	0.040	1.5956957826E+001	3.9588110875E+000	8.2160680742E+000	0.432	1.311	1.273	

5.074	0.308	5.109	0.087	1.6390277626E+001	4.0996178020E+000	8.4597281171E+000	0.435	1.280	1.278
5.100	0.311	5.112	0.171	1.6613248579E+001	4.1762126178E+000	8.6610655361E+000	0.437	1.269	1.282
5.258	0.336	5.141	0.194	1.7969569551E+001	4.7025630991E+000	8.5524616373E+000	0.455	1.262	1.332
5.313	0.347	5.154	0.316	1.8435848995E+001	4.9041997911E+000	8.8618788492E+000	0.463	1.271	1.355
5.471	0.390	5.208	0.402	1.9983422565E+001	5.6833464517E+000	1.0343830606E+001	0.494	1.355	1.445
5.621	0.449	5.277	0.496	2.1611295848E+001	6.6156070175E+000	1.0845927236E+001	0.531	1.463	1.534
5.779	0.515	5.361	0.531	2.3322563881E+001	7.6984688647E+000	1.0063276770E+001	0.570	1.570	1.596
5.867	0.553	5.408	0.529	2.4171870428E+001	8.2882909884E+000	9.1960201409E+000	0.590	1.597	1.590
6.026	0.610	5.491	0.511	2.5498674408E+001	9.2727738655E+000	7.1162366717E+000	0.623	1.610	1.540
6.089	0.629	5.522	0.508	2.5916940470E+001	9.6048835890E+000	6.4781479850E+000	0.634	1.596	1.507
6.247	0.675	5.604	0.520	2.6889735866E+001	1.0430429760E+001	5.4641024441E+000	0.660	1.545	1.418
6.290	0.688	5.626	0.546	2.7115180291E+001	1.0635866395E+001	5.1562996340E+000	0.667	1.526	1.394
6.448	0.728	5.714	0.574	2.7858411753E+001	1.1375436070E+001	4.4456259827E+000	0.693	1.452	1.309
6.507	0.747	5.751	0.595	2.8115466842E+001	1.1661822946E+001	3.9720930351E+000	0.703	1.419	1.277
6.666	0.782	5.843	0.583	2.8582601983E+001	1.2289164586E+001	2.4460355183E+000	0.728	1.341	1.208
6.707	0.791	5.868	0.626	2.8678723947E+001	1.2441639806E+001	2.1614380485E+000	0.734	1.321	1.192
6.866	0.824	5.968	0.647	2.8928984473E+001	1.2998666708E+001	9.5538935333E-001	0.760	1.249	1.135
6.923	0.838	6.007	0.705	2.8971009973E+001	1.3183460357E+001	5.4777838977E-001	0.769	1.223	1.115
7.082	0.875	6.121	0.727	2.8979797255E+001	1.3652075763E+001	-3.9458075008E-001	0.795	1.160	1.067
7.157	0.895	6.177	0.784	2.8934097319E+001	1.3849637344E+001	-8.3670323584E-001	0.808	1.132	1.046
7.315	0.938	6.304	0.841	2.8725324199E+001	1.4207481325E+001	-1.7234522711E+000	0.833	1.080	1.010
7.435	0.982	6.411	0.858	2.8482194680E+001	1.4441289413E+001	-2.1879379853E+000	0.853	1.043	0.987
7.593	1.025	6.543	0.836	2.8102615794E+001	1.4638204883E+001	-2.7289325858E+000	0.873	1.006	0.970
7.678	1.049	6.614	0.818	2.7857780336E+001	1.4696146898E+001	-2.9705684756E+000	0.883	0.990	0.965
7.836	1.081	6.741	0.823	2.7368022596E+001	1.4740449171E+001	-3.6612213316E+000	0.899	0.966	0.964
7.905	1.099	6.801	0.844	2.7096582078E+001	1.4719255983E+001	-3.9782490679E+000	0.906	0.957	0.967
8.064	1.128	6.933	0.850	2.6442085464E+001	1.4615071868E+001	-4.7435573188E+000	0.919	0.944	0.979
8.121	1.143	6.985	0.848	2.6156184662E+001	1.4546250068E+001	-4.9474808055E+000	0.923	0.940	0.985
8.280	1.164	7.117	0.851	2.5380751555E+001	1.4333025628E+001	-5.4926321944E+000	0.935	0.935	1.003
8.344	1.178	7.175	0.815	2.5008751724E+001	1.4214368151E+001	-5.6182486133E+000	0.940	0.934	1.011
8.503	1.184	7.298	0.792	2.4164651714E+001	1.3917383773E+001	-5.8076953892E+000	0.951	0.933	1.028
8.559	1.189	7.344	0.809	2.3831409444E+001	1.3789649776E+001	-5.9996160398E+000	0.953	0.933	1.034
8.616	1.190	7.390	0.782	2.3487543976E+001	1.3649650490E+001	-6.0841081532E+000	0.957	0.934	1.039
8.774	1.189	7.513	0.783	2.2497649654E+001	1.3215157818E+001	-7.7146121364E+000	0.967	0.936	1.050
8.781	1.190	7.519	0.798	2.2445860634E+001	1.3190717359E+001	-7.7465008699E+000	0.968	0.936	1.051
8.939	1.185	7.644	0.822	2.1330840866E+001	1.2639433175E+001	-7.9291532023E+000	0.976	0.938	1.059
9.011	1.189	7.708	0.853	2.0727985616E+001	1.2318155652E+001	-8.3924607254E+000	0.978	0.941	1.063
9.170	1.186	7.841	0.866	1.9378961630E+001	1.1541215217E+001	-9.3854551029E+000	0.981	0.948	1.068
9.264	1.191	7.928	0.817	1.8441547523E+001	1.0963352845E+001	-9.4459466924E+000	0.979	0.954	1.072
9.400	1.178	8.029	0.749	1.7249622100E+001	1.0179152362E+001	-9.1711031044E+000	0.972	0.964	1.075
9.502	1.169	8.105	0.633	1.6288835251E+001	9.5205461354E+000	-8.7494317977E+000	0.962	0.974	1.077
9.660	1.128	8.194	0.554	1.5077750692E+001	8.6532232771E+000	-7.5748028389E+000	0.945	0.989	1.080
9.731	1.108	8.232	0.504	1.4542445556E+001	8.2729288654E+000	-7.2716811557E+000	0.937	0.997	1.081
9.889	1.059	8.309	0.481	1.3486465724E+001	7.5358934375E+000	-6.3241842698E+000	0.920	1.014	1.083
9.955	1.038	8.340	0.449	1.3081139796E+001	7.2713130180E+000	-5.9671973280E+000	0.915	1.022	1.084
10.113	0.986	8.410	0.449	1.2218228367E+001	6.7452544851E+000	-5.3523470786E+000	0.909	1.040	1.086
10.181	0.965	8.442	0.459	1.1858315933E+001	6.5547402408E+000	-5.1381527618E+000	0.910	1.049	1.087
10.339	0.919	8.513	0.469	1.1108587795E+001	6.1995717773E+000	-4.9406324171E+000	0.919	1.069	1.089
10.403	0.903	8.545	0.477	1.0791341782E+001	6.0611811840E+000	-4.7422974636E+000	0.925	1.078	1.090
10.500	0.877	8.590	0.482	1.0371252767E+001	5.8976834992E+000	-4.4404627377E+000	0.936	1.090	1.091
10.627	0.849	8.654	0.483	9.7841903746E+000	5.6716930803E+000	-4.4302760687E+000	0.954	1.106	1.093
10.786	0.812	8.728	0.479	9.1183939579E+000	5.3985586887E+000	-4.3793197149E+000	0.975	1.122	1.094
10.855	0.798	8.763	0.459	8.8076044038E+000	5.2530612271E+000	-4.2805970118E+000	0.982	1.128	1.095
11.014	0.759	8.833	0.450	8.1929412099E+000	4.9193244252E+000	-4.0433713388E+000	0.989	1.137	1.096
11.094	0.742	8.870	0.420	7.8629227149E+000	4.7179770268E+000	-3.9184958779E+000	0.988	1.140	1.096
11.252	0.696	8.933	0.394	7.3071792728E+000	4.3315557736E+000	-3.4345913578E+000	0.976	1.141	1.096
11.328	0.674	8.962	0.379	7.0502651098E+000	4.1372791420E+000	-3.3619743788E+000	0.966	1.140	1.096
11.486	0.623	9.022	0.378	6.5301135221E+000	3.7347493321E+000	-3.3184718454E+000	0.942	1.136	1.096
11.558	0.601	9.050	0.370	6.2893457425E+000	3.5488087247E+000	-3.2785451007E+000	0.929	1.133	1.095
11.717	0.549	9.107	0.368	5.7893815829E+000	3.1672374960E+000	-3.1977143569E+000	0.901	1.128	1.095
11.788	0.526	9.134	0.367	5.5611363876E+000	2.9953972290E+000	-3.1758976423E+000	0.887	1.126	1.095

11.946	0.472	9.191	0.366	5.0723357836E+000	2.6333129728E+000	-3.1176222533E+000	0.855	1.121	1.094
12.016	0.449	9.217	0.367	4.8536500120E+000	2.4716984226E+000	-3.1008522586E+000	0.838	1.119	1.094
12.174	0.395	9.275	0.385	4.3735268668E+000	2.1174680731E+000	-3.2639879108E+000	0.797	1.117	1.095
12.272	0.367	9.316	0.413	4.0384950891E+000	1.8694603705E+000	-3.3539116058E+000	0.762	1.117	1.095
12.431	0.319	9.381	0.408	3.5211919067E+000	1.4885298837E+000	-3.1854369582E+000	0.696	1.119	1.096
12.558	0.280	9.433	0.419	3.1246198904E+000	1.2033891404E+000	-3.1328157496E+000	0.634	1.123	1.097
12.716	0.234	9.501	0.424	2.6260327258E+000	8.6591515794E-001	-2.9841321060E+000	0.543	1.132	1.099
12.875	0.187	9.567	0.428	2.1794873663E+000	5.9998659410E-001	-2.8041208409E+000	0.453	1.144	1.102
12.960	0.164	9.605	0.436	1.9420007118E+000	4.7869320108E-001	-2.7374181033E+000	0.406	1.151	1.103
13.118	0.118	9.673	0.458	1.5257101377E+000	2.7913745490E-001	-2.6488179998E+000	0.301	1.169	1.107
13.276	0.081	9.750	0.524	1.1030686695E+000	1.3453489794E-001	-2.7133380992E+000	0.201	1.197	1.111
13.435	0.056	9.839	0.547	6.6634332835E-001	4.5507416341E-002	-2.5329831683E+000	0.112	1.233	1.114
13.593	0.026	9.923	0.547	3.0082376537E-001	1.4905224780E-002	-2.2033120902E+000	0.082	1.272	1.116

**LEGENDA SIMBOLI**

X(m) : Ascissa sinistra concio  
ht(m) : Altezza linea di thrust da nodo sinistro base concio  
yt(m) : coordinata Y linea di trust  
yt'(-) : gradiente pendenza locale linea di trust  
E(x)(kN/m) : Forza Normale interconcio  
T(x)(kN/m) : Forza Tangenziale interconcio  
E' (kN) : derivata Forza normale interconcio  
Rho(x) (-) : fattore mobilizzazione resistenza al taglio verticale interconcio ZhU et al.(2003)  
FS\_qFEM(x)(-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by qFEM  
FS\_srmFEM(x)(-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by SRM Procedure

**TABELLA SFORZI DI TAGLIO DISTRIBUITI LUNGO SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS**

X	dx	dl	alpha	TauStress	TauF	TauStrength	TauS
(m)	(m)	(m)	(°)	(kPa)	(kN/m)	(kPa)	(kN/m)
2.732	0.158	0.178	-27.289	-2.331	-0.415	0.000	0.000
2.890	0.158	0.178	-27.289	-2.997	-0.534	0.000	0.000
3.048	0.158	0.178	-27.289	-3.663	-0.653	0.608	0.108
3.207	0.158	0.178	-27.289	-4.329	-0.771	0.971	0.173
3.365	0.158	0.178	-27.289	-4.995	-0.890	1.579	0.281
3.524	0.070	0.078	-27.289	-5.474	-0.430	1.896	0.149
3.593	0.158	0.176	-25.939	-5.729	-1.009	2.633	0.464
3.752	0.158	0.176	-25.939	-6.335	-1.116	3.459	0.609
3.910	0.080	0.089	-25.939	-6.792	-0.608	4.119	0.369
3.991	0.158	0.172	-22.726	-6.529	-1.121	5.190	0.891
4.149	0.102	0.110	-22.726	-6.917	-0.762	5.900	0.650
4.250	0.158	0.167	-18.326	-6.077	-1.014	6.807	1.136
4.409	0.051	0.054	-18.326	-6.284	-0.340	7.173	0.388
4.460	0.158	0.162	-12.552	-4.577	-0.743	7.833	1.271
4.618	0.055	0.056	-12.552	-4.678	-0.263	7.913	0.446
4.673	0.158	0.160	-7.666	-2.960	-0.473	8.054	1.287
4.832	0.030	0.030	-7.666	-2.993	-0.091	8.085	0.245
4.862	0.158	0.159	-2.700	-1.071	-0.170	8.143	1.291
5.020	0.054	0.054	-2.700	-1.076	-0.058	8.196	0.444
5.074	0.026	0.026	1.314	0.524	0.013	8.278	0.213
5.100	0.158	0.158	1.314	-2.403	-0.381	8.245	1.306
5.258	0.055	0.055	1.314	-1.635	-0.089	9.361	0.511
5.313	0.158	0.159	4.040	0.324	0.052	10.685	1.696
5.471	0.150	0.150	4.040	1.859	0.279	12.369	1.855
5.621	0.158	0.159	6.299	3.191	0.508	14.196	2.262
5.779	0.088	0.089	6.299	3.430	0.304	15.696	1.390
5.867	0.158	0.161	9.411	5.413	0.869	16.169	2.595
6.026	0.063	0.064	9.411	5.711	0.366	17.119	1.098

