



Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili

PROVVEDITORATO INTERREGIONALE PER LE OPERE PUBBLICHE PER LA CAMPANIA,
IL MOLISE, LA PUGLIA E LA BASILICATA
SEDE DI POTENZA

INTERVENTO DI ADEGUAMENTO SISMICO ED ENERGETICO
DELLA CASERMA DEI CARABINIERI FORESTALI DI RIONERO IN
VULTURE (PZ) VIA GALLIANO n. 24. CUP: D63J19000130001

COMMITTENTE

Provveditorato Interregionale OOPP per la Campania, il
Molise, la Puglia e la Basilicata

RUP

dott. Lorenzo LAROCCA

PROGETTISTA

Ing. Silvio Spena

GRUPPO DI LAVORO

Ing. Mariangela Spena
Ing. Adolfo Valerio Spena
Ing. Rocco Capasso
Ing. Angelo De Cristofaro
Ing. Aniello Greco
Arch. Rocco Ripoli

EMISSIONE

PROGETTO ESECUTIVO
STRUTTURE

TITOLO

Relazione Geotecnica

REV.	DATA	FILE	OGGETTO	AUT.	APPR.
a					
b					
c					
d					
e					

ELABORATO N.

PE.ST.RG

DATA:
APRILE 2021

SCALA:

FILE:

J.N.

AUTORE

APPROVATO

**Provveditorato Interregionale alle OO PP per la
Campania, Molise, Puglia, e Basilicata**

**INTERVENTO DI ADEGUAMENTO DELLA CASERMA DEI CARABINIERI
FORESTALI DI RIONERO IN VULTURE**

FONDAZIONI e GEOTECNICA

In conformità al paragrafo 10.1 del D.M. 17.01.2018 e relativa CIRCOLARE applicativa

Progetto eseguito con l'ausilio del software di calcolo DOLMEN



INDICE

- 1 - NODI VINCOLATI Corpo A e B
- 2 - ASTE ALLA WINKLER Corpo A e B
- 3 - VERIFICHE GEOTECNICHE Corpo A e B



CDM Dolmen Srl

La presente relazione contiene i dettagli sulla modellazione delle fondazioni. In particolare vengono evidenziate le tipologie strutturali adottate.

1 - Nodi vincolati Corpo A

La fondazione della struttura è stata realizzata grazie ai seguenti vincoli puntuali

BLOCCO ORIZZONTALE



Sch	Descrizione	Sx [daN/cm]	Sy [daN/cm]	Sz [daN/cm]	Rx [daNcm]	Ry [daNcm]	Rz [daNcm]
2	Blocco orizzontale	infinito	infinito	-	-	-	-

Dove S sono le rigidezze traslazionali nelle direzioni x, y, z e R sono le rigidezze rotazionali attorno agli assi x, y, z. Sch è il numero di scheda vincolo del modello tridimensionale.

Questo vincolo è stato applicato ai nodi:

N5856 N5860 N5864 N5866 N5868 N5872 N5783 N5879 N5883 N5887 N5891 N5895 N5899 N5900 N5901
N5902 N5903 N5904 N5905 N5906 N5907 N5908 N5909 N5910 N5911 N5912 N5913 N5914 N5915 N5916
N5917 N5918 N5919

2 - Aste alla Winkler Corpo A

La fondazione della struttura è stata realizzata grazie alle seguenti travi alla Winkler.

Aste caratterizzate da una sezione rettangolare, con:

Base = 70 cm Altezza = 20 cm

Il coefficiente di Winkler assegnato a questi elementi vale 5 daN/cm³

Queste caratteristiche sono state applicate alle aste:

A12143 A12144 A12145 A12146 A12147 A12148 A12149 A12150 A12152 A12153 A12154 A12155 A12156
A12157 A12158 A12159 A12160 A12161 A12162 A12163 A12164 A12165 A12166 A12167 A12168 A12169
A12170 A12172 A12173 A12174 A12175 A12176 A12177 A12178 A12179 A12180 A12181 A12182 A12171
A12183 A12151 A12184

La presente relazione contiene i dettagli sulla modellazione delle fondazioni. In particolare vengono evidenziate le tipologie strutturali adottate.

1 - Nodi vincolati Corpo B

Vista su un piano con evidenziati i nodi vincolati

Piano XY Z = 0 cm

Elenco dei casi di carico selezionati: 1 4 5

La fondazione della struttura è stata realizzata grazie ai seguenti vincoli puntuali

BLOCCO ORIZZONTALE





CDM Dolmen Srl

Sch	Descrizione	Sx [daN/cm]	Sy [daN/cm]	Sz [daN/cm]	Rx [daNcm]	Ry [daNcm]	Rz [daNcm]
2	Blocco orizzontale	infinito	infinito	-	-	-	-

Dove S sono le rigidzze traslazionali nelle direzioni x, y, z e R sono le rigidzze rotazionali attorno agli assi x, y, z. Sch è il numero di scheda vincolo del modello tridimensionale.

Questo vincolo è stato applicato ai nodi:

N6028 N6029 N6030 N6031 N6032 N6033 N6034 N6035 N6036 N6037 N6038 N6039 N6040 N6041 N6042
N6043 N6044 N6045 N6046

2 - Aste alla Winkler Corpo B

Vista su un piano con evidenziate le travi alla Winkler

Piano XY Z = 0 cm

Elenco dei casi di carico selezionati: 1 4 5

La fondazione della struttura è stata realizzata grazie alle seguenti travi alla Winkler.

