

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



## U.O. INFRASTRUTTURE NORD

## PROGETTO DEFINITIVO

### DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA

### RADDOPPIO TRATTA FIUME TORTO – LERCARA DIRAMAZIONE LOTTO 1 + 2

PIAZZALI

PT20 - Piazzale di emergenza - km 28+325

Relazione di calcolo fondazioni fabbricato PGEP

SCALA:

-
---

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
R S 3 Z	0 0	D	2 6	C L	P T 2 0 0 0	0 0 1	B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	C. INTEGRA	Gennaio 2020	M.SALLEOLINI 	Gennaio 2020	A.BARRECA 	Gennaio 2020	F.S.E Maggiorani 2020 ITALFERR - UO INFRASTRUTTURE NORD Dott. Ing. Francesco Sica Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma n. 25372 Str.	
B	1° AGG. A CONSEGNA CSLLPP	C. INTEGRA	Maggio 2020	M.SALLEOLINI 	Maggio 2020	A.BARRECA 	Maggio 2020		

File: RS3Z00D26CLPT2000001B

n. Elab.:

## INDICE

1. PREMESSA .....	2
2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....	4
3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI.....	5
3.1 CALCESTRUZZO .....	5
3.1.1 CALCESTRUZZO STRUTTURE DI FONDAZIONE .....	5
3.1.2 CALCESTRUZZO STRUTTURE IN ELEVAZIONE.....	5
3.2 ACCIAIO.....	6
3.2.1 ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO.....	6
4. ANALISI DEI CARICHI .....	7
5. COMBINAZIONI DI CARICO.....	7
6. MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA .....	10
7. STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI.....	10
8. VERIFICA GEOTECNICA DELLA FONDAZIONE .....	10
8.1 AZIONI TRASFERITE DALLA SOVRASTRUTTURA .....	12
8.2 VERIFICHE PER CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE .....	13
8.2.1 $SLV - N_{max}$ .....	14
8.2.2 $SLV - M1_{max}$ intorno a $B$ .....	16
8.2.3 $SLV - M2_{max}$ intorno a $L$ .....	18
8.2.4 $SLV - M1_{max}$ intorno a $L$ .....	20
8.2.5 $SLV - M2_{max}$ intorno a $B$ .....	22



**PROGETTO DEFINITIVO**  
**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO**  
**NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA**  
**RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO - LERCARA**  
**DIRAMAZIONE - LOTTO 1+2**

Relazione di calcolo fondazioni fabbricato PGEP

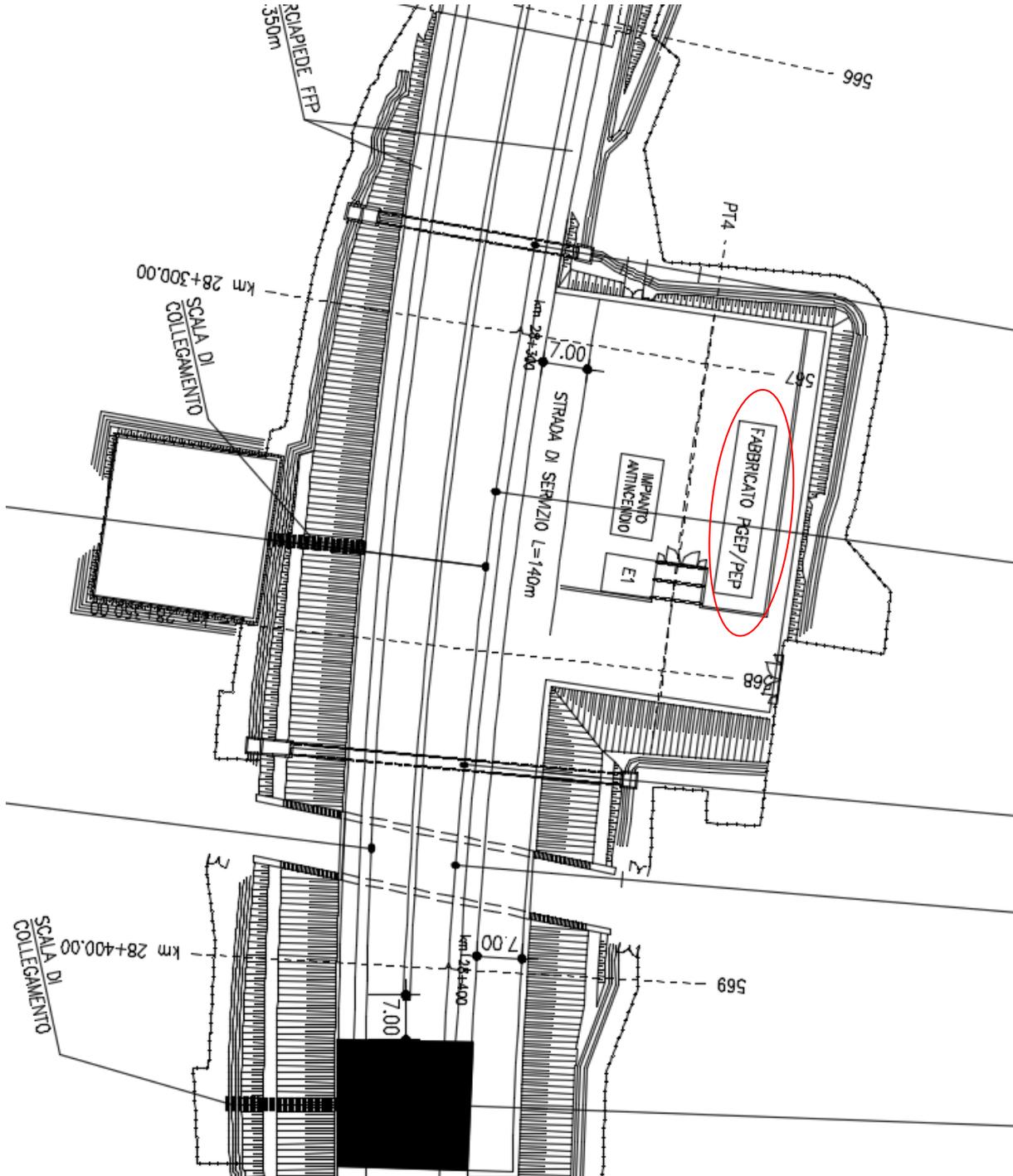
COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Z	00	D 26	CLPT2000001	B	1 di 28