6.089	0.158	0.163	13.039	8.165	1.327	17.298	2.812
6.247	0.043	0.044	13.039	8.504	0.373	18.362	0.805
6.290	0.158	0.165	16.644	11.013	1.820	18.071	2.987
6.448	0.059	0.062	16.644	11.431	0.705	19.344	1.192
6.507	0.158	0.169	20.010	13.850	2.334	18.753	3.161
6.666	0.042	0.044	20.010	14.259	0.630	19.767	0.874
6.707	0.158	0.172	23.229	16.496	2.843	19.088	3.289
6.866	0.058	0.063	23.229	16.943	1.065	20.133	1.266
6.923	0.158	0.176	25.857	18.797	3.308	19.625	3.454
7.082	0.075	0.084	25.857	19.269	1.609	20.750	1.733
7.157	0.158	0.179	27.802	20.725	3.710	20.576	3.684
7.315	0.120	0.135	27.802	21.268	2.880	21.865	2.961
7.435	0.158	0.182	29.295	22.536	4.092	22.197	4.031
7.593	0.084	0.097	29.295	22.990	2.221	23.401	2.261
7.678	0.158	0.185	31.056	24.251	4.483	23.264	4.301
7.836	0.069	0.081	31.056	24.651	1.997	24.356	1.974
7.905	0.158	0.189	32.924	25.829	4.873	23.975	4.523
8.064	0.058	0.069	32.924	26.177	1.796	25.009	1.715
8.121	0.158	0.193	34.752	27.194	5.241	24.476	4.717
8.280	0.065	0.079	34.752	27.514	2.171	25.402	2.004
8.344	0.158	0.197	36.444	28.366	5.584	24.849	4.892
8.503	0.056	0.069	36.444	28.634	1.985	25.573	1.773
8.559	0.057	0.073	38.067	29.218	2.118	25.365	1.839
8.616	0.158	0.201	38.067	29.445	5.923	25.595	5.148
8.774	0.007	0.008	38.067	29.618	0.251	25.855	0.219
8.781	0.158	0.205	39.500	30.091	6.175	25.026	5.136
8.939	0.072	0.094	39.500	30.289	2.839	25.325	2.374
9.011	0.158	0.209	40.704	30.682	6.409	24.755	5.171
9.170	0.095	0.125	40.704	30.857	3.853	25.084	3.132
9.264	0.136	0.177	40.035	30.912	5.474	25.597	4.533
9.400	0.102	0.133	40.035	30.598	4.060	25.451	3.377
9.502	0.158	0.205	39.284	29.394	6.014	24.910	5.096
9.660	0.071	0.092	39.284	28.474	2.611	24.138	2.213
9.731	0.158	0.202	38.479	27.405	5.544	23.761	4.806
9.889	0.066	0.084	38.479	26.538	2.223	22.949	1.922
9.955	0.158	0.200	37.642	25.505	5.101	22.599	4.519
10.113	0.068	0.086	37.642	24.662	2.111	21.806	1.866
10.181	0.158	0.198	36.810	23.644	4.677	21.454	4.244
10.339	0.063	0.079	36.810	22.849	1.802	20.735	1.636
10.403	0.097	0.120	35.955	22.077	2.659	20.596	2.480
10.500	0.127	0.157	35.955	33.660	5.293	31.335	4.927
10.627	0.158	0.194	35.112	32.363	6.265	31.051	6.011
10.786	0.070	0.085	35.112	31.609	2.695	30.356	2.588
10.855	0.158	0.192	34.305	30.545	5.856	30.202	5.790
11.014	0.080	0.097	34.305	29.788	2.885	29.480	2.855
11.094	0.158	0.192	34.484	29.097	5.590	28.612	5.497
11.252	0.076	0.092	34.484	28.348	2.599	27.886	2.557
11.328	0.158	0.193	34.667	27.661	5.326	27.037	5.206
11.486	0.072	0.088	34.667	26.915	2.363	26.314	2.311
11.558	0.158	0.193	34.851	26.229	5.061	25.470	4.915
11.717	0.071	0.086	34.851	25.480	2.204	24.748	2.140
11.788	0.158	0.193	35.037	24.786	4.794	23.913	4.625
11.946	0.070	0.085	35.037	24.034	2.050	23.194	1.978
12.016	0.158	0.194	35.279	23.348	4.529	22.340	4.334
12.174	0.098	0.120	35.279	22.492	2.708	21.548	2.595
12.272	0.158	0.194	35.472	21.682	4.216	20.633	4.012
12.431	0.127	0.156	35.472	20.721	3.234	19.714	3.077
12.558	0.158	0.195	35.655	19.800	3.859	18.717	3.648
12.716	0.158	0.195	35.655	18.723	3.649	17.673	3.444
12.875	0.085	0.105	35.655	17.897	1.871	16.878	1.765
12.960	0.158	0.195	35.756	17.088	3.335	16.050	3.132

**TOMBINO SCATOLARE TM03**  
**RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI**

13.118	0.158	0.195	35.756	16.007	3.124	15.013	2.930
13.276	0.158	0.195	35.756	14.925	2.913	13.975	2.727
13.435	0.158	0.195	35.756	13.844	2.702	12.935	2.524
13.593	0.143	0.176	35.756	12.816	2.253	11.969	2.104

-----  
**LEGENDA SIMBOLI**

X(m) : Ascissa sinistra concio

dx(m) : Larghezza concio

dl(m) : lunghezza base concio

alpha(°) : Angolo pendenza base concio

TauStress(kPa) : Sforzo di taglio su base concio

TauF (kN/m) : Forza di taglio su base concio

TauStrength(kPa) : Resistenza al taglio su base concio

TauS (kN/m) : Forza resistente al taglio su base concio

## 5 REALIZZAZIONE TOMBINO MEDIANTE SPINGITUBO

Una porzione del tombino scatolare in oggetto viene realizzata mediante la tecnica dello spingitubo per evitare di effettuare scavi di grande entità e lasciando la scarpata di terreno naturale una volta realizzata la strada in progetto.

### 5.1 GEOMETRIA DELL'OPERA

Il tratto in spingitubo ha lunghezza pari a 119.00 m. La posa in opera mediante spingitubo comporta la realizzazione di un manufatto di spinda in c.a. gettato in opera, impiegato come contrasto per la spinta.

Esso è costituito da una platea di spessore pari a 20 cm, lunga 18.00 m e di larghezza pari a 5.00 m, con un muro di spinta di altezza pari a 5.00 m e spessore pari a 1.00 m, che funge da contrasto per i martinetti idraulici.

Per ulteriori dettagli si vedano gli elaborati grafici di progetto.

### 5.2 ANALISI DEI CARICHI

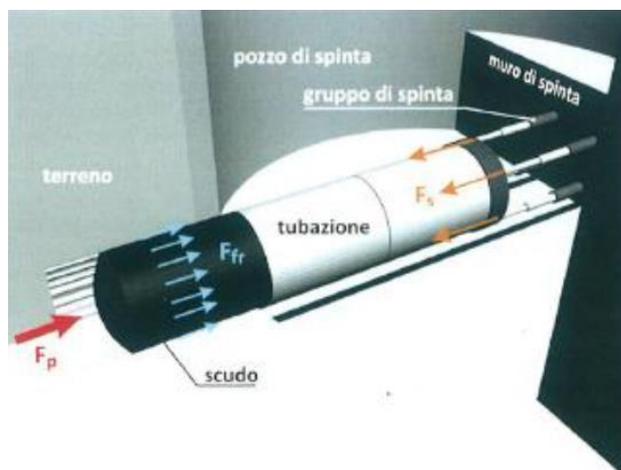
I valori dei carichi sono riepilogati di seguito.

#### 5.2.1 Spinta pistoni idraulici

La spinta esercitata dai pistoni idraulici sul manufatto in c.a. coincide con la spinta  $F_s$  che è necessario applicare coassialmente alla colonna di conci che costituiscono la tubazione in fase di installazione.

La spinta totale  $F_s$  è costituita da due componenti:

- dalla resistenza  $F_p$  che il terreno complessivamente esercitano sul fronte di perforazione;
- dalla risultante  $F_{fr}$  delle forze di attrito che si esercitano lungo la superficie laterale della tubazione;



Pertanto si ha:

$$F_s = F_p + F_{fr}$$

dove:

$F_s$  = spinta totale

$F_p$  = forze di contatto frontali scudo-terreno

$F_{fr}$  = forze di attrito al contatto tubazione-terreno

**TOMBINO SCATOLARE TM03**  
**RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI**

La forza  $F_p$  può essere calcolata empiricamente come la forza per spingere la colonna litostatica apportata alla superficie di spinta:

$$F_p = \gamma_{\text{terreno}} \cdot H \cdot A_{\text{sez}}$$

La forza  $F_{fr}$  può essere calcolata come la resistenza circonferenziale d'attrito moltiplicata alla superficie di contatto tubazione-terreno:

$$F_{fr} = NJF \cdot P_s \cdot L$$

dove:

$\gamma_{\text{terreno}}$  = peso specifico del terreno

H = altezza della colonna litostatica

$A_{\text{sez}}$  = area sezione scatolare spinto

$P_s$  = perimetro sezione scatolare spinto

NJF = resistenza circonferenziale d'attrito

L = lunghezza totale del microtunnelling

Ground	Unit friction (kPa)					
	PN Microtunnels		JSTT ( $f_{conv}$ )		G.L. of US Army	Norwegian Geotech. Inst
	f	$f_{lub}$	Screw mucking	Hydraulic mucking	$f_{app}$	$f_{app}$
Clay	1.4 to 5.8	0.65 to	0.7 to 16	2.1	0.8 to 13	-
	3.25	3.3 2.25	4.9		4.6	
			3.5			
Sand	4.5 to 7	0.65 to	1.0 to 19	2.8	2.7 to 12	2.0 to 11
	3	4.9	5.1		6.1	5.7
	5.4	2.0	4.0			
Sand and gravel	1.8 to 17	3 to 10	5 to 6.9	3.6	-	-
	7.4	6.9	6.0			
			4.8			

Valori consigliati per il coefficiente NJF

In questo caso il terreno da attraversare è costituito da sabbie, pertanto si assumerà un valore di NJF = 3.00 kN/mq

Nel seguito si riportano i calcoli delle spinte totali da applicare per la posa:

$$F_p = 20 \times 9.15 \times 7.84 = 1434.7 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{fr} = 3.00 \times 11.2 \times 119 = 3998 \text{ kN}$$

$$F_s = F_p + F_{fr} = 1434.7 + 3998 = 5433 \text{ kN}$$

La spinta totale dei pistoni idraulici sulla parete risulta pari a:

$$\text{Spinta pistoni idraulici (applicata a H=1.20)} \dots\dots\dots 5433 \text{ kN}$$

Si ipotizza che la macchina perforatrice sia costituita da n.2 pistoni, pertanto la spinta totale viene applicata alla parete come due carichi concentrati disposti a distanza reciproca di 2.00 m.

**5.2.2 Spinta passiva del terreno**

Sulla parete di spinta agisce la spinta passiva esercitata dal terreno a tergo della stessa, per il quale si considerano le seguenti caratteristiche geomeccaniche:

**TOMBINO SCATOLARE TM03**  
**RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI**

$\gamma_k = 20,0$	$\text{kN/m}^3$	peso di volume caratteristico;
$\varphi'_k = 42$	$^\circ$	angolo di operativo attrito caratteristico.

Nel calcolo della spinta passiva si è tenuto conto del contributo del sovraccarico dovuto al terreno a monte del manufatto pari a  $q = \gamma \times h_{\text{scarpata}} = 20.0 \times 0.95 = 19.00 \text{ kN/m}^2$ .

La pressione dovuta alla spinta passiva ha un andamento triangolare. Il valore massimo della spinta passiva si ha alla base della parete e risulta pari a:

$$P_{Sp} = K_p \gamma_{\text{terreno}} H = 504 \text{ kN/m}^2$$

Essendo  $H$  l'altezza della parete,  $K_p$  il coefficiente di spinta passiva, e  $\gamma_{\text{terreno}}$  il peso specifico del terreno a tergo.

Il coefficiente di spinta passiva è calcolato come segue:

$$K_p = (1 - \sin\Phi) / (1 + \sin\Phi) = 5.045$$

### 5.2.3 Combinazioni di carico

Le combinazioni di carico da considerare ai fini delle verifiche sono state elaborate tenendo conto di quanto riportato nel D.M.17 gennaio 2018.

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

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

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

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

$\gamma_{G1}$  coefficiente parziale del peso proprio della struttura, del terreno e dell'acqua, quando pertinente;

$\gamma_{G2}$  coefficiente parziale dei pesi propri degli elementi non strutturali;

$\gamma_Q$  coefficiente parziale delle azioni variabili da traffico;

$\gamma_{Qi}$  coefficiente parziale delle azioni variabili.

Il coefficiente parziale della precompressione si assume pari a  $\gamma_P = 1$

Con i seguenti valori dei coefficienti parziali di sicurezza delle azioni e delle resistenze.

**Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.**

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali <sup>(1)</sup>	Favorevole	$\gamma_{Q1}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Q2}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

**Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_c$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	$\gamma_r$	1,0	1,0

**Tabella 6.5.I - Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO di muri di sostegno.**

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$

#### 5.2.4 Verifiche geotecniche manufatto di spinta

Il manufatto di spinta è dimensionato per contrastare la spinta della macchina perforatrice, opponendo la spinta passiva del terreno a tergo della parete e l'attrito dovuto al manufatto stesso.

L'impronta della parete controterra deve essere tale da sviluppare la resistenza passiva per contrastare l'azione della macchina.

Si riporta di seguito il riepilogo dei calcoli di verifica a scorrimento del manufatto secondo l'approccio 2 (A1+M1+R3). Essendo la spinta esercitata dalla macchina perforatrice superiore alla resistenza totale, la verifica risulta soddisfatta.

**TOMBINO SCATOLARE TM03**  
**RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI**

$S =$	<b>5433 kN</b>	Spinta martinetti
$q =$	<b>19,0 kN/m<sup>2</sup></b>	Sovraccarico a tergo della parete dovuto al terreno a monte
$\gamma =$	<b>20 kN/m<sup>3</sup></b>	Peso per unità di volume del terreno
$\phi =$	<b>42 °</b>	Angolo di attrito del terreno a tergo della parete
$K_p =$	<b>5,045</b>	Coeff. di spinta passiva
$K_a =$	<b>0,198</b>	Coeff. di spinta attiva
$L =$	<b>18,00 m</b>	Lunghezza platea
$B =$	<b>5,00 m</b>	Larghezza platea
$s_p =$	<b>0,30 m</b>	Spessore platea
$L_m =$	<b>5,00 m</b>	Larghezza muro
$s_m =$	<b>1,00 m</b>	Spessore muro di spinta
$H =$	<b>5,00 m</b>	Altezza muro di spinta
$W =$	<b>1300,00 kN</b>	Peso della struttura
$F_a =$	<b>1008,38 kN</b>	Resistenza data dall'attrito
$S_{pq} =$	<b>2396,22 kN</b>	Contributo spinta passiva dovuto al sovraccarico
$S_p =$	<b>6305,85 kN</b>	Spinta passiva
$R_{tot} =$	<b>9710,46 kN</b>	Resistenza totale

Coefficienti parziali di sicurezza dei carichi

$\gamma_{G1}$	<b>1,3</b>
$\gamma_{M1}$	<b>1</b>
$\gamma_{R1}$	<b>1,1</b>

Coefficiente parziali di sicurezza dei carichi (A1)  
Coefficiente parziali di sicurezza dei parametri geotecnici (M1)  
Coefficiente parziali di sicurezza della resistenza (R3)

$S_d =$	<b>7062,9 kN</b>	Spinta di progetto
$R_d =$	<b>8827,7 kN</b>	Resistenza di progetto

**Verifica soddisfatta**

### 5.3 VERIFICHE STRUTTURALI MANUFATTO DI SPINTA

Il manufatto di spinta è stato analizzato mediante modellazione agli elementi finiti (FEM). Le caratteristiche del modello, i dati di input, le convenzioni adottate, le principali sollecitazioni sulla parete di spinta ed i risultati delle verifiche strutturali sono riportati di seguito.

#### 5.3.1 Origine e caratteristiche del codice di calcolo

Parte delle analisi e delle verifiche delle strutture analizzate sono state eseguite mediante l'ausilio di codici di calcolo di comprovata validità. Si riportano di seguito le informazioni relative al codice impiegato e gli estremi della licenza d'uso.

Nominativo	<b>SismiCAD 12.17</b>
Produttore	<b>Concrete s.r.l , Padova</b>
Nome utente finale	<b>ICARIA s.r.l</b>
Numero licenza	<b>5622053</b>

L'analisi preliminare della documentazione a corredo del software impiegato ha consentito di accertarne l'affidabilità e l'idoneità al caso in oggetto. Il produttore del software fornisce, infatti, un'esauriente documentazione, atta a testimoniare la validità, all'interno della quale sono descritte le basi teoriche e gli algoritmi impiegati, campi di impiego ed esempi risolti.

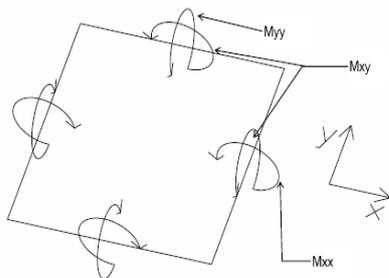
I risultati dell'elaborazione sono presentati in modo tale da costituire una sintesi completa ed efficace del comportamento della struttura, sia mediante l'ausilio di schemi grafici riportanti le parti più sollecitate della struttura, le configurazioni deformate e l'entità delle azioni, sia esplicitando i tabulati numerici con l'esito delle principali verifiche, i dati di input, le combinazioni di carico.

### 5.3.2 Convenzioni relative alle caratteristiche di sollecitazione

La convenzione sui segni per i parametri di sollecitazione delle aste è la seguente:

- sforzo normale F1 (N): viene rappresentato nel piano individuato dagli assi 1 e 2. Nel caso di sforzo normale positivo (di trazione) viene disegnato lungo l'asta dalla parte del semiasse 2 positivo;
- F2: viene rappresentato nel piano individuato dagli assi 1 e 2. Nel caso di F2 positivo viene disegnato lungo l'asta dalla parte del semiasse 2 positivo;
- F3: viene rappresentato nel piano individuato dagli assi 1 e 3. Nel caso di F3 positivo viene disegnato lungo l'asta dalla parte del semiasse 3 positivo;
- momento torcente M1 (Mt): viene rappresentato nel piano individuato dagli assi 1 e 2. Nel caso di momento torcente positivo viene disegnato lungo l'asta dalla parte del semiasse 2 positivo;
- momento M2: viene rappresentato nel piano individuato dagli assi 1 e 3. Nel caso di M2 positivo viene disegnato dalla parte del semiasse 3 negativo;
- momento M3: viene rappresentato nel piano individuato dagli assi 1 e 2. Nel caso di M3 positivo viene disegnato dalla parte del semiasse 2 negativo.

In figura è mostrato un elemento infinitesimo di shell orizzontale con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazione  $M_{xx}$ ,  $M_{yy}$ ,  $M_{xy}$ .



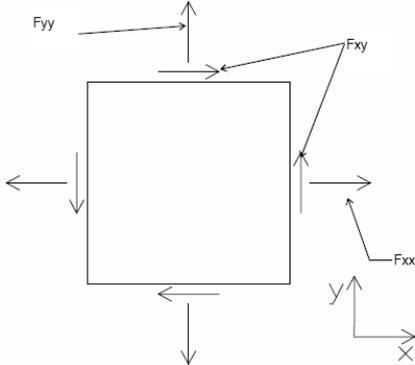
si definiscono:

$M_{xx}$ : momento flettente [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] agente sul bordo di normale x (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);

$M_{yy}$ : momento flettente [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] agente sul bordo di normale y (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);

$M_{xy}$ : momento torcente [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] agente sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

Per quanto riguarda le sollecitazioni estensionali si faccia riferimento alla figura seguente dove per lo stesso elemento infinitesimo di shell orizzontale con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazione  $F_{xx}$ ,  $F_{yy}$ ,  $F_{xy}$ .



Si definiscono:

$F_{xx}$ : sforzo estensionale [Forza/Lunghezza] agente sul bordo di normale  $x$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);

$F_{yy}$ : sforzo estensionale [Forza/Lunghezza] agente sul bordo di normale all'asse  $y$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);

$F_{xy}$ : sforzo di taglio [Forza/Lunghezza] agente sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

Vengono riportati inoltre i tagli fuori dal piano dell'elemento shell:

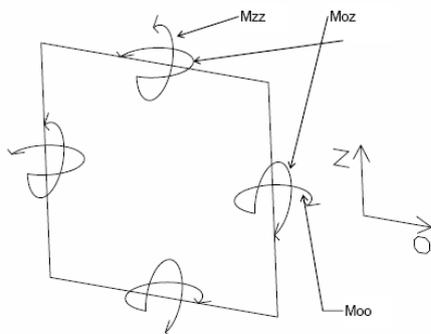
$V_x$ : taglio fuori piano [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse  $x$  (per il segno si veda l'immagine relativa ai tagli fuori piano nel sistema locale 1, 2, 3 riportata più avanti);

$V_y$ : taglio fuori piano [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse  $y$  (per il segno si veda l'immagine relativa ai tagli fuori piano nel sistema locale 1, 2, 3 riportata più avanti).

Gusci verticali: pareti e muri

Il sistema di riferimento nel quale sono espressi i parametri di sollecitazione è così definito: "origine appartenente al piano dell'elemento, asse  $O$  (ascisse) e  $z$  (ordinate) contenuti nel piano dell'elemento e terzo asse ortogonale al piano dell'elemento a formare una terna destrorsa". In particolare l'asse  $O$  è orizzontale e l'asse  $z$  parallelo ed equiverso con l'asse  $Z$  globale. Si sottolinea che non ha alcun interesse collocare esattamente nel piano dell'elemento la posizione dell'origine in quanto i parametri di sollecitazione sono invarianti rispetto a tale posizione.

In figura è mostrato un elemento infinitesimo di shell orizzontale con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazione  $M_{oo}$ ,  $M_{zz}$ ,  $M_{oz}$ .

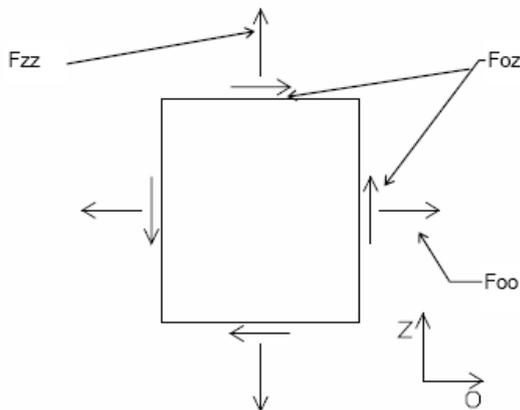


**TOMBINO SCATOLARE TM03**  
**RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI**

Moo: momento flettente distribuito [ $\text{Forza} \cdot \text{Lunghezza} / \text{Lunghezza}$ ] applicato al bordo di normale parallela all'asse O (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);

Mzz: momento flettente distribuito [ $\text{Forza} \cdot \text{Lunghezza} / \text{Lunghezza}$ ] applicato al bordo di normale parallela all'asse z (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);

Moz: momento "torcente" distribuito [ $\text{Forza} \cdot \text{Lunghezza} / \text{Lunghezza}$ ] applicato sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura). Per quanto riguarda le sollecitazioni estensionali si faccia riferimento alla figura seguente dove per lo stesso elemento infinitesimo di shell con indicato il sistema di riferimento i parametri di sollecitazione Foo, Fzz, Foz sono rispettivamente:



Fzz: sforzo tensionale distribuito [ $\text{Forza} / \text{Lunghezza}$ ] applicato al bordo di normale parallela all'asse z (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);

Foo: sforzo tensionale distribuito [ $\text{Forza} / \text{Lunghezza}$ ] applicato al bordo di normale parallela all'asse O (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);

Foz: sforzo tagliante distribuito [ $\text{Forza} / \text{Lunghezza}$ ] applicato sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