Aste caratterizzate da una sezione rettangolare, con:

Base = 65 cm Altezza = 20 cm

Il coefficiente di Winkler assegnato a questi elementi vale 5 daN/cm³

Queste caratteristiche sono state applicate alle aste:

A12457 A12458 A12459 A12460 A12461 A12462 A12463 A12464 A12465 A12466 A12467 A12468 A12469
A12470 A12471 A12472 A12473 A12474

Verifiche Geotecniche. Corpo A

Segue il riassunto delle verifiche delle fondazioni analizzate.

Stato Limite Ultimo

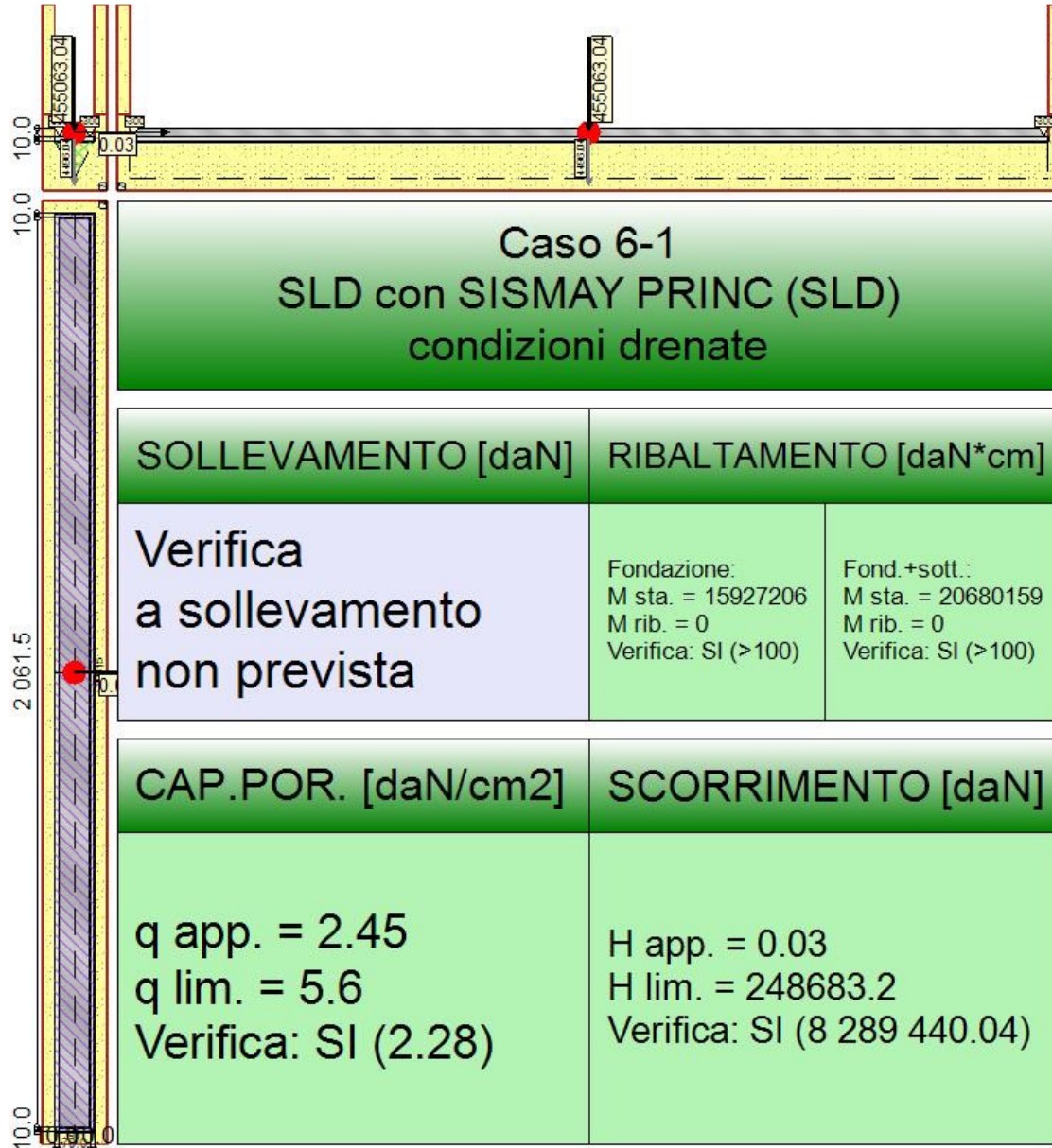
Fondazione	Cap.Portante	Scorrimento	Ribaltamento	Sollevamento	Verifica
c:\dolmen20\lavori\C-DEF2\pg_TRAVE_T01_ID085.ifo	2.28	1.00	1.00	1.00	SI
c:\dolmen20\lavori\C-DEF2\pg_TRAVE_T02_ID086.ifo	2.49	1.00	1.00	1.00	SI
c:\dolmen20\lavori\C-DEF2\pg_TRAVE_T03_ID087.ifo	2.41	1.00	1.00	1.00	SI
c:\dolmen20\lavori\C-DEF2\pg_TRAVE_T04_ID088.ifo	2.55	1.00	1.00	1.00	SI
c:\dolmen20\lavori\C-DEF2\pg_TRAVE_T05_ID089.ifo	2.69	1.00	1.00	1.00	SI
c:\dolmen20\lavori\C-DEF2\pg_TRAVE_T06_ID090.ifo	2.57	1.00	1.00	1.00	SI
c:\dolmen20\lavori\C-DEF2\pg_TRAVE_T07_ID091.ifo	2.35	1.00	1.00	1.00	SI
c:\dolmen20\lavori\C-DEF2\pg_TRAVE_T08_ID092.ifo	2.62	1.00	1.00	1.00	SI
c:\dolmen20\lavori\C-DEF2\pg_TRAVE_T09_ID093.ifo	2.59	1.00	1.00	1.00	SI
c:\dolmen20\lavori\C-DEF2\pg_TRAVE_T10_ID094.ifo	2.73	1.00	1.00	1.00	SI
c:\dolmen20\lavori\C-DEF2\pg_TRAVE_T11_ID095.ifo	2.70	1.00	1.00	1.00	SI
c:\dolmen20\lavori\C-DEF2\pg_TRAVE_T12_ID096.ifo	2.64	1.00	1.00	1.00	SI

Calcolo dettagliato

Segue la verifica in dettaglio per il caso più severo tra tutti quelli analizzati.