8.2.6 *SLU - N<sub>max</sub>*..... 24

8.3 CALCOLO DEL CEDIMENTO..... 26

## 1. PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto le verifiche di natura geotecnica del fabbricato PGEP-PEP, nell'ambito del raddoppio della tratta ferroviaria Fiumetorto - Lercara, alla prog. km 28+325.





**PROGETTO DEFINITIVO**

**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA–CATANIA–PALERMO  
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO–CATANIA  
RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO – LERCARA  
DIRAMAZIONE – LOTTO 1+2**

Relazione di calcolo fondazioni fabbricato PGEP

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Z	00	D 26	CLPT2000001	B	3 di 28

L'edificio ha dimensione rettangolare in pianta di circa 27m x 6.37m.

La copertura è del tipo piano con un'altezza da terra di circa 4m.

Gli elementi strutturali verticali sono costituiti da 14 pilastri di dimensioni 30cm x 60cm.

Le travi disposte secondo la direzione lunga hanno dimensioni 30cm x 40cm, mentre quelle disposte secondo la direzione corta hanno dimensioni 30cm x 50cm.

Il solaio di copertura è realizzato con lastre parzialmente prefabbricate di tipo predalles, con blocchi di alleggerimento in polistirolo e getto di completamento realizzato in opera, per uno spessore totale di 24cm (4+16+4). La tessitura del solaio è secondo il lato lungo del fabbricato.

La fondazione è realizzata con travi rovesce di dimensioni 150cm x 50cm + 70cm x 50cm.

## 2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

- DM 17 gennaio 2018: *Aggiornamento delle “Norme Tecniche per le Costruzioni”*;
- Circolare 21 gennaio 2019, n.7 C.S.LL.PP: *istruzioni per l’applicazione delle NTC 2018*;
- RFICTCSIMAIIFS001\_C: *Manuale di progettazione delle opere civili, 21/12/2018*
- Regolamento (UE) N. 1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione europea, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019

### 3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI

I materiali utilizzati nella realizzazione delle strutture in funzione della utilizzazione sono descritti in seguito.

#### 3.1 CALCESTRUZZO

##### 3.1.1 CALCESTRUZZO STRUTTURE DI FONDAZIONE

Classe C25/30

$$R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ck} = 0,83 \cdot R_{ck} = 24,9 \text{ N/mm}^2$$

Resistenza di calcolo a compressione:  $f_{cd} = f_{ck} \cdot \alpha_{cc} / \gamma_c = 24,9 \cdot 0,85 / 1,5 = 14,17 \text{ N/mm}^2$

Resistenza di calcolo a trazione:  $f_{ctm} = 0,30 \cdot f_{ck}^{(2/3)} = 2,56 \text{ N/mm}^2$

Classe di esposizione: XC2 (condizioni ambientali ordinarie)

Per gli elementi strutturali della fondazione si assume un copriferro di 40 mm (valutato al netto della staffa).