**5.3.3 Rappresentazione grafica modello**

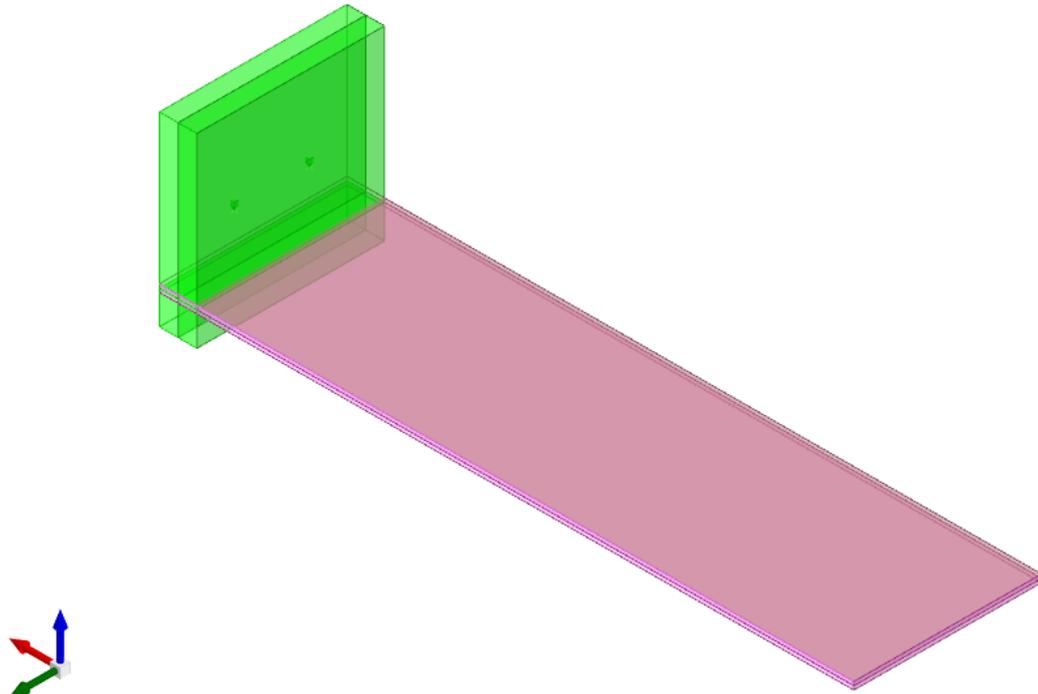


Figura 1 - Rappresentazione Grafica del Modello di Calcolo

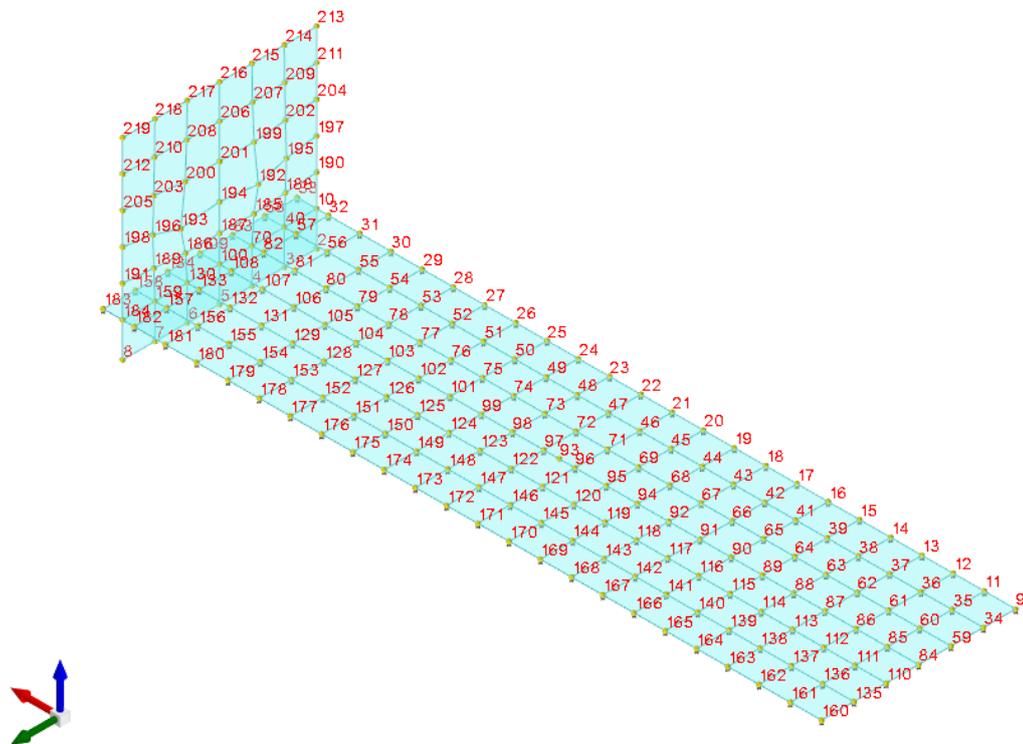


Figura 2 - Rappresentazione Grafica del Modello di Calcolo – Numerazione NODI

**TOMBINO SCATOLARE TM03**  
**RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI**

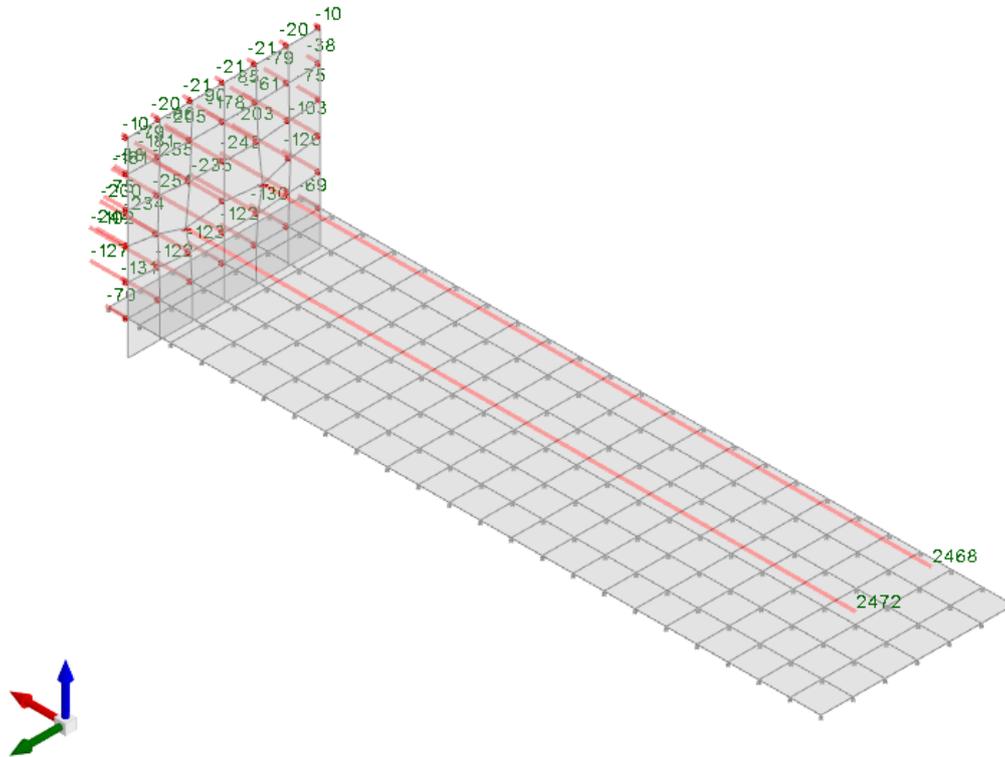


Figura 3 - Condizione carichi permanenti strutturali

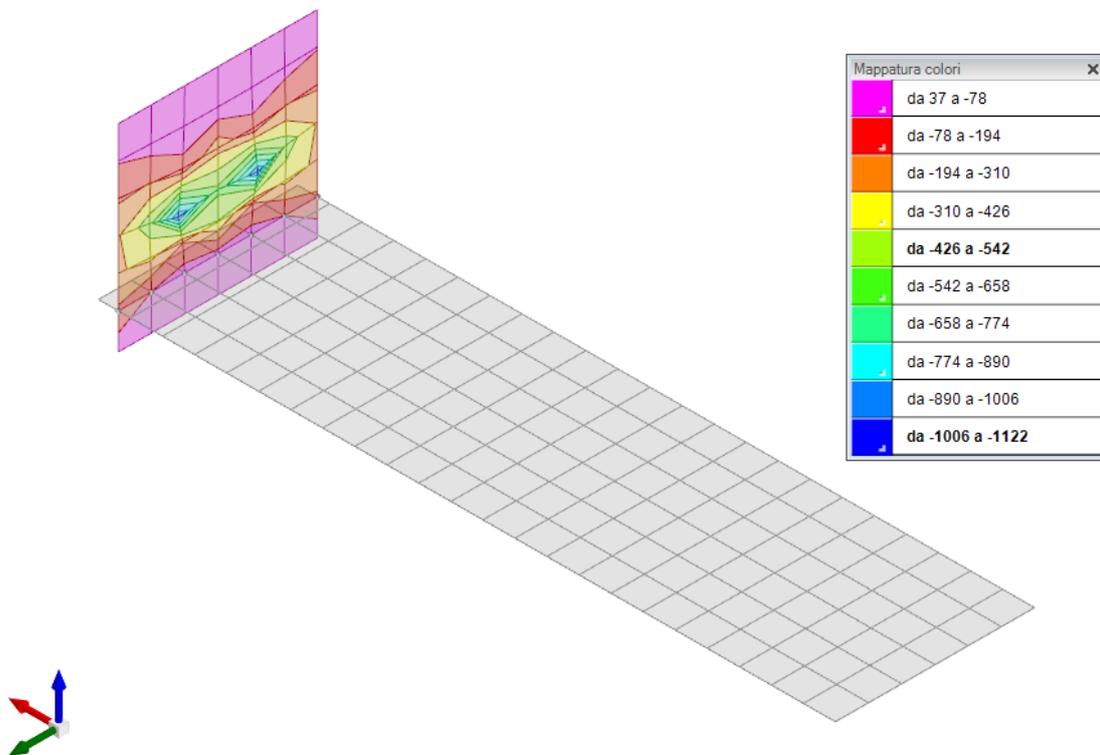


Figura 4 - Involuppo momento flettente Mzz

**TOMBINO SCATOLARE TM03**  
**RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI**

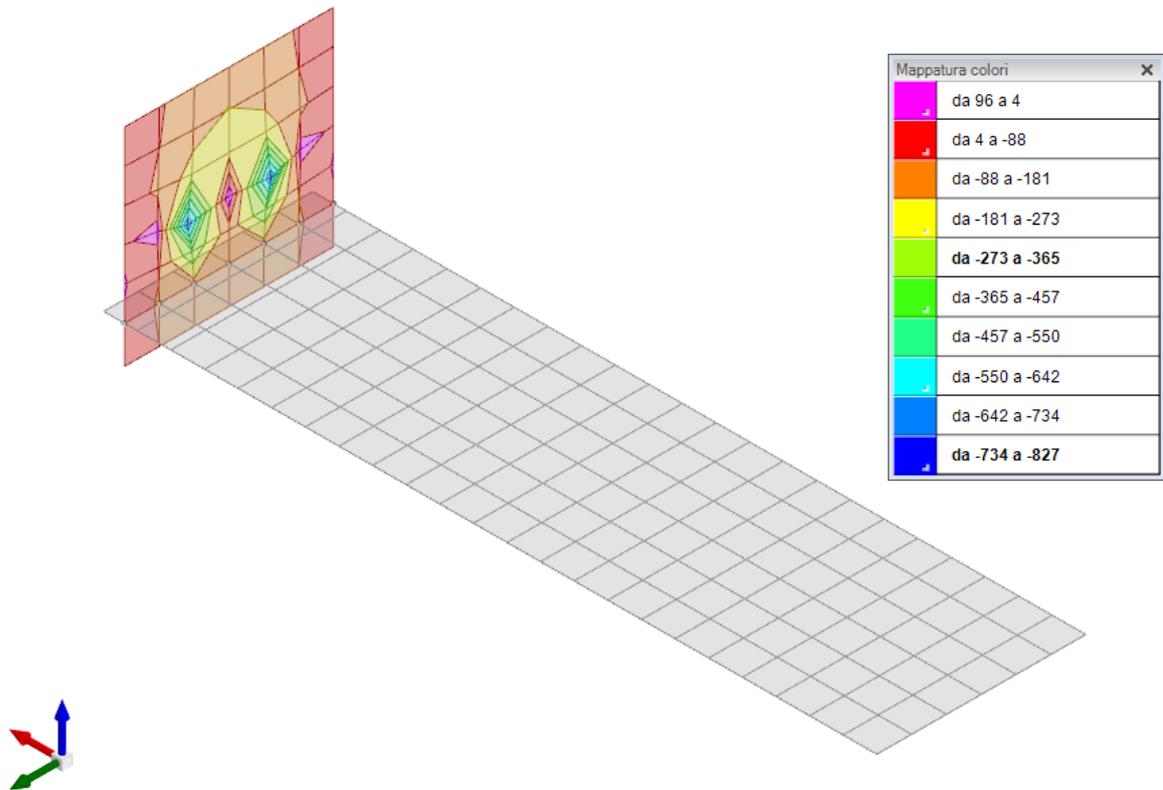


Figura 5 - Involuppo momento flettente Moo

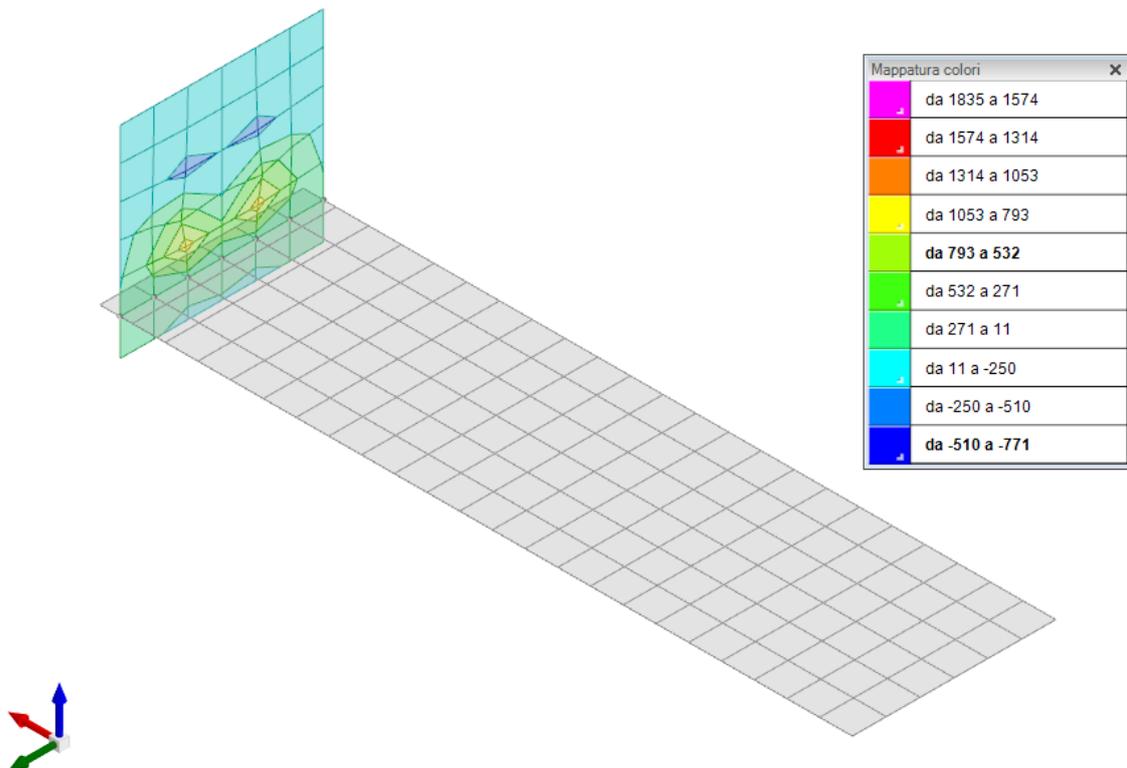


Figura 6 - Involuppo sforzo di taglio Vz

**TOMBINO SCATOLARE TM03**  
**RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI**

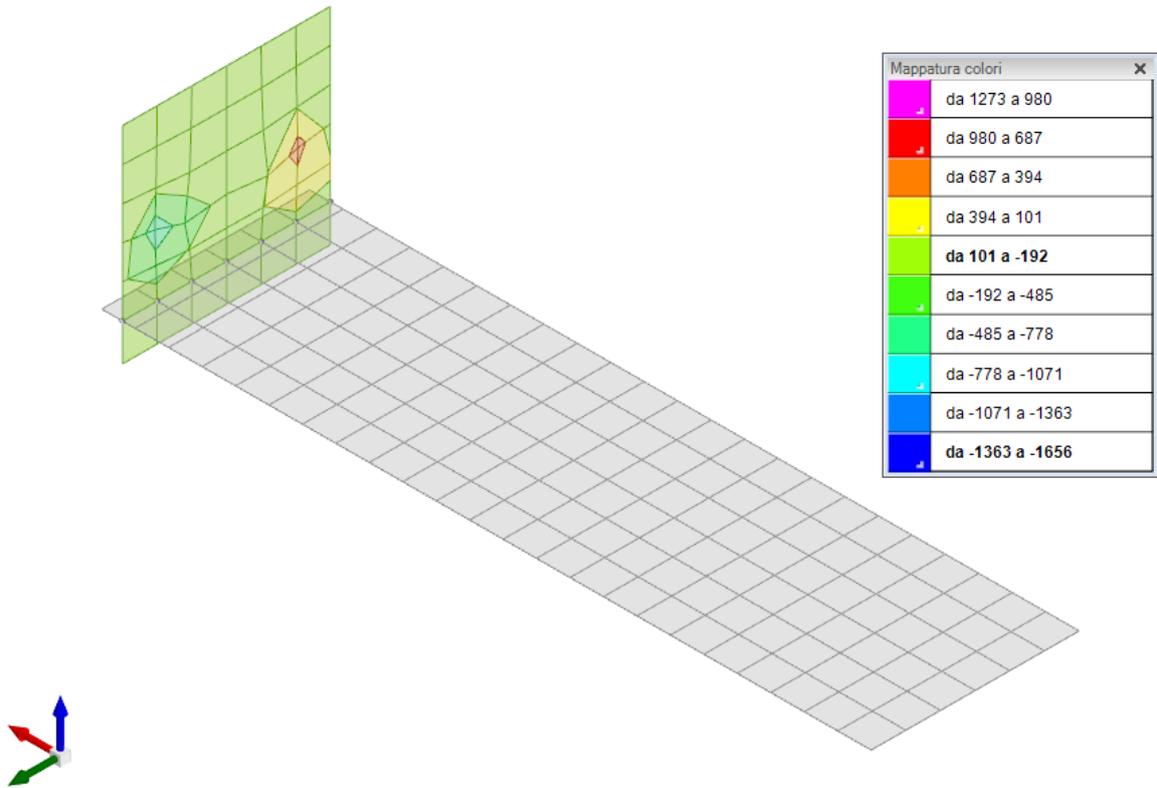


Figura 7 - Inviluppo sforzo di taglio  $V_0$

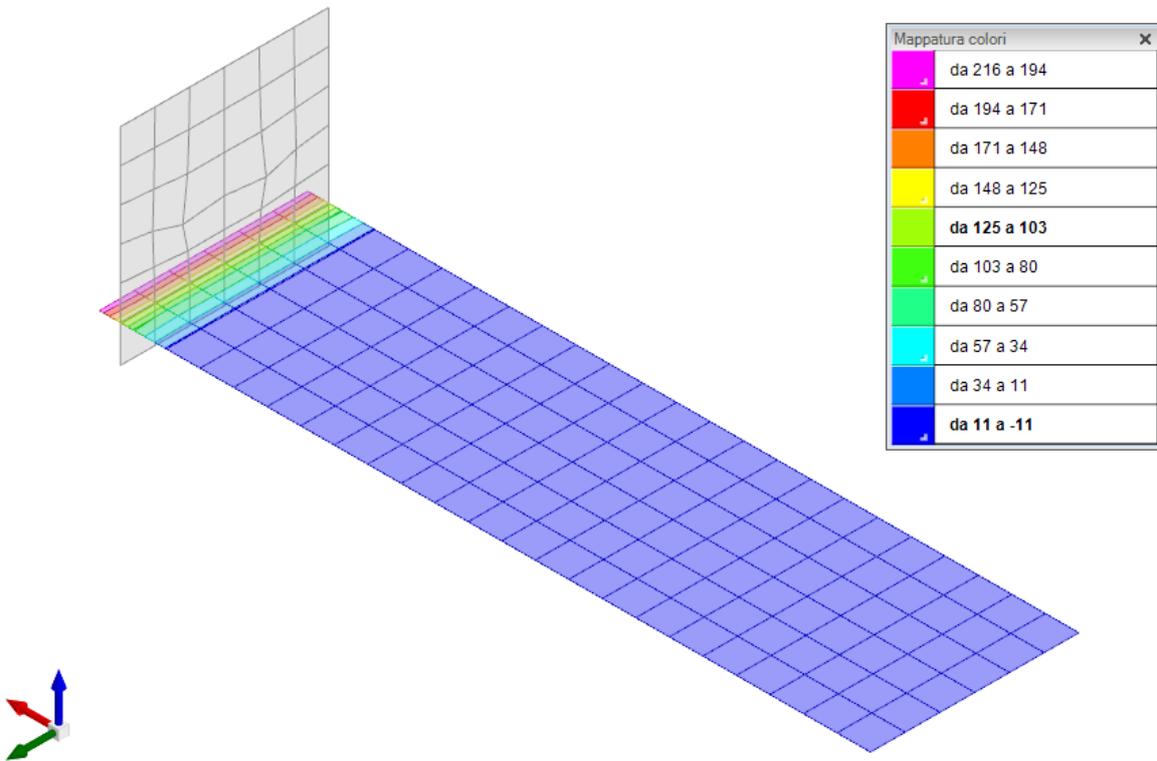


Figura 8 - Inviluppo momento flettente  $M_{xx}$

**TOMBINO SCATOLARE TM03**  
**RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI**

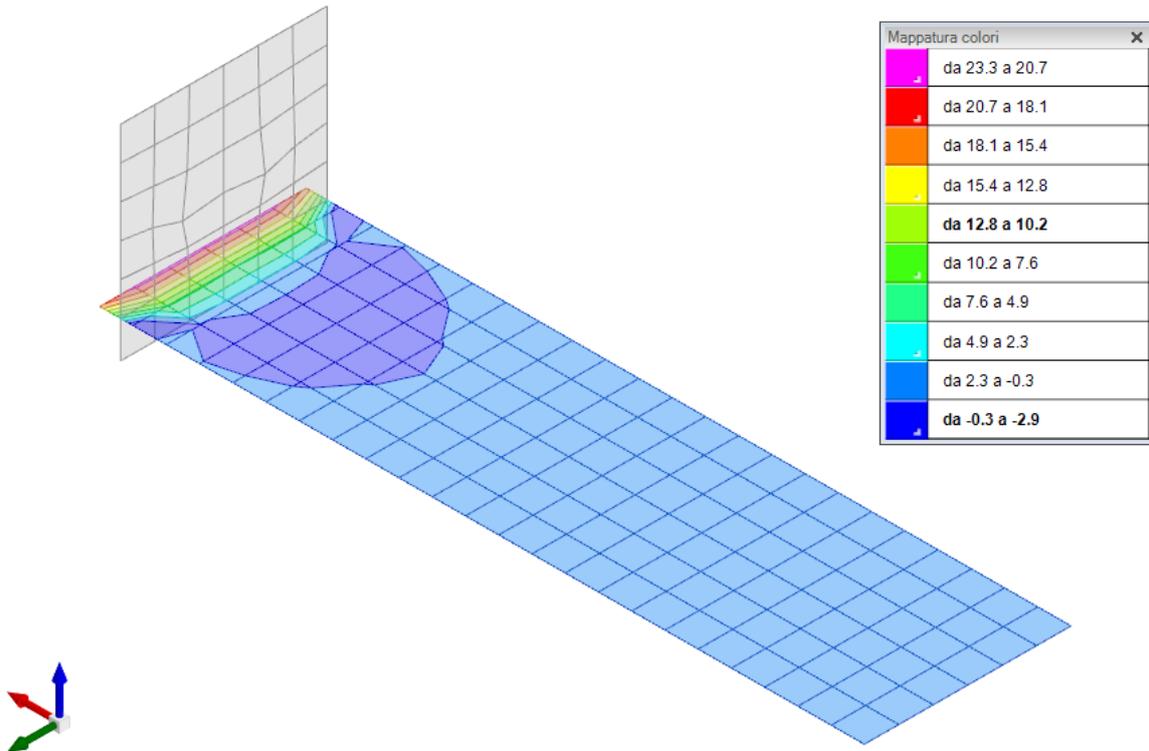


Figura 9 - Involuppo momento flettente Myy

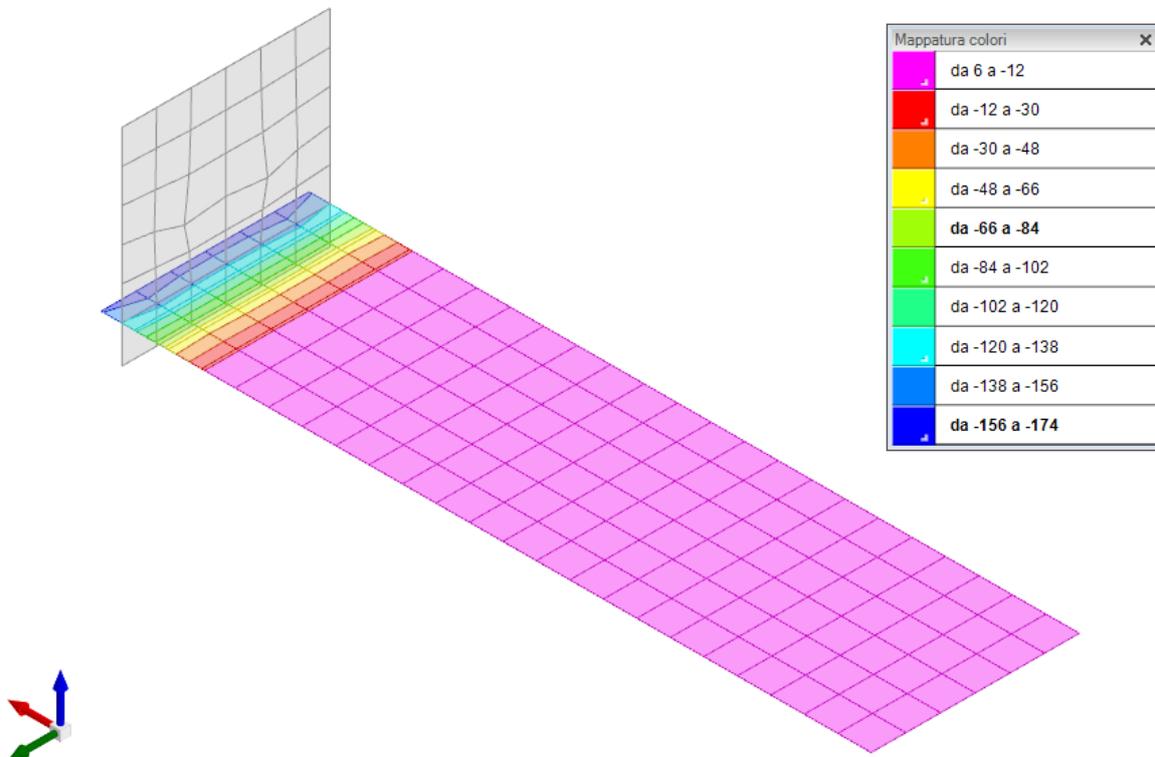


Figura 10 - Involuppo sforzo di taglio Vx

**TOMBINO SCATOLARE TM03**  
**RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI**

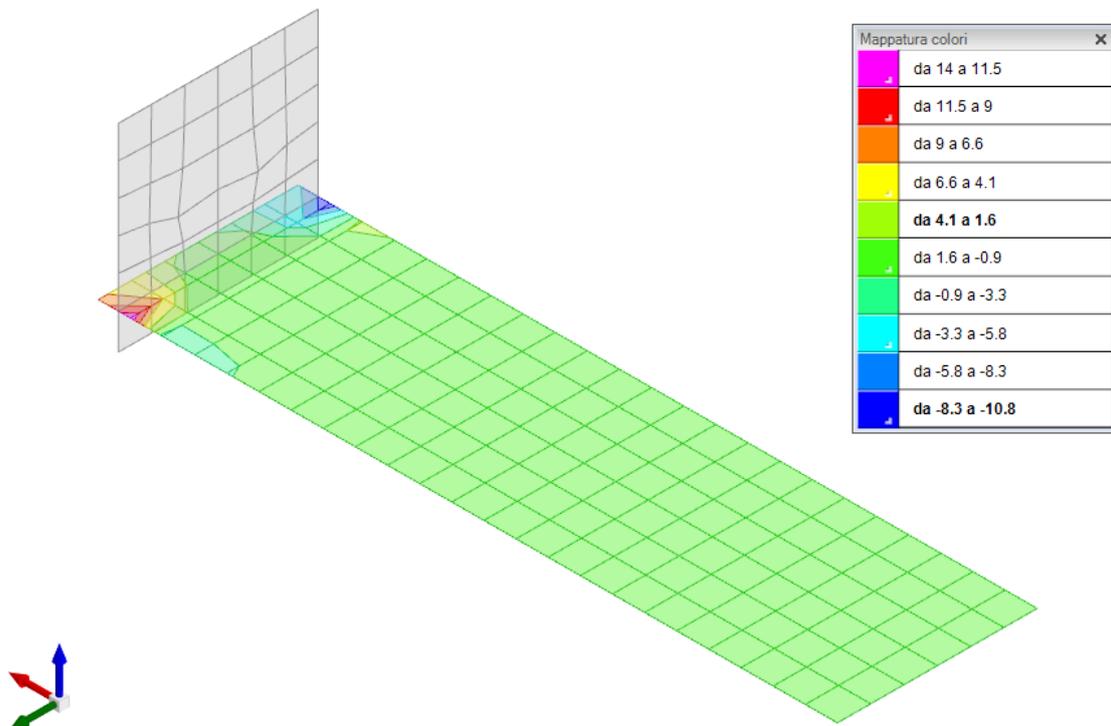


Figura 11 - Inviluppo sforzo di taglio Vy

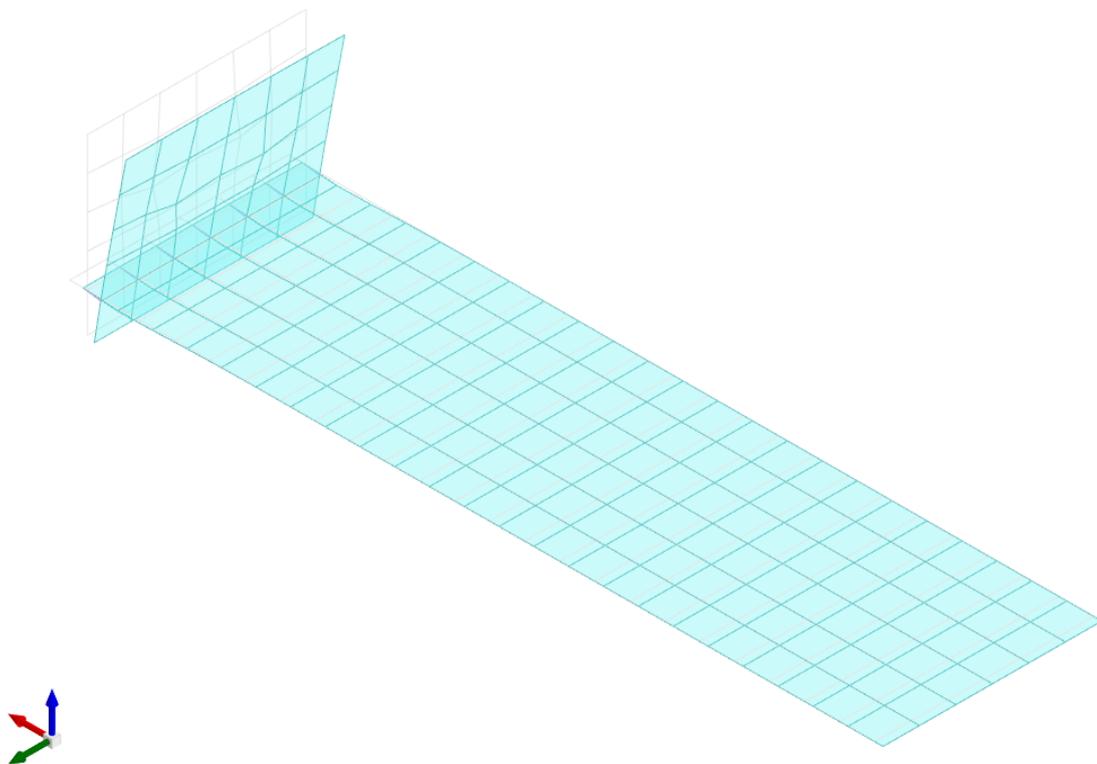


Figura 12 – Spostamenti condizione Permanenti

### 5.3.4 Tabulati di calcolo e verifica

#### 1 Dati generali DB

##### 1.1 Materiali

##### 1.1.1 Materiali c.a.

**Descrizione:** descrizione o nome assegnato all'elemento.

**Rck:** resistenza caratteristica cubica; valore medio nel caso di edificio esistente. [kN/m<sup>2</sup>]

**E:** modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [kN/m<sup>2</sup>]

**G:** modulo di elasticità tangenziale del materiale, viene impiegato nella modellazione di aste e di elementi guscio a comportamento ortotropo. [kN/m<sup>2</sup>]

**v:** coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

**γ:** peso specifico del materiale. [kN/m<sup>3</sup>]

**α:** coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C<sup>-1</sup>]

Descrizione	Rck	E	G	v	γ	α
C32/40_1	40000	33642778	Default (15292172)	0.1	25	0.00001

##### 1.1.2 Curve di materiali c.a.

**Descrizione:** descrizione o nome assegnato all'elemento.

**Curva:** curva caratteristica.

**Reaz.traz.:** reagisce a trazione.

**Comp.frag.:** ha comportamento fragile.

**E.compr.:** modulo di elasticità a compressione. [kN/m<sup>2</sup>]

**Incr.compr.:** incrudimento di compressione. Il valore è adimensionale.

**EpsEc:** ε elastico a compressione. Il valore è adimensionale.

**EpsUc:** ε ultimo a compressione. Il valore è adimensionale.

**E.traz.:** modulo di elasticità a trazione. [kN/m<sup>2</sup>]

**Incr.traz.:** incrudimento di trazione. Il valore è adimensionale.

**EpsEt:** ε elastico a trazione. Il valore è adimensionale.

**EpsUt:** ε ultimo a trazione. Il valore è adimensionale.

Descrizione	Curva									
	Reaz.traz.	Comp.frag.	E.compr.	Incr.compr.	EpsEc	EpsUc	E.traz.	Incr.traz.	EpsEt	EpsUt
C32/40_1	No	Si	33642778	0.001	-0.002	-0.0035	33642778	0.001	0.0000645	0.0000709