Valutazione della stabilità, capacità portante e resistenza a scorrimento di una fondazione superficiale (TRAVE_T01_ID085).



Rappresentazione della fondazione.



Descrizione dei Casi di calcolo e riassunto dei risultati.

Segue il riassunto dei Casi di calcolo analizzati. I dettagli di ciascun Caso (sollecitazioni, verifiche, ecc.) sono specificati nei paragrafi successivi.

Indici e nomi dei casi di carico			Elenco delle verifiche eseguite per ciascun caso				Sisma
Caso	Nome	Sestetti	Ver. dren.	Ver. non dren.	Ver. equ.	Ver. upl.	Coef. sism.
1	SLU SENZA SISMA (SLU Appr.2)	1-1	Si	No	Si	No	Non sismico
1-1 Caso 1-1 Nodo 5856							
2	SLU con SISMAX PRINC (SLU Appr.2)	2-1	Si	No	Si	No	$k_{h,x} = 0.08, k_{h,y} = 0.02$
2-1 Caso 4-10 Nodo 5899							
3	SLU con SISMAY PRINC (SLU Appr.2)	3-1	Si	No	Si	No	$k_{h,x} = 0.02, k_{h,y} = 0.08$
3-1 Caso 5-7 Nodo 5910							
4	SLUEqu (SLU EQU)	4-1	No	No	Si	No	Non sismico
4-1 Caso 8-1 Nodo 5856							
5	SLD con SISMAX PRINC (SLD)	5-1	Si	No	Si	No	$k_{h,x} = 0.02, k_{h,y} = 0.01$
5-1 Caso 6-10 Nodo 5899							
6	SLD con SISMAY PRINC (SLD)	6-1	Si	No	Si	No	$k_{h,x} = 0.01, k_{h,y} = 0.02$
6-1 Caso 7-7 Nodo 5910							

La seguente tabella elenca i coefficienti di sicurezza parziali, applicati alle caratteristiche meccaniche del terreno, alla capacità portante, alla resistenza a scorrimento e del terreno, per ciascun Caso di calcolo.

Caso	$\gamma_{G1,fav}$	$\gamma_{G1,sfa}$	$\gamma_{G2,fav}$	$\gamma_{G2,sfa}$	$\gamma_{Q1,fav}$	$\gamma_{Q1,sfa}$
1	1.00	1.30	0.80	1.50	0.00	1.50
2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	0.90	1.10	0.80	1.50	0.00	1.50
5	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-

Caso	γ_y	γ_ϕ	γ_c	$\gamma_{R,v}$	$\gamma_{R,h}$	$\gamma_{R,e}$	$\gamma_{R,eq}$	$\gamma_{R,upl}$
1	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10	1.00	1.00	1.00
2	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
3	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
4	1.00	1.25	1.25	-	-	-	1.00	1.00
5	-	-	-	2.30	1.10	1.30	-	-
6	-	-	-	2.30	1.10	1.30	-	-

Segue la tabella riassuntiva di tutte le verifiche a **ribaltamento**.

Caso	Fondazione		Verifica	Fondazione e Sottofondo		Verifica
	R_d [daN*cm]	E_d [daN*cm]		R_d [daN*cm]	E_d [daN*cm]	
1-1	458090360	0	SI (458090360/0 = 1.00 >= 1.0)	468617630	0	SI (468617630/0 = 1.00 >= 1.0)
2-1	394808970	0	SI (394808970/0 = 1.00 >= 1.0)	403318530	0	SI (403318530/0 = 1.00 >= 1.0)
3-1	452550090	0	SI (452550090/0 = 1.00 >= 1.0)	461619830	0	SI (461619830/0 = 1.00 >= 1.0)
4-1	333161430	0	SI (333161430/0 = 1.00 >= 1.0)	340604980	0	SI (340604980/0 = 1.00 >= 1.0)
5-1	13919690	0	SI (13919690/0 > 100)	18099070	0	SI (18099070/0 > 100)
6-1	15927210	0	SI (15927210/0 > 100)	20680160	0	SI (20680160/0 > 100)



Segue la tabella riassuntiva di tutte le verifiche di **capacità portante**, i dettagli sono riportati nei paragrafi successivi.

Caso	Cond. drenate			Cond. non drenate		
	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica
1-1	450269.2	1101465.4	SI (1101465.4/450269.2 = 2.45 >= 1.0)			Verifica non richiesta.
2-1	387526.8	1168991.3	SI (1168991.3/387526.8 = 3.02 >= 1.0)			Verifica non richiesta.
3-1	443545.4	1168991.3	SI (1168991.3/443545.4 = 2.64 >= 1.0)			Verifica non richiesta.
5-1	402201.5	1049753.9	SI (1049753.9/402201.5 = 2.61 >= 1.0)			Verifica non richiesta.
6-1	459559.1	1049753.9	SI (1049753.9/459559.1 = 2.28 >= 1.0)			Verifica non richiesta.