Per quanto riguarda la scelta degli stati limite di fessurazione, si fa riferimento a quanto riportato nella Tabella 4.1.IV delle NTC 2018, assumendo di trovarsi in condizioni ambientali ordinarie (vedi Tab. 4.1.III NTC 2018) con armatura poco sensibile; i limiti adottati per la verifica nei confronti di tale stato limite sono riportati di seguito:

combinazione delle Azioni Frequente:  $w_d \leq w_3 = 0,4 \text{ mm}$

combinazione delle Azioni Quasi Permanente:  $w_d \leq w_2 = 0,3 \text{ mm}$

##### 3.1.2 CALCESTRUZZO STRUTTURE IN ELEVAZIONE

Classe C35/45

$$R_{ck} = 45 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ck} = 0,83 \cdot R_{ck} = 37,35 \text{ N/mm}^2$$

Resistenza di calcolo a compressione:  $f_{cd} = f_{ck} \cdot \alpha_{cc} / \gamma_c = 37,35 \cdot 0,85 / 1,5 = 21,17 \text{ N/mm}^2$

Resistenza di calcolo a trazione:  $f_{ctm} = 0,30 \cdot f_{ck}^{(2/3)} = 3,35 \text{ N/mm}^2$

Classe di esposizione: XC3 (condizioni ambientali ordinarie)

Per gli elementi strutturali della elevazione si assume un copriferro di 30 mm (valutato al netto della staffa).

Per quanto riguarda la scelta degli stati limite di fessurazione, si fa riferimento a quanto riportato nella Tabella 4.1.IV delle NTC 2018, assumendo di trovarsi in condizioni ambientali ordinarie (vedi Tab. 4.1.III NTC 2018) con armatura poco sensibile; i limiti adottati per la verifica nei confronti di tale stato limite sono riportati di seguito:

combinazione delle Azioni Frequente:  $w_d \leq w_3 = 0,4 \text{ mm}$

combinazione delle Azioni Quasi Permanente  $w_d \leq w_2 = 0,3 \text{ mm}$

## 3.2 ACCIAIO

### 3.2.1 ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO

Si utilizzano barre ad aderenza migliorata in acciaio con le seguenti caratteristiche meccaniche:

acciaio	<b>B450C</b>
tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$ ;
tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$ ;
resistenza di calcolo a trazione	$f_{yd} = 391,30 \text{ N/mm}^2$ ;
modulo elastico	$E_s = 206.000 \text{ N/mm}^2$ .

#### 4. ANALISI DEI CARICHI

Per l'analisi dei carichi della struttura si rimanda al §4 dell'elaborato RS3Z00D26CLPT2000002.

#### 5. COMBINAZIONI DI CARICO

Per le verifiche nei confronti dei diversi stati limite si adottano le combinazioni delle azioni tratte dal § 2.5.3 NTC 2018:

- Combinazione fondamentale SLU:

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

- Combinazione caratteristica (rara):

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

- Combinazione frequente:

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

- Combinazione quasi permanente:

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

- Combinazione sismica:

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

I valori dei coefficienti parziali dei carichi variabili sono pari a:

	Accidentale copertura	Neve
$\psi_0$	0.0	0.5
$\psi_1$	0.0	0.2
$\psi_2$	0.0	0.0

Per le verifiche nei confronti degli stati limite ultimi strutturali (STR) si adotta l'Approccio Progettuale 2, in cui si impiega un'unica combinazione dei gruppi di coefficienti parziali definiti per le Azioni (A), per la resistenza dei materiali (M) e, eventualmente, per la resistenza globale (R). In tale approccio, per le azioni si impiegano i coefficienti  $\gamma_F$  riportati nella colonna A1 della Tabella 2.6.I delle NTC 2018, di seguito riportata.

Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali relativi alle azioni per le verifiche agli SLU

Azione		Coefficiente $\gamma_F$	A1 STR	A2 GEO
Carichi Permanenti	Favorevoli	$\gamma_{G1}$	1,00	1,00
	Sfavorevoli		1,30	1,00
Carichi Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00
	Sfavorevoli		1,50	1,30
Carichi Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00
	Sfavorevoli		1,50	1,30

In accordo ai coefficienti delle precedenti tabelle sono state definite le seguenti combinazioni di carico.