##### 1.1.3 Armature

**Descrizione:** descrizione o nome assegnato all'elemento.

**fyk:** resistenza caratteristica. [kN/m<sup>2</sup>]

**σamm.:** tensione ammissibile. [kN/m<sup>2</sup>]

**Tipo:** tipo di barra.

**E:** modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [kN/m<sup>2</sup>]

**γ:** peso specifico del materiale. [kN/m<sup>3</sup>]

**v:** coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

**α:** coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C<sup>-1</sup>]

**Livello di conoscenza:** indica se il materiale è nuovo o esistente, e in tal caso il livello di conoscenza secondo Circ.617 02/02/09 §C8A.

**Informazione impiegata solo in analisi D.M. 14-01-08 (N.T.C.) e D.M. 17-01-18 (N.T.C.).**

Descrizione	fyk	σamm.	Tipo	E	γ	v	α	Livello di conoscenza	di
B450C	450000	255000	Aderenza migliorata	206000000	78.5	0.3	0.000012	Nuovo	

#### 2 Dati di definizione

##### 2.1 Preferenze commessa

##### 2.1.1 Preferenze di analisi

Metodo di analisi

D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

Tipo di costruzione

2 - Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari

Vn

50

Classe d'uso

I

Tipo di analisi

Non sismica

Località

Siracusa, Francofonte; Latitudine ED50 37,2223° (37° 13' 0");

Longitudine ED50 14,8863° (14° 53' 11");

Altitudine

s.l.m. 288,43 m.

Coefficiente di sicurezza per carico limite (fondazioni superficiali)

2.3

Coefficiente di sicurezza per scorrimento (fondazioni superficiali)

1.1

Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, punta

1.15

Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, laterale compressione

1.15

Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, laterale trazione	1.25
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, punta	1.35
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, laterale compressione	1.15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, laterale trazione	1.25
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, punta	1.35
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale compressione	1.15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale trazione	1.25
Coefficiente di sicurezza portanza trasversale pali	1.3
Fattore di correlazione resistenza caratteristica dei pali in base alle verticali indagate	1.7
Coefficiente di sicurezza per ribaltamento (plinti superficiali)	1.15
<b>2.1.2 Preferenze di verifica</b>	
<b>2.1.2.1 Normativa di verifica in uso</b>	
Norma di verifica	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
Cemento armato	Preferenze comuni di verifica C.A. D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
Legno	Preferenze di verifica legno D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
Acciaio	Preferenze di verifica acciaio D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
Alluminio	Preferenze di verifica alluminio EC9
Pannelli in gessofibra (N.T.C.)	Preferenze di verifica pannelli gessofibra D.M. 17-01-18
<b>2.1.2.2 Normativa di verifica C.A.</b>	
$\gamma_s$ (fattore di sicurezza parziale per l'acciaio)	1.15
$\gamma_c$ (fattore di sicurezza parziale per il calcestruzzo)	1.5
Limite $\sigma_c/f_{ck}$ in combinazione rara	0.6
Limite $\sigma_c/f_{ck}$ in combinazione quasi permanente	0.45
Limite $\sigma_f/f_{yk}$ in combinazione rara	0.8
Coefficiente di riduzione della $\tau$ per cattiva aderenza	0.7
Dimensione limite fessure w1 §4.1.2.2.4	0.0002[m]
Dimensione limite fessure w2 §4.1.2.2.4	0.0003[m]