Segue la tabella riassuntiva di tutte le verifiche di **resistenza a scorrimento**, i dettagli sono riportati nei paragrafi successivi.

Caso	Cond. drenate			Cond. non drenate		
	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica
1-1	0	188706.3	SI (188706.3/0 = 1.00 >= 1.0)			Verifica non richiesta.
2-1	0	162411.2	SI (162411.2/0 = 1.00 >= 1.0)			Verifica non richiesta.
3-1	0	185888.4	SI (185888.4/0 = 1.00 >= 1.0)			Verifica non richiesta.
5-1	0	224644.8	SI (224644.8/0 = 7 488 161.47 >= 1.0)			Verifica non richiesta.
6-1	0	248683.2	SI (248683.2/0 = 8 289 440.04 >= 1.0)			Verifica non richiesta.

Descrizione del metodo di calcolo.

Il calcolo della capacità portante viene eseguito secondo la formula trinomia, considerando separatamente i contributi dovuti alla coesione, al sovraccarico laterale ed al peso del terreno. A favore di sicurezza, si pone uguale a zero il valore del sovraccarico laterale (carichi e infossamento).

Per le verifiche in condizioni drenate, si utilizzano i coefficienti di capacità portante N_q (Prandtl, 1921), N_c (Reissner, 1924), N_γ (Vesic, 1973), i coefficienti correttivi dovuti alla forma della fondazione (s , Meyerhof, 1951 e 1963), all'approfondimento (d , Brinch Hansen, 1970), all'inclinazione del carico (i , Vesic, 1973), all'inclinazione del piano di posa (b , Vesic, 1973), all'inclinazione del piano campagna (g , Vesic, 1973), e all'azione sismica (h - Maugeri e Novità, 2004).

Nel caso di terreno eterogeneo (litologie differenti, presenza di falda), i parametri meccanici utilizzati nel calcolo sono ottenuti come media ponderata dei valori rinvenuti all'interno del cuneo di rottura.

La resistenza a scorrimento, viene ottenuta sommando i contributi del carico normale al piano di posa moltiplicato per il coefficiente d'attrito, e dell'area del piano di posa (eventualmente ridotta per carico verticale eccentrico) per l'adesione fondazione-terreno. In condizioni drenate, l'attrito fondazione terreno è assunto pari all'angolo di resistenza al taglio del terreno moltiplicato per il coefficiente 0.75, l'adesione fondazione terreno è trascurata (assunta pari a 0). Si considera il contributo della pressione del terreno a lato della fondazione. La resistenza laterale del terreno è assunta pari alla resistenza passiva disponibile moltiplicata per 0.50.

Descrizione della fondazione.

La fondazione ha piano di posa rettangolare, con lato X di 90 [cm], lato Y di 2081.5 [cm], e centro alla quota $z = -310$ [cm]. Il piano di posa è orizzontale.

Descrizione del terreno.

La stratigrafia è eterogenea, presenta 2 strati							
n.	nome	z_i [cm]	z_f [cm]	γ_d [daN/cm ³]	γ_t [daN/cm ³]	c' [daN/cm ²]	ϕ' [°]
1	Materiale di riposrto superficiale	0	-250	0.0016	0.00215	0.05	28
2	Piroclastiti	-250	-550	0.00168	0.00215	0.2	33

La stratigrafia non contiene una falda

Verifiche in condizioni drenate.

Sollecitazioni al piano di posa.

Si riportano di seguito le componenti della sollecitazione applicata e la distanza del punto di applicazione dal centro del piano di posa della fondazione.

Rispetto al sistema di rif. globale:									
Caso	Fx [daN]	Fy [daN]	Fz [daN]	Mx [daN*cm]	My [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]	
1-1	0	0	-450269.18	0	0	0	0	20	
2-1	0	0	-387526.83	0	0	0	0	20	
3-1	0	0	-443545.38	0	0	0	0	20	
5-1	0.03	0	-402201.53	0	0	0	0	20	
6-1	0.03	0	-459559.08	0	0	0	0	20	
Rispetto al sistema di rif. locale (centro piano di posa):									
Caso	Hx [daN]	Hy [daN]	Vz [daN]	Mx [daN*cm]	My [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]	
1-1	0	0	-450269.18	0	0	-	-	-	
2-1	0	0	-387526.83	0	0	-	-	-	
3-1	0	0	-443545.38	0	0	-	-	-	
5-1	0.03	0	-402201.53	0	0	-	-	-	
6-1	0.03	0	-459559.08	0	0	-	-	-	

Le sollecitazioni applicate provocano un' eccentricità lungo X (max = 0 [cm]), perciò le verifiche vengono eseguite sulla fondazione ridotta rettangolare.

Caso	ecc. X [cm]	ecc. Y [cm]	Asse B	Asse L
1-1	0	0	asse X	asse Y
2-1	0	0	asse X	asse Y
3-1	0	0	asse X	asse Y
5-1	0	0	asse X	asse Y
6-1	0	0	asse X	asse Y

Capacità portante.

Le seguenti tabelle elencano il valore dell'angolo di resistenza al taglio, del peso di volume alleggerito, della coesione efficace, del sovraccarico alleggerito, e dei fattori e coefficienti introdotti nel calcolo della capacità portante.