## Combinazioni allo SLU

	Permanenti	Permanenti non strutturali	Accidentale copertura	Neve
SLU STR 1	1.3	1.5	1.5	0.75
SLU STR 2	1.3	1.5	0	1.5

## Combinazioni allo SLE RARA

	Permanenti	Permanenti non strutturali	Accidentale copertura	Neve
SLE RARA 1	1	1	1	0.5
SLU RARA 2	1	1	0	1

## Combinazioni allo SLE FREQUENTE

	Permanenti	Permanenti non strutturali	Accidentale copertura	Neve
SLE FREQ. 1	1	1	0	0
SLE FREQ. 2	1	1	0	0.2

## Combinazioni allo SLE QUASI PERMANENTE

	Permanenti	Permanenti non strutturali	Accidentale copertura	Neve
SLE Q.P. 1	1	1	0	0
SLE Q.P. 2	1	1	0	0

Combinazioni SISMICHE

	Permanenti	Permanenti non strutturali	Accidentale copertura	Neve	Spettro orizz. X	Spettro orizz. Y
SISMA X SLV	1	1	0	0	1	0.3
SISMA Y SLV	1	1	0	0	0.3	1

## 6. MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA

Per la modellazione della struttura si rimanda al §6 dell'elaborato RS3Z00D26CLPT2000002.

## 7. STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI

L'opera in esame ricade nella zona 2 individuata lungo il tracciato.

I parametri geotecnici di riferimento sono i seguenti:

ZONA	SONDAGGIO DI RIFERIMENTO	PROFONDITA'	UNITA' TERRENO	$\gamma_{sat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi'$ [°]			Cu [kPa]			c' [kPa]		Vs [m/s]			Vs,eq [m/s]	Categoria di sottosuolo	G <sub>0</sub> [MPa]			E <sub>i</sub> /E <sub>u</sub> [MPa]		E <sub>i</sub> [MPa]
					max	min	di prog.	max	min	di prog.	di prog.	max	min	di prog.	max			min	di prog.	di prog.	di prog.		
2	2SNV02 2SNV03	da 0 a 6m	C sup	21	35	24	30	350	7	80	27	489	129	324	460	B	488	34	70	64	61		
		da 6 a 12m	C sup	21	35	24	30	350	7	150	27	489	129	324	460	B	488	34	100	120	87		
		da 12 a 18m	C sup	21	35	24	30	350	7	280	27	489	129	324	460	B	488	34	180	224	156		
		da 18 a 24m	Sa,2	21	35	21	31	0	0	0	0	385	226	338	460	B	302	104	200	173	173		
		da 24 in poi	C inf	22	35	24	25	350	7	280	30	489	129	324	460	B	488	34	220	224	191		

Per i dettagli si rimanda ai seguenti elaborati:

Relazione geotecnica generale linea ferroviaria RS3Z00D26GEOC0000001

Profilo longitudinale geotecnico linea ferroviaria - Tav. 1/2 RS3Z00D26F7OC0000001

Profilo longitudinale geotecnico linea ferroviaria - Tav. 2/2 RS3Z00D26F7OC0000002

## 8. VERIFICA GEOTECNICA DELLA FONDAZIONE

In questo capitolo sono riportate le verifiche geotecniche allo stato limite ultimo del sistema terreno-fondazione.

Tale verifica, secondo quanto riportato al §6.4.2.1 delle NTC-18, “[...] *Le rimanenti verifiche devono essere effettuate applicando la combinazione (A1+M1+R3) di coefficienti parziali prevista dall'Approccio 2, tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.4.I. Nelle verifiche nei confronti di SLU di tipo strutturale (STR), il coefficiente  $\gamma_R$  non deve essere portato in conto.*”

Per quanto riguarda i coefficienti sulle azioni si è fatto riferimento alla tab. 6.2.I delle NTC-18 (§6.2.4.1.1), mentre relativamente ai coefficienti sui parametri geotecnici si è fatto riferimento alla tabella 6.2.II delle NTC-18.

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

	Effetto	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti $G_1$	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	$\gamma_Q$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup> Per i carichi permanenti  $G_2$  si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti  $\gamma_{G1}$

**Tab. 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	$\gamma_\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0

Nel caso in esame, trattandosi di fondazioni superficiali, le verifiche eseguite sono conformi a quanto richiesto dalle **NTC-18** al §6.4.2.1, in particolare è stato verificato il seguente meccanismo di collasso:

- Collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno;

Il rispetto del precedente stato limite è stato verificato secondo l'Approccio 2 con la combinazione (A1+M1+R3).