Dimensione limite fessure w3 §4.1.2.2.4	0.0004[m]
Fattori parziali di sicurezza unitari per meccanismi duttili di strutture esistenti con fattore $q$	No
Copriferro secondo EC2	No
$\alpha_{cc}$ elementi nuovi nelle combinazioni sismiche	0.85
$\alpha_{cc}$ elementi esistenti	0.85
<b>2.1.2.3 Normativa di verifica legno</b>	
$\gamma$ combinazioni fondamentali massiccio	1.5
$\gamma$ combinazioni fondamentali lamellare	1.45
$\gamma$ combinazioni fondamentali unioni	1.5
$\gamma$ combinazioni eccezionali	1
$\gamma$ combinazioni esercizio	1
Kmod durata istantaneo, classe 1	1.1
Kmod durata istantaneo, classe 2	1.1
Kmod durata istantaneo, classe 3	0.9
Kmod durata breve, classe 1	0.9
Kmod durata breve, classe 2	0.9
Kmod durata breve, classe 3	0.7
Kmod durata media, classe 1	0.8
Kmod durata media, classe 2	0.8
Kmod durata media, classe 3	0.65
Kmod durata lunga, classe 1	0.7
Kmod durata lunga, classe 2	0.7
Kmod durata lunga, classe 3	0.55
Kmod durata permanente, classe 1	0.6
Kmod durata permanente, classe 2	0.6
Kmod durata permanente, classe 3	0.5
Kdef classe 1	0.6
Kdef classe 2	0.8
Kdef classe 3	2
<b>2.1.2.4 Normativa di verifica acciaio</b>	

ym0	1.05
ym1	1.05
ym2	1.25
Coefficiente riduttivo per effetto vettoriale	0.7
Calcolo coefficienti C1, C2, C3 per Mcr	automatico
Coefficienti $\alpha$ , $\beta$ per flessione deviata	unitari
Verifica semplificata conservativa	si
L/e0 iniziale per profili accoppiati compressi	500
Metodo semplificato formula (4.2.82)	si
Escludi 6.2.6.7 e 6.2.6.8 in 7.5.4.3 e 7.5.4.5	si
Applica Nota 1 del prospetto 6.2	si
Riduzione fy per tubi tondi di classe 4	no
Effettua la verifica secondo 6.2.8 con irrigidimenti superiori (piastra di base)	si
Limite spostamento relativo interpiano e monopiano colonne	0.00333
Limite spostamento relativo complessivo multipiano colonne	0.002
Considera taglio resistente estremità sagomati	no
Fattori parziali di sicurezza unitari per meccanismi duttili di strutture esistenti con fattore q	no

### 2.1.3 Preferenze FEM

Dimensione massima ottimale mesh pareti (default)	0.8[m]
Dimensione massima ottimale mesh piastre (default)	0.8[m]
Dimensione massima ottimale suddivisioni archi finestre/porte (default)	0.3[m]
Tipo di mesh dei gusci (default)	Quadrilateri o triangoli
Tipo di mesh imposta ai gusci	Specifico dell'elemento
Metodo P-Delta	non utilizzato
Analisi buckling	non utilizzata
Rapporto spessore flessionale/membranale gusci muratura verticali	0.2
Spessori membranale e flessionale pareti XLAM da sole tavole verticali	No
Moltiplicatore rigidezza connettori pannelli pareti legno a diaframma	1
Tolleranza di parallelismo	4.99[deg]
Tolleranza di unicità punti	0.1[m]
Tolleranza generazione nodi di aste	0.01[m]
Tolleranza di parallelismo in suddivisione aste	4.99[deg]
Tolleranza generazione nodi di gusci	0.04[m]
Tolleranza eccentricità carichi concentrati	1[m]
Considera deformabilità a taglio negli elementi guscio	No
Modello elastico pareti in muratura	Gusci
Concentra masse pareti nei vertici	No
Segno risultati analisi spettrale	Analisi statica
Memoria utilizzabile dal solutore	8000000
Metodo di risoluzione della matrice	Intel MKL PARDISO
Scrivi commenti nel file di input	No
Scrivi file di output in formato testo	No
Solidi colle e corpi ruvidi (default)	Solidi reali
Moltiplicatore rigidezza molla torsionale applicata ad aste di fondazione	1
Modello trave su suolo alla Winkler nel caso di modellazione lineare	Equilibrio elastico