Caso	γ_e	γ_y	φ [°]	γ' [daN/cm ³]	N_y	s_y	d_y	i_{by}	i_{ly}	b_y	g_y	h_y	$q'_{lim,y}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	1.00	33	0.00168	35.19	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	2.7
2-1	-	-	33	0.00168	35.19	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.71	1.91
3-1	-	-	33	0.00168	35.19	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.71	1.91
5-1	-	-	33	0.00168	35.19	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.92	2.48
6-1	-	-	33	0.00168	35.19	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.92	2.48

Caso	γ_c	c' [daN/cm ²]	N_c	s_c	d_c	i_{bc}	i_{lc}	b_c	g_c	h_c	$q'_{lim,c}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	0.2	38.64	1.03	1.36	1.00	1.00	1.00	1.00	-	10.82
2-1	-	0.2	38.64	1.03	1.36	1.00	1.00	1.00	1.00	0.86	9.32
3-1	-	0.2	38.64	1.03	1.36	1.00	1.00	1.00	1.00	0.86	9.32
5-1	-	0.2	38.64	1.03	1.36	1.00	1.00	1.00	1.00	0.96	10.41
6-1	-	0.2	38.64	1.03	1.36	1.00	1.00	1.00	1.00	0.96	10.41

Caso	q' [daN/cm ²]	N_g	s_g	d_g	i_{bg}	i_{lg}	b_g	g_g	h_g	$q'_{lim,g}$ [daN/cm ²]
1-1	0 (trascurato)	26.09	1.01	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	-	0
2-1	0 (trascurato)	26.09	1.01	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	0.82	0
3-1	0 (trascurato)	26.09	1.01	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	0.82	0
5-1	0 (trascurato)	26.09	1.01	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	0.95	0
6-1	0 (trascurato)	26.09	1.01	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	0.95	0



Segue il confronto fra la pressione limite ed applicata.

Caso	$\gamma_{R,v}$	q'_{lim} [daN/cm ²]	A [cm ²]	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	2.30	5.88	187334.99	1101465.4	450269.2	SI (1101465.4/450269.2 = 2.45 >= 1.0)
2-1	1.80	6.24	187334.99	1168991.3	387526.8	SI (1168991.3/387526.8 = 3.02 >= 1.0)
3-1	1.80	6.24	187334.99	1168991.3	443545.4	SI (1168991.3/443545.4 = 2.64 >= 1.0)
5-1	2.30	5.6	187334.99	1049753.9	402201.5	SI (1049753.9/402201.5 = 2.61 >= 1.0)
6-1	2.30	5.6	187334.99	1049753.9	459559.1	SI (1049753.9/459559.1 = 2.28 >= 1.0)

Scorrimento.

Le seguenti tabelle elencano il valore dell'angolo di resistenza al taglio, della coesione efficace, dell'attrito e dell'aderenza fondazione-terreno, e della resistenza disponibile sul piano di posa e sulle pareti laterali.

Caso	γ_ϕ	γ_c	ϕ [°]	c' [daN/cm ²]	δ [°]	a [daN/cm ²]	$\gamma_{R,h}$	$\gamma_{R,e}$	R_h [daN]	R_e [daN]
1-1	1.00	1.00	33	0.2	24.7	0	1.10	1.00	188706.31	0
2-1	-	-	33	0.2	24.7	0	1.10	1.30	162411.2	0
3-1	-	-	33	0.2	24.7	0	1.10	1.30	185888.38	0
5-1	-	-	33	0.2	24.7	0	1.10	1.30	168561.31	56083.53
6-1	-	-	33	0.2	24.7	0	1.10	1.30	192599.67	56083.53

Segue il confronto fra la resistenza a scorrimento e l'azione applicata.

Caso	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	188706.3	0	SI (188706.3/0 = 1.00 >= 1.0)
2-1	162411.2	0	SI (162411.2/0 = 1.00 >= 1.0)
3-1	185888.4	0	SI (185888.4/0 = 1.00 >= 1.0)
5-1	224644.8	0	SI (224644.8/0 = 7 488 161.47 >= 1.0)
6-1	248683.2	0	SI (248683.2/0 = 8 289 440.04 >= 1.0)

Verifiche Geotecniche. Corpo B

Segue il riassunto delle verifiche delle fondazioni analizzate.