In particolare i coefficienti di combinazione delle azioni esterne (A1) coincidono con quelli impiegati nelle combinazioni STR con cui sono state fatte le verifiche strutturali, i coefficienti parziali sui parametri di resistenza del terreno (M1) sono unitari (tab. 6.2.II NTC-18) e la resistenza globale del sistema è ridotta tramite i coefficienti (R3) riportati nella tab. 6.4.I delle NTC-18 (§6.4.2.1), in particolare:

collasso per carico limite della fondazione,  $\gamma_R = 2.3$

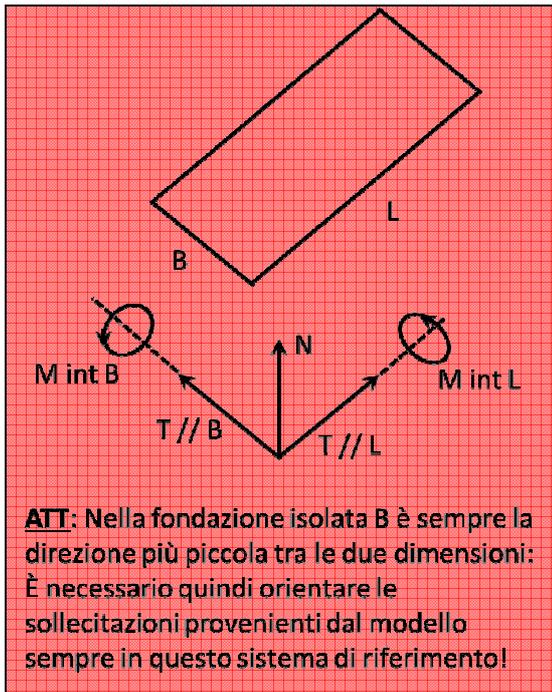
Di seguito si riporta un estratto della tab. 6.4.I delle NTC-18.

**Tab. 6.4.I – Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali**

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Carico limite	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$

## 8.1 AZIONI TRASFERITE DALLA SOVRASTRUTTURA

Nelle verifiche si assume la seguente convenzione:



Facendo riferimento alle reazioni vincolari del modello SAP della sovrastruttura si a:

M1: momento con vettore attorno all'asse X

M2: momento con vettore attorno all'asse Y

F1: forza orizzontale secondo X

F2: forza orizzontale secondo Y

F3: forza verticale

Pertanto:

- per i pilastri con il lato maggiore disposto secondo la direzione lunga dell'edificio (dir X) il momento M1 coincide con il momento intorno a L e la forza F1 con la forza parallela a L;
- per i pilastri con il lato maggiore disposto secondo la direzione corta dell'edificio (dir Y – pilastri di angolo) il momento M1 coincide con intorno a B e la forza F1 con la forza parallela a B.

Nelle verifiche sono stati considerati i seguenti casi:

SLV: max F3 (max N)

SLV: max M1 (sia intorno a B che intorno a L)

SLV: max M2 (sia intorno a B che intorno a L)

SLU: max F3 (max N)

Per i pilastri con il lato maggiore disposto secondo la direzione lunga dell'edificio la dimensione "L" della fondazione è stata assunta pari alla rispettiva lunghezza di influenza del pilastro.

Per i pilastri d'angolo la verifica è stata condotta considerando la coppia dei pilastri e pertanto la dimensione "L" risulta coincidente con la lunghezza della trave di fondazione in direzione Y.

Alle azioni provenienti dal modello di calcolo sono stati aggiunti i momenti di trasporto delle forze orizzontali fino all'intradosso della fondazione, il peso proprio della fondazione ed il carico verticale dovuto alle tamponature esterne.

## 8.2 VERIFICHE PER CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE

Nelle verifiche di portanza lo stato limite è rappresentato dal collasso per raggiungimento del carico limite della fondazione. La verifica è condotta confrontando il carico limite  $N_u$  della porzione di fondazione reagente con il carico di progetto  $N_{Ed}$ . In accordo con le NTC-18, la verifica è soddisfatta se il carico agente è minore del carico ultimo questo ultimo ridotto del coefficiente  $R_3 = 2.3$  come già in precedenza commentato. In particolare:

$$N_{Ed} \leq N_{ult}$$

Il carico agente di progetto (la domanda) è la componente della risultante delle forze trasferite alla fondazione in direzione normale al piano di posa, comprendente il peso proprio della fondazione ed eventuali ricoprimenti (Circ. 7 §C6.4.2.1). Il carico ultimo di progetto (capacità) è il valore della forza normale al piano di posa ottenuta come prodotto fra il carico limite nel terreno e l'area di fondazione reagente (Meyerhof):

$$N_{ult} = q_{lim} \cdot B' \cdot L'$$

Dove:

$q_{lim}$  è la pressione limite ammissibile o carico limite del sistema terreno-fondazione

$$B' = B - 2e_B$$

$$L' = L - 2e_L$$

Nelle precedenti  $e_b$  ed  $e_L$  sono l'eccentricità della risultante del carico agente rispettivamente lungo i lati B e L della fondazione.