### 2.1.4 Moltiplicatori inerziali

*Tipologia: tipo di entità a cui si riferiscono i moltiplicatori inerziali.*

*J2: moltiplicatore inerziale di J2. Il valore è adimensionale.*

*J3: moltiplicatore inerziale di J3. Il valore è adimensionale.*

*Jt: moltiplicatore inerziale di Jt. Il valore è adimensionale.*

*A: moltiplicatore dell'area della sezione. Il valore è adimensionale.*

*A2: moltiplicatore dell'area a taglio in direzione 2. Il valore è adimensionale.*

*A3: moltiplicatore dell'area a taglio in direzione 3. Il valore è adimensionale.*

*Conci rigidi: fattore di riduzione dei tronchi rigidi. Il valore è adimensionale.*

Tipologia	J2	J3	Jt	A	A2	A3	Conci rigidi
Trave C.A.	1	1	0.01	1	1	1	0.5
Pilastro C.A.	1	1	0.01	1	1	1	0.5
Trave di fondazione	1	1	0.01	1	1	1	0.5
Palo	1	1	0.01	1	1	1	0
Trave in legno	1	1	1	1	1	1	1
Colonna in legno	1	1	1	1	1	1	1

Tipologia	J2	J3	Jt	A	A2	A3	Conci rigidi
Trave in acciaio	1	1	1	1	1	1	1
Colonna in acciaio	1	1	1	1	1	1	1
Trave di reticolare in acciaio	1	1	1	1	1	1	1
Maschio in muratura	0	1	0	1	1	1	1
Trave di accoppiamento in muratura	0	1	0	1	1	1	1
Trave di scala C.A. nervata	1	1	1	1	1	1	0.5
Trave tralicciata	1	1	0.01	1	1	1	0.5

#### 2.1.5 Preferenze di analisi non lineare FEM

Metodo iterativo	Secante
Tolleranza iterazione	0.00001
Numero massimo iterazioni	50

#### 2.1.6 Preferenze di analisi carichi superficiali

Detrazione peso proprio solai nelle zone di sovrapposizione	non applicata
Metodo di ripartizione	a zone d'influenza
Percentuale carico calcolato a trave continua	0
Esegui smoothing diagrammi di carico	applicata
Tolleranza smoothing altezza trapezi	0.001[kN/m]
Tolleranza smoothing altezza media trapezi	0.001[kN/m]

#### 2.1.7 Preferenze del suolo

Fondazioni non modellate e struttura bloccata alla base	no
Fondazioni bloccate orizzontalmente	no
Considera peso sismico delle fondazioni	no
Fondazioni superficiali e profonde su suolo elastoplastico	no
Coefficiente di sottofondo verticale per fondazioni superficiali (default)	47000[kN/m <sup>3</sup> ]
Rapporto di coefficiente sottofondo orizzontale/verticale	0.5
Pressione verticale limite sul terreno per abbassamento (default)	1000[kN/m <sup>2</sup> ]
Pressione verticale limite sul terreno per innalzamento (default)	0.1[kN/m <sup>2</sup> ]
Metodo di calcolo della K verticale	Vesic
Metodo di calcolo della portanza e della pressione limite	Hansen
Dimensione massima della discretizzazione del palo (default)	2[m]
Moltiplicatore coesione per pressione orizzontale limite nei pali	1
Moltiplicatore spinta passiva per pressione orizzontale pali	1
K punta palo (default)	40000[kN/m <sup>3</sup> ]
Pressione limite punta palo (default)	1000[kN/m <sup>2</sup> ]
Pressione per verifica schiacciamento fondazioni superficiali	600[kN/m <sup>2</sup> ]
Calcola cedimenti fondazioni superficiali	no
Spessore massimo strato	1[m]
Profondità massima	30[m]
Cedimento assoluto ammissibile	0.05[m]
Cedimento differenziale ammissibile	0.05[m]
Cedimento relativo ammissibile	0.05[m]
Rapporto di inflessione F/L ammissibile	0.003333
Rotazione rigida ammissibile	0.191[deg]
Rotazione assoluta ammissibile	0.191[deg]
Distorsione positiva ammissibile	0.191[deg]
Distorsione negativa ammissibile	0.095[deg]
Considera fondazioni compensate	no
Coefficiente di riduzione della a Max attesa	1
Condizione per la valutazione della spinta su pareti	Lungo termine
Considera l'azione sismica del terreno anche su pareti sotto lo zero sismico	no
Calcola cedimenti teorici pali	no
Considera accorciamento del palo	si
Distanza influenza cedimento palo	10[m]
Distribuzione attrito laterale	Attrito laterale uniforme
Ripartizione del carico	Ripartizione come da modello FEM
Scelta terreno laterale	Media pesata degli strati coinvolti
Scelta terreno punta	Media pesata degli strati coinvolti
Cedimento assoluto ammissibile	0.05[m]
Cedimento medio ammissibile	0.05[m]
Cedimento differenziale ammissibile	0.05[m]

Rotazione rigida ammissibile	0.191[deg]
Trascura la coesione efficace in verifica allo scorrimento	si
Considera inclinazione spinta del terreno contro pareti	no
Esegui verifica a liquefazione	no
Metodo di verifica liquefazione	Seed-Idriss (1982)
Coeff. di sicurezza minimo a liquefazione	1.3
Magnitudo scaling factor per liquefazione	1

**2.1.8 Preferenze progetto muratura**

Forza minima aggancio al piano (default)	0[kN/m]
Denominatore per momento ortogonale (default)	8
Minima resistenza trazione travi (default)	300[kN]
Angolo cuneo verifica ribaltamento (default)	30[deg]
Considera $d = 0.8 * h$ nei maschi senza fibre compresse	No
Verifica pressoflessione deviata	No
Considera effetto piastra in presenza di irrigidimenti	Si
N = 0 per verifica fessurazione diagonale elementi esistenti in D.M. 17-01-2018	No
Resistenza a pressoflessione FRCM	Secondo CNR-DT 215
Considera rinforzi FRP/FRCM anche per combinazioni non sismiche	No

**2.2.3 Condizioni elementari di carico**

*Descrizione: nome assegnato alla condizione elementare.*

*Nome breve: nome breve assegnato alla condizione elementare.*

*Durata: descrive la durata della condizione (necessario per strutture in legno).*

*$\psi_0$ : coefficiente moltiplicatore  $\psi_0$ . Il valore è adimensionale.*

*$\psi_1$ : coefficiente moltiplicatore  $\psi_1$ . Il valore è adimensionale.*

*$\psi_2$ : coefficiente moltiplicatore  $\psi_2$ . Il valore è adimensionale.*

*Con segno: descrive se la condizione elementare ha la possibilità di variare di segno.*

Descrizione	Nome breve	Durata	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	Con segno
Pesi strutturali	Pesi	Permanente				
Permanenti portati	Port.	Permanente				
$\Delta T$	$\Delta T$	Media	0.6	0.5	0	No

**2.2.4 Combinazioni di carico**

*Nome: E' il nome esteso che contraddistingue la condizione elementare di carico.*

*Nome breve: E' il nome compatto della condizione elementare di carico, che viene utilizzato altrove nella relazione.*

*Pesi: Pesi strutturali*

*Port.: Permanenti portati*

*$\Delta T$ :  $\Delta T$*

**Famiglia SLU**

Il nome compatto della famiglia è SLU.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	$\Delta T$
1	SLU 1	1	0.8	0
2	SLU 2	1	1.5	0
3	SLU 3	1.3	0.8	0
4	SLU 4	1.3	1.5	0

**Famiglia SLE rara**

Il nome compatto della famiglia è SLE RA.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	$\Delta T$
1	SLE RA 1	1	1	0

**Famiglia SLE frequente**

Il nome compatto della famiglia è SLE FR.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	$\Delta T$
1	SLE FR 1	1	1	0

**Famiglia SLE quasi permanente**

Il nome compatto della famiglia è SLE QP.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	$\Delta T$
1	SLE QP 1	1	1	0

### 2.2.5 Definizioni di carichi concentrati

*Nome: nome identificativo della definizione di carico.*

*Valori: valori associati alle condizioni di carico.*

*Condizione: condizione di carico a cui sono associati i valori.*

*Descrizione: nome assegnato alla condizione elementare.*

*Fx: componente X del carico concentrato. [kN]*

*Fy: componente Y del carico concentrato. [kN]*

*Fz: componente Z del carico concentrato. [kN]*

*Mx: componente di momento della coppia concentrata attorno all'asse X. [kN\*m]*

*My: componente di momento della coppia concentrata attorno all'asse Y. [kN\*m]*

*Mz: componente di momento della coppia concentrata attorno all'asse Z. [kN\*m]*

Nome	Valori						
	Condizione	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
	Descrizione						
SPINTA	Pesi strutturali	2716	0	0	0	0	0
	Permanenti portati	0	0	0	0	0	0

### 2.2.6 Definizioni di carichi potenziali

*Nome: nome identificativo della definizione di carico.*

*Valori: valori associati alle condizioni di carico.*

*Condizione: condizione di carico a cui sono associati i valori.*

*Descrizione: nome assegnato alla condizione elementare.*

*Valore i.: valore del carico pressorio alla quota iniziale. [kN/m<sup>2</sup>]*

*Quota i.: quota assoluta in cui il carico pressorio assume il valore iniziale. [m]*

*Valore f.: valore del carico pressorio alla quota finale. [kN/m<sup>2</sup>]*

*Quota f.: quota assoluta in cui il carico pressorio assume il valore finale. [m]*

Nome	Valori				
	Condizione	Valore i.	Quota i.	Valore f.	Quota f.
	Descrizione				
RESISTENZA PASSIVA	Pesi strutturali	0	4	523.5	0
	Permanenti portati	0	4	0	0

### 2.3 Quote

#### 2.3.1 Livelli

*Descrizione breve: nome sintetico assegnato al livello.*

*Descrizione: nome assegnato al livello.*

*Quota: quota superiore espressa nel sistema di riferimento assoluto. [m]*

*Spessore: spessore del livello. [m]*

Descrizione breve	Descrizione	Quota	Spessore
L1	Dente	-1	0
L2	Fondazione	0	0,2
L3	H spinta	1.2	0
L4	Testa muro	4	0

#### 2.3.2 Tronchi

*Descrizione breve: nome sintetico assegnato al tronco.*

*Descrizione: nome assegnato al tronco.*

*Quota 1: riferimento della prima quota di definizione del tronco. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]*

*Quota 2: riferimento della seconda quota di definizione del tronco. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]*

Descrizione breve	Descrizione	Quota 1	Quota 2
T1	Dente - Fondazione	Dente	Fondazione
T2	Fondazione - Testa muro	Fondazione	Testa muro

### 2.5 Elementi di input

#### 2.5.1 Piastre C.A.

##### 2.5.1.1 Piastre C.A. di piano

*Livello: quota di inserimento espressa con notazione breve esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]*

*Sp.: spessore misurato in direzione ortogonale al piano medio dell'elemento. [m]*

*Punti: punti di definizione in pianta.*

*l.:* indice del punto corrente nell'insieme dei punti di definizione dell'elemento.

*X:* coordinata X. [m]

*Y:* coordinata Y. [m]

*Estr.:* distanza dalla quota di inserimento misurata in direzione ortogonale al piano della quota e con verso positivo verso l'alto. [m]

*Mat.:* riferimento ad una definizione di calcestruzzo.

*Car.sup.:* riferimento alla definizione di un carico superficiale. Accetta anche il valore "Nessuno".

*Car.pot.:* riferimento alla definizione di un carico potenziale. Accetta anche il valore "Nessuno".

*DeltaT:* riferimento alla definizione di una variazione termica. Accetta anche il valore "Nessuno".

*Sovr.:* aliquota di sovrarresistenza da assicurare in verifica.

*S.Z.:* indica se l'elemento deve essere verificato considerando il sisma verticale.

*P.sup.:* peso per unità di superficie. [kN/m<sup>2</sup>]

*Fond.:* riferimento alla fondazione sottostante l'elemento.

*Fori:* riferimenti a tutti gli elementi che forano la piastra.

Livello	Sp.	Punti			Estr.	Mat.	Car.sup.	Car.pot.	DeltaT	Sovr.	S.Z	P.sup.	Fond.	Fori	
		l.	X	Y											
L2	0.2	1	-3.505	36.275	0	C32/40_1				0	No	5			
		2	14.995	36.275											
		3	14.994	41.275											
		4	-3.505	41.275											

### 2.5.3 Pareti C.A.

*Tr.:* riferimento al tronco indicante la quota inferiore e superiore.

*Sp.:* spessore misurato in direzione ortogonale al piano medio dell'elemento. [m]

*P.i.:* posizione del punto di inserimento rispetto ad una sezione verticale, vista dal punto iniziale verso il punto finale.

*Punto i.:* punto iniziale in pianta.

*X:* coordinata X. [m]

*Y:* coordinata Y. [m]

*Punto f.:* punto finale in pianta.

*X:* coordinata X. [m]

*Y:* coordinata Y. [m]

*Mat.:* riferimento ad una definizione di calcestruzzo.

*Car.pot.:* riferimento alla definizione di un carico potenziale. Accetta anche il valore "Nessuno".

*DeltaT:* riferimento alla definizione di una variazione termica. Accetta anche il valore "Nessuno".

*Sovr.:* aliquota di sovrarresistenza da assicurare in verifica.

*S.Z.:* indica se l'elemento deve essere verificato considerando il sisma verticale.

*Aperture:* Riferimenti a tutti gli elementi che forano la parete.