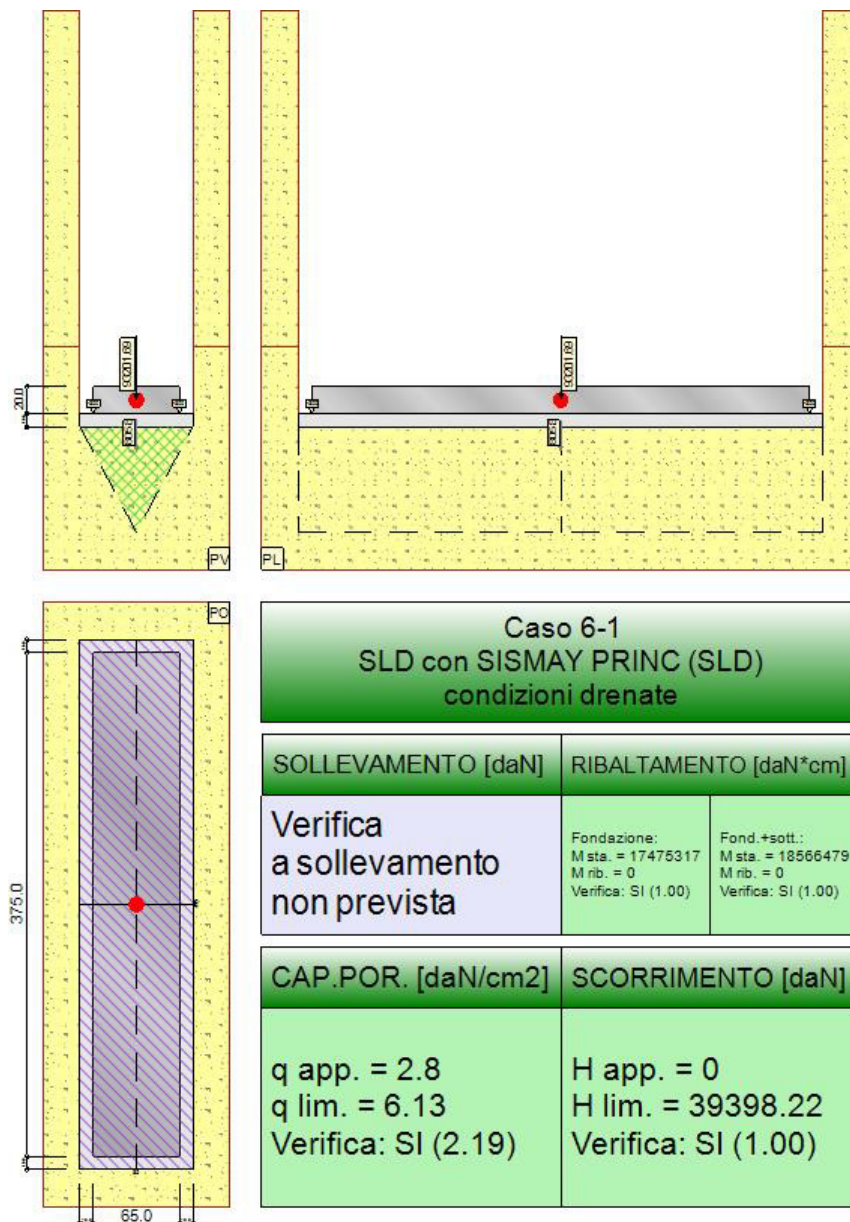
Stato Limite Ultimo

Fondazione	Cap.Portante	Scorrimento	Ribaltamento	Sollevamento	Verifica
c:\dolmen20\lavori\C-DEF4\pg_TRAVE_Tfb01_ID001.ifo	3.27	1.00	1.00	1.00	SI
c:\dolmen20\lavori\C-DEF4\pg_TRAVE_Tfb02_ID002.ifo	2.19	1.00	1.00	1.00	SI
c:\dolmen20\lavori\C-DEF4\pg_TRAVE_Tfb03_ID003.ifo	2.35	1.00	1.00	1.00	SI
c:\dolmen20\lavori\C-DEF4\pg_TRAVE_Tfb04_ID004.ifo	2.41	1.00	1.00	1.00	SI

Calcolo dettagliato

Segue la verifica in dettaglio per il caso più severo tra tutti quelli analizzati.

Valutazione della stabilità, capacità portante e resistenza a scorrimento di una fondazione superficiale (TRAVE_Tfb02_ID002).



Rappresentazione della fondazione.

Descrizione dei Casi di calcolo e riassunto dei risultati.

Segue il riassunto dei Casi di calcolo analizzati. I dettagli di ciascun Caso (sollecitazioni, verifiche, ecc.) sono specificati nei paragrafi successivi.



Indici e nomi dei casi di carico			Elenco delle verifiche eseguite per ciascun caso				Sisma
Caso	Nome	Sestetti	Ver. dren.	Ver. non dren.	Ver. equ.	Ver. upl.	Coef. sism.
1	SLU SENZA SISMA (SLU Appr.2)	1-1	Si	No	Si	No	Non sismico
1-1 Caso 1-1 Nodo 6043							
2	SLU con SISMAX PRINC (SLU Appr.2)	2-1	Si	No	Si	No	$k_{h,x}=0.08, k_{h,y}=0.02$
2-1 Caso 4-15 Nodo 6043							
3	SLU con SISMAX PRINC (SLU Appr.2)	3-1	Si	No	Si	No	$k_{h,x}=0.02, k_{h,y}=0.08$
3-1 Caso 5-12 Nodo 6043							
4	SLUEqu (SLU EQU)	4-1	No	No	Si	No	Non sismico
4-1 Caso 8-1 Nodo 6043							
5	SLD con SISMAX PRINC (SLD)	5-1	Si	No	Si	No	$k_{h,x}=0.02, k_{h,y}=0.01$
5-1 Caso 6-15 Nodo 6043							
6	SLD con SISMAX PRINC (SLD)	6-1	Si	No	Si	No	$k_{h,x}=0.01, k_{h,y}=0.02$
6-1 Caso 7-12 Nodo 6043							

La seguente tabella elenca i coefficienti di sicurezza parziali, applicati alle caratteristiche meccaniche del terreno, alla capacità portante, alla resistenza a scorrimento e del terreno, per ciascun Caso di calcolo.

Caso	$\gamma_{G1,fav}$	$\gamma_{G1,sfa}$	$\gamma_{G2,fav}$	$\gamma_{G2,sfa}$	$\gamma_{Q1,fav}$	$\gamma_{Q1,sfa}$
1	1.00	1.30	0.80	1.50	0.00	1.50
2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	0.90	1.10	0.80	1.50	0.00	1.50
5	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-

Caso	γ_r	γ_ϕ	γ_c	$\gamma_{R,v}$	$\gamma_{R,h}$	$\gamma_{R,e}$	$\gamma_{R,eq}$	$\gamma_{R,upl}$
1	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10	1.00	1.00	1.00
2	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
3	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
4	1.00	1.25	1.25	-	-	-	1.00	1.00
5	-	-	-	2.30	1.10	1.30	-	-
6	-	-	-	2.30	1.10	1.30	-	-

Segue la tabella riassuntiva di tutte le verifiche a **ribaltamento**.