Per la valutazione della pressione limite ammissibile, avendo a che fare con fondazioni superficiali (plinti, travi rovesce e platea) è stata impiegata la formula trinomia di Terzaghi nella sua espressione più completa riportata di seguito. L'espressione utilizzata tiene conto della forma della fondazione, degli effetti delle azioni tangenziali (inclinazione del carico agente), della inclinazione e profondità del piano di posa, nonché dell'inclinazione del terreno a valle della fondazione.

In particolare si assume:

$$q_{lim} = c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + \gamma'_{valle} \cdot D \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + 0.5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot g_\gamma$$

dove:

$\gamma'$  =Peso di volume del terreno di progetto;

$c'$  =Coesione efficace di progetto del terreno;

$D$  =Approfondimento del piano di posa;

$N_c, N_q, N_\gamma$  =Coefficienti di capacità portante;

$s_c, s_q, s_\gamma$  =Coefficienti correttivi di forma della fondazione (Meyerhof);

$d_c, d_q, d_\gamma$  =Coefficienti correttivi di profondità del piano di posa (Brinch-Hansen);

$i_c, i_q, i_\gamma$  =Coefficienti correttivi di inclinazione del carico (Vesic);

$b_c, b_q, b_\gamma$  =Coefficienti correttivi di inclinazione del piano di posa (Brinch-Hansen);

$g_c, g_q, g_\gamma$  =Coefficienti correttivi di inclinazione del terreno (Vesic).

Nelle precedenti espressioni i valori di progetto dei parametri geotecnici (ottenuti dividendo i valori riportati al §7 per i coefficienti M1) sono stati impiegati sia per la determinazione dei fattori di capacità portante ( $N_c, N_q, N_\gamma$ ) sia per la determinazione dei coefficienti correttivi.

### 8.2.1 SLV – Nmax

Combinazione: SISMA Y SLV

F1	F2	F3	M1	M2	M3
KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
22.4	19.3	177.5	107.7	56.2	0.2

Peso tamponature: 78.0 kN

Peso fondazione: 140.3 kN

<b>Lungh tot fond (B)</b>	Larghezza totale fondazione	1.5	m
<b>Largh tot fond (L)</b>	Lunghezza totale fondazione	5.1	m
<b>H fond</b>	Altezza della fondazione	1	m
<b><math>\alpha</math> fond</b>	Inclinazione del piano di posa della fondazione	0	°
<b>Approfond. Fond</b>	Approfondimento della fondazione fino a estradosso	0	m
<b><math>\omega</math> terreno valle</b>	Inclinazione del terreno a valle	0	°

<b><math>\phi'</math></b>	Angolo di attrito del terreno di fondazione	30.0	°
---------------------------	---------------------------------------------	------	---

$\gamma$	Peso per unità di volume del terreno di fondazione	21.0	kN/m3
$\delta$	Angolo di attrito terra-fondazione	30.0	
$c'$	Coesione efficace	27	kPa (kN/m2)
$\gamma c' M1$	Coefficiente parziale di $c'$ per la condizione M1	1	
$c' M1$	Coesione efficace per la condizione M1	<b>27</b>	kPa (kN/m2)
$c_u$	Coesione non drenata	80	kPa (kN/m2)
$\gamma c_u M1$	Coefficiente parziale di $c_u$ per la condizione M1	1	
$c_u M1$	Coesione non drenata per la condizione M1	<b>80</b>	kPa (kN/m2)
$\tan(\delta)$	Coefficiente d'attrito terra-fondazione	0.577	
$\gamma \delta (\gamma \varphi') M1$	Coefficiente parziale di $\tan \varphi'$ per la condizione M1	1	
$\tan(\delta) M1$	Coefficiente d'attrito terra-fondazione per la condizione M1	<b>0.577</b>	
$\tan(\varphi')$	Tang. dell'angolo di resistenza al taglio del terreno di fond.	0.577	
$\varphi' M1$	Angolo d'attrito del terreno di fond. per la condizione M1	<b>0.524</b>	radianti
$\tan(\varphi') M1$	Tang. ang. di resist. al taglio terr. di fond. per la cond. M1	<b>0.577</b>	