Tr.	Sp.	P.i.	Punto i.		Punto f.		Mat.	Car.pot.	DeltaT	Sovr.	S.Z	Aperture
			X	Y	X	Y						
T1	1	Centro	14.494	41.275	14.496	36.275	C32/40_1	RESISTENZA PASSIVA		0	No	
T2	1	Centro	14.494	41.275	14.496	36.275	C32/40_1	RESISTENZA PASSIVA		0	No	

### 2.5.4 Carichi concentrati

#### 2.5.4.1 Carichi concentrati di piano

*Carico:* riferimento alla definizione di un carico concentrato.

*Liv.:* quota di inserimento espressa con notazione breve esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

*Punto:* punto di inserimento.

*X:* coordinata X. [m]

*Y:* coordinata Y. [m]

*Estradosso:* distanza dalla quota di inserimento misurata in direzione ortogonale al piano della quota e con verso positivo verso l'alto. [m]

Carico	Liv.	Punto		Estradosso
		X	Y	
SPINTA	L3	14.495	37.775	0
SPINTA	L3	14.495	39.775	0

### 3 Verifiche

#### 3.1 Verifiche pareti C.A.

Le unità di misura elencate nel capitolo sono in [m, kN] ove non espressamente specificato.

*Descrizione breve:* nome sintetico assegnato al livello.

Descrizione: nome assegnato al livello.  
Quota: quota superiore espressa nel sistema di riferimento assoluto. [m]  
Spessore: spessore del livello. [m]  
Descrizione: descrizione della sezione di verifica.  
Dir.: direzione della sezione di verifica.  
Base: base della sezione. [m]  
Altezza: altezza della sezione. [m]  
As,sup: area di acciaio efficace superiore. [m]  
As,inf: area di acciaio efficace inferiore. [m]  
c,sup: copriferro medio superiore. [m]  
c,inf: copriferro medio inferiore. [m]  
Comb.: combinazione di verifica.  
MEd: momento agente. [kN\*m]  
NEd: sforzo normale agente, positivo se di trazione. [kN]  
MRd: momento resistente. [kN\*m]  
NRd: sforzo normale resistente, positivo se di trazione. [kN]  
c.s.: coefficiente di sicurezza.  
Verifica: stato di verifica.  
d: altezza utile. [m]  
bw: minima larghezza anima. [m]  
Armatura a taglio: necessità di armatura a taglio.  
Asw/s: rapporto tra l'area dell'armatura trasversale e l'interasse tra due armature consecutive.  
VEd: taglio agente. [kN]  
Vrd,c: resistenza di calcolo a taglio per elementi privi di armature trasversali. [kN]  
Vrcd: valore resistente di calcolo a taglio compressione del calcestruzzo d'anima. [kN]  
Vrsd: valore resistente di calcolo a taglio trazione dell'armatura trasversale. [kN]  
VRd: resistenza a taglio. [kN]  
cotg(θ): cotangente dell'angolo dei puntoni rispetto all'asse.  
Asl: area armatura longitudinale. [m<sup>2</sup>]  
Sezione fessurata: sezione fessurata.  
σc: tensione del calcestruzzo. [kN/m<sup>2</sup>]  
σc limite: tensione limite del calcestruzzo. [kN/m<sup>2</sup>]  
Es/Ec: coefficiente di omogenizzazione.  
σf: tensione dell'armatura. [kN/m<sup>2</sup>]  
σf limite: tensione limite dell'armatura. [kN/m<sup>2</sup>]

Parete Dente - Testa muro

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40\_1 Rck 40000

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
193 Prosp.A	Orizzontale	1	1	0.1006	0.2577	0.078	0.0792
192 Prosp.A	Orizzontale	1	1	0.1006	0.2577	0.078	0.0792
193 Prosp.A	Verticale	1	1	0.2026	0.234	0.0589	0.059
192 Prosp.A	Verticale	1	1	0.2026	0.234	0.0589	0.059
199 Prosp.A	Verticale	1	1	0.077	0.1084	0.057	0.0579
194 Prosp.A	Orizzontale	1	1	0.1006	0.2577	0.078	0.0792

Verifiche a flessione SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
193 Prosp.A	Orizzontale	SLU 3	-925.1586	-105.45	-948.9936	-108.16	1.0258	Si
192 Prosp.A	Orizzontale	SLU 3	-923.7543	-105.53	-949.1179	-108.43	1.0275	Si
193 Prosp.A	Verticale	SLU 3	-662.186	5.17	-835.5597	6.52	1.2618	Si
192 Prosp.A	Verticale	SLU 3	-661.5619	4.5	-835.9535	5.69	1.2636	Si
199 Prosp.A	Verticale	SLU 3	-291.4935	3	-395.6941	4.07	1.3575	Si

Verifiche a taglio SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Com b.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
193 Prosp.A	Orizzontale	0.921	1	Necessaria	0.2	SLU 3	-1222.54	-105.45	-925.1586	355.12	2703.11	1615.77	1615.77	2.5	0.0025769	1.3217	Si

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Com b.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
192 Prosp.A	Orizzontale	0.921	1	Necessaria	0.2	SLU 3	-1220.34	-105.53	923.7543	355.13	2703.12	1615.77	1615.77	2.5	0.0025769	1.324	Si
193 Prosp.A	Verticale	0.941	1	Necessaria	0.2	SLU 3	1022.07	5.17	-662.186	335.12	2747.03	1690.27	1690.27	2.5	0.0023405	1.6538	Si
192 Prosp.A	Verticale	0.941	1	Necessaria	0.2	SLU 3	-1021.32	4.5	-661.5619	335.12	2747.03	1690.27	1690.27	2.5	0.0023405	1.655	Si
200 Prosp.A	Orizzontale	0.922	1	Necessaria	0.2	SLU 3	663.18	-74.91	-195.6819	340.32	2702.32	1617.91	1617.91	2.5	0.0010053	2.4396	Si

**Verifiche SLE tensione calcestruzzo D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.1**

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σc	σc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
193 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 1	-711.6605	-81.11	Si	-7010	14940	15	2.1312	Si
192 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 1	-710.5802	-81.18	Si	-7000	14940	15	2.1344	Si
193 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 1	-711.6605	-81.11	Si	-7010	19920	15	2.8416	Si
192 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 1	-710.5802	-81.18	Si	-7000	19920	15	2.8459	Si
194 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 1	-492.7037	-61.91	No	-2767	14940	15	5.3987	Si

**Verifiche SLE tensione acciaio D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.2**

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σf	σf limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
193 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 1	-711.6605	-81.11	Si	312258	360000	15	1.1529	Si
192 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 1	-710.5802	-81.18	Si	311750	360000	15	1.1548	Si
193 Prosp.A	Verticale	SLE RA 1	-509.3738	3.98	No	35133	360000	15	10.2469	Si
192 Prosp.A	Verticale	SLE RA 1	-508.8938	3.46	No	35092	360000	15	10.2586	Si
194 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 1	-492.7037	-61.91	No	32028	360000	15	11.2402	Si

**Verifiche SLE fessurazione D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.4**

Descrizione	Dir.	Comb.	Fessurazione non valutabile	MEd	NEd	Sezione fessurata	esm	Δmax	Wd	Wlim	Es/Ec	c.s.	Verifica
193 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 1		-711.6605	-81.11	Si	0.00096	0.468	0.00045	0.0002	15	0.4441	No
192 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 1		-710.5802	-81.18	Si	0.00096	0.468	0.000449	0.0002	15	0.4452	No
193 Prosp.A	Orizzontale	SLE FR 1		-711.6605	-81.11	Si	0.00096	0.468	0.00045	0.0003	15	0.6661	No
192 Prosp.A	Orizzontale	SLE FR 1		-710.5802	-81.18	Si	0.00096	0.468	0.000449	0.0003	15	0.6678	No

**3.2 Verifiche piastre C.A.**

Le unità di misura elencate nel capitolo sono in [m, kN] ove non espressamente specificato.

*Nodo: indice del nodo di verifica.*

*Dir.: direzione della sezione di verifica.*

*B: base della sezione rettangolare di verifica. [m]*

*H: altezza della sezione rettangolare di verifica. [m]*

*A. sup.: area barre armatura superiori. [m<sup>2</sup>]*

*C. sup.: distanza media delle barre superiori dal bordo superiore della sezione. [m]*

*A. inf.: area barre armatura inferiori. [m<sup>2</sup>]*

*C. inf.: distanza media delle barre inferiori dal bordo inferiore della sezione. [m]*

*Comb.: combinazione di verifica.*

*M: momento flettente. [kN\*m]*

*N: sforzo normale. [kN]*

*Mu: momento flettente ultimo. [kN\*m]*

*Nu: sforzo normale ultimo. [kN]*

*c.s.: coefficiente di sicurezza.*

*Verifica: stato di verifica.*

*A. st.: area staffe su interasse. [m]*

*A. sag.: area sagomati su interasse. [m]*

*Ved: taglio agente. [kN]*

*Vrd: taglio resistente. [kN]*

*Vrdc: resistenza di calcolo a taglio per elementi privi di armature trasversali. [kN]*

*Vrsd: resistenza di calcolo a taglio trazione. [kN]*

*Vrcd: resistenza di calcolo a taglio compressione. [kN]*

*cotgθ: cotangente dell'inclinazione dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse dell'elemento.*

*Asl: area longitudinale tesa nella combinazione di verifica di Ved. [m<sup>2</sup>]*

*σc: tensione nel calcestruzzo. [kN/m<sup>2</sup>]*

*σf: tensione limite. [kN/m<sup>2</sup>]*

*Es/Ec: coefficiente di omogenizzazione.*

*σf: tensione nell'acciaio d'armatura. [kN/m<sup>2</sup>]*

Platea a "Fondazione"

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40\_1 Rck 40000

Sistema di riferimento e direzioni di armatura

Le coordinate citate nel seguito sono espresse in un sistema di riferimento cartesiano con origine in (-3.505; 36.275; 0), direzione dell'asse X = (0.01; 0; 0), direzione dell'asse Y = (0; 0.01; 0).

Le direzioni X/Y di armatura e le sezioni X/Y di verifica sono individuate dagli assi del sistema di riferimento.

Verifiche nei nodi

Verifiche SLU flessione nei nodi

Piastra di fondazione con comportamento non dissipativo pertanto la verifica a pressoflessione, per le combinazioni SLV, viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D.M. 17-01-2018 §7.4.1

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
30	Y	0.5	0.2	0.000385	0.057	0.000385	0.057	SLU 3	-7.7681	0	-23.2842	0	2.9974	Si
180	Y	0.5	0.2	0.000385	0.057	0.000385	0.057	SLU 3	-7.7165	0	-23.2842	0	3.0174	Si
55	Y	1	0.2	0.00077	0.057	0.00077	0.057	SLU 3	-14.6483	0	-48.1751	0	3.2888	Si
155	Y	1	0.2	0.00077	0.057	0.00077	0.057	SLU 3	-14.5691	0	-48.1751	0	3.3067	Si
29	Y	0.5	0.2	0.000385	0.057	0.000385	0.057	SLU 3	-6.9703	0	-23.2842	0	3.3405	Si

Verifiche SLU taglio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	A. st.	A. sag.	Comb.	Ved	N	Vrd	Vrdc	Vrsd	Vrcd	cotgθ	Asl	c.s.	Verifica
81	Y	1	0.2	0.00077	0.057	0.00077	0.057	0	0	SLU 3	89.58	0	89.73	89.73	0	417.46	2.5	0.0007697	1.0016	Si
132	Y	1	0.2	0.00077	0.057	0.00077	0.057	0	0	SLU 3	89.53	0	89.73	89.73	0	417.46	2.5	0.0007697	1.0022	Si
31	Y	0.5	0.2	0.000385	0.057	0.000385	0.057	0	0	SLU 3	44.44	0	44.86	44.86	0	208.73	2.5	0.0003848	1.0094	Si
181	Y	0.5	0.2	0.000385	0.057	0.000385	0.057	0	0	SLU 3	44.39	0	44.86	44.86	0	208.73	2.5	0.0003848	1.0106	Si
56	Y	1	0.2	0.00077	0.057	0.00077	0.057	0	0	SLU 3	87.41	0	89.73	89.73	0	417.46	2.5	0.0007697	1.0265	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σc	σlim	Es/Ec	Verifica
30	Y	0.5	0.2	0.000385	0.057	0.000385	0.057	SLE QP 1	-5.9755	0	-1685	14940	15	Si
180	Y	0.5	0.2	0.000385	0.057	0.000385	0.057	SLE QP 1	-5.9358	0	-1674	14940	15	Si
55	Y	1	0.2	0.00077	0.057	0.00077	0.057	SLE QP 1	-11.2679	0	-1588	14940	15	Si
155	Y	1	0.2	0.00077	0.057	0.00077	0.057	SLE QP 1	-11.207	0	-1580	14940	15	Si
106	Y	1	0.2	0.00077	0.057	0.00077	0.057	SLE QP 1	-11.0033	0	-1551	14940	15	Si

Verifiche SLE tensione acciaio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σf	σlim	Es/Ec	Verifica
30	Y	0.5	0.2	0.000385	0.057	0.000385	0.057	SLE RA 1	-5.9755	0	10867	360000	15	Si
180	Y	0.5	0.2	0.000385	0.057	0.000385	0.057	SLE RA 1	-5.9358	0	10794	360000	15	Si
55	Y	1	0.2	0.00077	0.057	0.00077	0.057	SLE RA 1	-11.2679	0	10246	360000	15	Si
155	Y	1	0.2	0.00077	0.057	0.00077	0.057	SLE RA 1	-11.207	0	10190	360000	15	Si
106	Y	1	0.2	0.00077	0.057	0.00077	0.057	SLE RA 1	-11.0033	0	10005	360000	15	Si

Verifiche SLE fessurazione nei nodi

La piastra non presenta nodi con apertura delle fessure.