Caso	Fondazione		Verifica	Fondazione e Sottofondo		Verifica
	R_d [daN*cm]	E_d [daN*cm]		R_d [daN*cm]	E_d [daN*cm]	
1-1	12345920	0	SI (12345920/0 = 1.00 >= 1.0)	13211250	0	SI (13211250/0 = 1.00 >= 1.0)
2-1	11430610	0	SI (11430610/0 = 1.00 >= 1.0)	12199380	0	SI (12199380/0 = 1.00 >= 1.0)
3-1	16389740	0	SI (16389740/0 = 1.00 >= 1.0)	17423010	0	SI (17423010/0 = 1.00 >= 1.0)
4-1	9263110	0	SI (9263110/0 = 1.00 >= 1.0)	9900370	0	SI (9900370/0 = 1.00 >= 1.0)
5-1	11841740	0	SI (11841740/0 = 1.00 >= 1.0)	12632450	0	SI (12632450/0 = 1.00 >= 1.0)
6-1	17475320	0	SI (17475320/0 = 1.00 >= 1.0)	18566480	0	SI (18566480/0 = 1.00 >= 1.0)

Segue la tabella riassuntiva di tutte le verifiche di **capacità portante**, i dettagli sono riportati nei paragrafi successivi.

Caso	Cond. drenate			Cond. non drenate		
	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica
1-1	66892.4	215807.7	SI (215807.7/66892.4 = 3.23 >= 1.0)	Verifica non richiesta.		
2-1	61769	229765.5	SI (229765.5/61769 = 3.72 >= 1.0)	Verifica non richiesta.		
3-1	88217.7	229765.5	SI (229765.5/88217.7 = 2.60 >= 1.0)	Verifica non richiesta.		
5-1	63961.7	205837.8	SI (205837.8/63961.7 = 3.22 >= 1.0)	Verifica non richiesta.		
6-1	94007.5	205837.8	SI (205837.8/94007.5 = 2.19 >= 1.0)	Verifica non richiesta.		

Segue la tabella riassuntiva di tutte le verifiche di **resistenza a scorrimento**, i dettagli sono riportati nei paragrafi successivi.

Caso	Cond. drenate			Cond. non drenate		
	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica
1-1	0	28034.4	SI (28034.4/0 = 1.00 >= 1.0)	Verifica non richiesta.		
2-1	0	25887.2	SI (25887.2/0 = 1.00 >= 1.0)	Verifica non richiesta.		
3-1	0	36971.8	SI (36971.8/0 = 1.00 >= 1.0)	Verifica non richiesta.		
5-1	0	26806.2	SI (26806.2/0 = 1.00 >= 1.0)	Verifica non richiesta.		



6-1	0	39398.2	SI (39398.2/0 = 1.00 >= 1.0)	Verifica non richiesta.
-----	---	---------	------------------------------	-------------------------

Descrizione del metodo di calcolo.

Il calcolo della capacità portante viene eseguito secondo la formula trinomia, considerando separatamente i contributi dovuti alla coesione, al sovraccarico laterale ed al peso del terreno. A favore di sicurezza, si pone uguale a zero il valore del sovraccarico laterale (carichi e infossamento).

Per le verifiche in condizioni drenate, si utilizzano i coefficienti di capacità portante N_q (Prandtl, 1921), N_c (Reissner, 1924), N_γ (Vesic, 1973), i coefficienti correttivi dovuti alla forma della fondazione (s , Meyerhof, 1951 e 1963), all'approfondimento (d , Brinch Hansen, 1970), all'inclinazione del carico (i , Vesic, 1973), all'inclinazione del piano di posa (b , Vesic, 1973), all'inclinazione del piano campagna (g , Vesic, 1973), e all'azione sismica (h - Maugeri e Novità, 2004).

Nel caso di terreno eterogeneo (litologie differenti, presenza di falda), i parametri meccanici utilizzati nel calcolo sono ottenuti come media ponderata dei valori rinvenuti all'interno del cuneo di rottura.

La resistenza a scorrimento, viene ottenuta sommando i contributi del carico normale al piano di posa moltiplicato per il coefficiente d'attrito, e dell'area del piano di posa (eventualmente ridotta per carico verticale eccentrico) per l'adesione fondazione-terreno. In condizioni drenate, l'attrito fondazione terreno è assunto pari all'angolo di resistenza al taglio del terreno moltiplicato per il coefficiente 0.75, l'adesione fondazione terreno è trascurata (assunta pari a 0). Si considera il contributo della pressione del terreno a lato della fondazione. La resistenza laterale del terreno è assunta pari alla resistenza passiva disponibile moltiplicata per 0.50.

Descrizione della fondazione.

La fondazione ha piano di posa rettangolare, con lato X di 85 [cm], lato Y di 395 [cm], e centro alla quota $z = -310$ [cm]. Il piano di posa è orizzontale.

Descrizione del terreno.

La stratigrafia è eterogenea, presenta 2 strati							
n.	nome	z_i [cm]	z_f [cm]	γ_d [daN/cm ³]	γ_t [daN/cm ³]	c' [daN/cm ²]	ϕ' [°]
1	Materiale di riposrto superficiale	0	-250	0.0016	0.00215	0.05	28
2	Piroclastiti	-250	-550	0.00168	0.00215	0.2	33

La stratigrafia non contiene una falda

Verifiche in condizioni drenate.

Sollecitazioni al piano di posa.

Si riportano di seguito le componenti della sollecitazione applicata e la distanza del punto di applicazione dal centro del piano di posa della fondazione.