$N_q$	<b>1° Fattore di capacità portante</b>	<b>18.40</b>	
$N_c$	<b>2° Fattore di capacità portante</b>	<b>30.14</b>	
$N_\gamma$	<b>3° Fattore di capacità portante</b>	<b>22.40</b>	
$N$	Carico assiale, riferito a baricentro fondazione, >0 verso il basso	396	kN
$T// B$	Taglio long., riferito a baric. fond.	19	kN
$T// L$	Taglio trasv., riferito a baric. fond.	22	kN
$M$ attorno all'asse // a L	Momento attorno asse y, riferito a baric. fond.	127	kNm
$M$ attorno all'asse // a B	Momento attorno asse x, riferito a baric. fond.	79	kNm
$e$ secondo B	Eccentricità del carico in fondazione in direzione longitudinale	0.321	m
$e$ secondo L	Eccentricità del carico in fondazione in direzione trasversale	0.199	m
$B'$	Lunghezza ridotta della fondazione	0.86	m
$L'$	Prof. ridotta della fondazione	4.70	m
$s_q$	1° Fattore corrett. che tiene conto della <b>forma della fond.</b>	<b>1.05</b>	
$s_c$	2° Fattore corrett. che tiene conto della <b>forma della fond.</b>	<b>1.11</b>	
$s_\gamma$	3° Fattore corrett. che tiene conto della <b>forma della fond.</b>	<b>1.05</b>	
$D$	Approfond. del piano di posa (altezza fond.+ricopr. a valle)	1.00	m
$d_q$	1° Fattore che tiene conto dell' <b>approfond. del piano di posa</b>	<b>1.25</b>	
$d_c$	2° Fattore che tiene conto dell' <b>approfond. del piano di posa</b>	<b>1.26</b>	
$m$	$(2+B'/L')/(1+B'/L')$	1.85	
$i_q$	1° Fattore che tiene conto dell' <b>inclinaz. del carico in fond.</b>	<b>0.94</b>	
$i_c$	2° Fattore che tiene conto dell' <b>inclinaz. del carico in fond.</b>	<b>0.94</b>	
$i_\gamma$	3° Fattore che tiene conto dell' <b>inclinaz. del carico in fond.</b>	<b>0.91</b>	
$b_q$	1° Fatt. che tiene conto dell' <b>incl. piano di posa della fond.</b>	<b>1</b>	
$b_c$	2° Fatt. che tiene conto dell' <b>incl. piano di posa della fond.</b>	<b>1</b>	
$b_\gamma$	3° Fatt. che tiene conto dell' <b>incl. piano di posa della fond.</b>	<b>1</b>	
$g_q$	1° Fattore che tiene conto dell' <b>inclin. del terreno a valle</b>	<b>1</b>	
$g_c$	2° Fattore che tiene conto dell' <b>inclin. del terreno a valle</b>	<b>1</b>	
$g_\gamma$	3° Fattore che tiene conto dell' <b>inclin. del terreno a valle</b>	<b>1</b>	

$\gamma$ terreno valle	$\gamma$ del terreno a valle	21	kN/m <sup>3</sup>
$\gamma$ terreno fond.	$\gamma$ del terreno di fondazione	21	kN/m <sup>3</sup>
hw	Altezza della falda da intrad. fond., positiva se sta verso l'alto	-2	m
$\gamma^*$ terreno valle	$\gamma$ del terr. a valle che tiene conto della event. pres. della falda	21.00	
H'	Prof. del cuneo al di sotto della fond. in regime di spinta attiva	<b>0.67</b>	m
$\gamma^*$ terreno fond.	$\gamma$ del terr. di fond. che tiene conto della event. pres. della falda	21.00	kN/m <sup>3</sup>
q lim	Carico limite	<b>1526</b>	kN/m <sup>2</sup>
q lim risultante	Carico limite risultante sull'area efficace (B'xL')	<b>6158</b>	kN
R3	Coefficiente parziale R3	2.3	
q lim risult fatt	Carico limite risultante sull'area efficace (B'xL') diviso per R3	<b>2677</b>	kN
N per verifica	Carico assiale agente ad intrad. fond. calcolato per la verifica	<b>396</b>	kN
Verifica	<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>		

tasso di sfruttamento

**0.148**

### 8.2.2 SLV - M1max intorno a B

Combinazione: SISMA Y SLV

Considero entrambi i pilastri d'angolo:

F1	F2	F3	M1	M2	M3
KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
5.0	85.8	149.3	298.2	13.4	0.2
5.0	120.6	149.3	251.5	13.4	0.2

Sommando le sollecitazioni si ha:

F1	F2	F3	M1	M2	M3
KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
22.4	19.3	177.5	107.7	56.2	0.2

Peso tamponature: 110.2 kN

Peso fondazione: 198.0 kN

Lungh tot fond (B)	Larghezza totale fondazione	1.5	m
Largh tot fond (L)	Lunghezza totale fondazione	7.2	m
H fond	Altezza della fondazione	1	m
$\alpha$ fond	Inclinazione del piano di posa della fondazione	0	°
Approfond. Fond	Approfondimento della fondazione fino a estradosso	0	m
$\omega$ terreno valle	Inclinazione del terreno a valle	0	°