Rispetto al sistema di rif. globale:								
Caso	Fx [daN]	Fy [daN]	Fz [daN]	Mx [daN*cm]	My [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	0	0	-66892.43	0	0	0	0	20
2-1	0	0	-61769.03	0	0	0	0	20
3-1	0	0	-88217.75	0	0	0	0	20
5-1	0	0	-63961.75	0	0	0	0	20
6-1	0	0	-94007.49	0	0	0	0	20
Rispetto al sistema di rif. locale (centro piano di posa):								
Caso	Hx [daN]	Hy [daN]	Vz [daN]	Mx [daN*cm]	My [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	0	0	-66892.43	0	0	-	-	-
2-1	0	0	-61769.03	0	0	-	-	-
3-1	0	0	-88217.75	0	0	-	-	-



CDM Dolmen Srl

5-1	0	0	-63961.75	0	0	-	-	-
6-1	0	0	-94007.49	0	0	-	-	-

Le sollecitazioni applicate non provocano eccentricità, perciò la fondazione non viene ridotta per le verifiche, ma si adotta un'impronta rettangolare.

Caso	ecc. X [cm]	ecc. Y [cm]	Asse B	Asse L
1-1	0	0	asse X	asse Y
2-1	0	0	asse X	asse Y
3-1	0	0	asse X	asse Y
5-1	0	0	asse X	asse Y
6-1	0	0	asse X	asse Y

Capacità portante.

Le seguenti tabelle elencano il valore dell'angolo di resistenza al taglio, del peso di volume alleggerito, della coesione efficace, del sovraccarico alleggerito, e dei fattori e coefficienti introdotti nel calcolo della capacità portante.

Caso	γ_ϕ	γ_γ	ϕ [°]	γ [daN/cm ³]	N_γ	s_γ	d_γ	$i_{b\gamma}$	$i_{l\gamma}$	b_γ	g_γ	h_γ	$q'_{lim,\gamma}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	1.00	33	0.00168	35.19	1.07	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	2.7
2-1	-	-	33	0.00168	35.19	1.07	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.71	1.91
3-1	-	-	33	0.00168	35.19	1.07	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.71	1.91
5-1	-	-	33	0.00168	35.19	1.07	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.92	2.48
6-1	-	-	33	0.00168	35.19	1.07	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.92	2.48

Caso	γ_c	c' [daN/cm ²]	N_c	s_c	d_c	i_{bc}	i_{lc}	b_c	g_c	h_c	$q'_{lim,c}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	0.2	38.64	1.15	1.36	1.00	1.00	1.00	1.00	-	12.09
2-1	-	0.2	38.64	1.15	1.36	1.00	1.00	1.00	1.00	0.86	10.41
3-1	-	0.2	38.64	1.15	1.36	1.00	1.00	1.00	1.00	0.86	10.41
5-1	-	0.2	38.64	1.15	1.36	1.00	1.00	1.00	1.00	0.96	11.63
6-1	-	0.2	38.64	1.15	1.36	1.00	1.00	1.00	1.00	0.96	11.63

Caso	q' [daN/cm ²]	N_q	s_q	d_q	i_{bq}	i_{lq}	b_q	g_q	h_q	$q'_{lim,q}$ [daN/cm ²]
1-1	0 (trascurato)	26.09	1.07	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	-	0
2-1	0 (trascurato)	26.09	1.07	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	0.82	0
3-1	0 (trascurato)	26.09	1.07	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	0.82	0
5-1	0 (trascurato)	26.09	1.07	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	0.95	0
6-1	0 (trascurato)	26.09	1.07	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	0.95	0

Segue il confronto fra la pressione limite ed applicata.

Caso	$\gamma_{R,v}$	q'_{lim} [daN/cm ²]	A [cm ²]	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	2.30	6.43	33575	215807.7	66892.4	SI (215807.7/66892.4 = 3.23 >= 1.0)
2-1	1.80	6.84	33575	229765.5	61769	SI (229765.5/61769 = 3.72 >= 1.0)
3-1	1.80	6.84	33575	229765.5	88217.7	SI (229765.5/88217.7 = 2.60 >= 1.0)
5-1	2.30	6.13	33575	205837.8	63961.7	SI (205837.8/63961.7 = 3.22 >= 1.0)
6-1	2.30	6.13	33575	205837.8	94007.5	SI (205837.8/94007.5 = 2.19 >= 1.0)

Scorrimento.

Le seguenti tabelle elencano il valore dell'angolo di resistenza al taglio, della coesione efficace, dell'attrito e dell'aderenza fondazione-terreno, e della resistenza disponibile sul piano di posa e sulle pareti laterali.

Caso	γ_ϕ	γ_c	ϕ [°]	c' [daN/cm ²]	δ [°]	a [daN/cm ²]	$\gamma_{R,h}$	$\gamma_{R,e}$	R_h [daN]	R_e [daN]
1-1	1.00	1.00	33	0.2	24.7	0	1.10	1.00	28034.39	0
2-1	-	-	33	0.2	24.7	0	1.10	1.30	25887.19	0
3-1	-	-	33	0.2	24.7	0	1.10	1.30	36971.76	0
5-1	-	-	33	0.2	24.7	0	1.10	1.30	26806.16	0
6-1	-	-	33	0.2	24.7	0	1.10	1.30	39398.22	0

Segue il confronto fra la resistenza a scorrimento e l'azione applicata.



CDM Dolmen Srl

Caso	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	28034.4	0	SI ($28034.4/0 = 1.00 \geq 1.0$)
2-1	25887.2	0	SI ($25887.2/0 = 1.00 \geq 1.0$)
3-1	36971.8	0	SI ($36971.8/0 = 1.00 \geq 1.0$)
5-1	26806.2	0	SI ($26806.2/0 = 1.00 \geq 1.0$)
6-1	39398.2	0	SI ($39398.2/0 = 1.00 \geq 1.0$)