$\phi'$	Angolo di attrito del terreno di fondazione	30.0	°
---------	---------------------------------------------	------	---

$\gamma$	Peso per unità di volume del terreno di fondazione	21.0	kN/m3
$\delta$	Angolo di attrito terra-fondazione	30.0	
$c'$	Coesione efficace	27	kPa (kN/m2)
$\gamma c' M1$	Coefficiente parziale di $c'$ per la condizione M1	1	
$c' M1$	Coesione efficace per la condizione M1	<b>27</b>	kPa (kN/m2)
$c_u$	Coesione non drenata	80	kPa (kN/m2)
$\gamma c_u M1$	Coefficiente parziale di $c_u$ per la condizione M1	1	
$c_u M1$	Coesione non drenata per la condizione M1	<b>80</b>	kPa (kN/m2)
$\tan(\delta)$	Coefficiente d'attrito terra-fondazione	0.577	
$\gamma \delta (\gamma \phi') M1$	Coefficiente parziale di $\tan \phi'$ per la condizione M1	1	
$\tan(\delta) M1$	Coefficiente d'attrito terra-fondazione per la condizione M1	<b>0.577</b>	
$\tan(\phi')$	Tang. dell'angolo di resistenza al taglio del terreno di fond.	0.577	
$\phi' M1$	Angolo d'attrito del terreno di fond. per la condizione M1	<b>0.524</b>	radianti
$\tan(\phi') M1$	Tang. ang. di resist. al taglio terr. di fond. per la cond. M1	<b>0.577</b>	

<b>Nq</b>	<b>1° Fattore di capacità portante</b>	<b>18.40</b>	
<b>Nc</b>	<b>2° Fattore di capacità portante</b>	<b>30.14</b>	
<b>Ny</b>	<b>3° Fattore di capacità portante</b>	<b>22.40</b>	
<b>N</b>	Carico assiale, riferito a baricentro fondazione, >0 verso il basso	607	kN
<b>T// B</b>	Taglio long., riferito a baric. fond.	10	kN
<b>T// L</b>	Taglio trasv., riferito a baric. fond.	206	kN
<b>M attorno all'asse // a L</b>	Momento attorno asse y, riferito a baric. fond.	37	kNm
<b>M attorno all'asse // a B</b>	Momento attorno asse x, riferito a baric. fond.	756	kNm
<b>e secondo B</b>	Eccentricità del carico in fondazione in direzione longitudinale	0.061	m
<b>e secondo L</b>	Eccentricità del carico in fondazione in direzione trasversale	1.246	m
<b>B'</b>	Lunghezza ridotta della fondazione	1.38	m
<b>L'</b>	Prof. ridotta della fondazione	4.71	m
<b>sq</b>	1° Fattore corrett. che tiene conto della <b>forma della fond.</b>	<b>1.09</b>	
<b>sc</b>	2° Fattore corrett. che tiene conto della <b>forma della fond.</b>	<b>1.18</b>	
<b>sy</b>	3° Fattore corrett. che tiene conto della <b>forma della fond.</b>	<b>1.09</b>	
<b>D</b>	Approfond. del piano di posa (altezza fond.+ricopr. a valle)	1.00	m
<b>dq</b>	1° Fattore che tiene conto dell' <b>approfond. del piano di posa</b>	<b>1.21</b>	
<b>dc</b>	2° Fattore che tiene conto dell' <b>approfond. del piano di posa</b>	<b>1.22</b>	
<b>m</b>	$(2+B'/L')/(1+B'/L')$	1.77	
<b>iq</b>	1° Fattore che tiene conto dell' <b>inclinaz. del carico in fond.</b>	<b>0.98</b>	
<b>ic</b>	2° Fattore che tiene conto dell' <b>inclinaz. del carico in fond.</b>	<b>0.98</b>	
<b>iy</b>	3° Fattore che tiene conto dell' <b>inclinaz. del carico in fond.</b>	<b>0.97</b>	
<b>bq</b>	1° Fatt. che tiene conto dell' <b>incl. piano di posa della fond.</b>	<b>1</b>	
<b>bc</b>	2° Fatt. che tiene conto dell' <b>incl. piano di posa della fond.</b>	<b>1</b>	
<b>by</b>	3° Fatt. che tiene conto dell' <b>incl. piano di posa della fond.</b>	<b>1</b>	
<b>gq</b>	1° Fattore che tiene conto dell' <b>inclin. del terreno a valle</b>	<b>1</b>	
<b>gc</b>	2° Fattore che tiene conto dell' <b>inclin. del terreno a valle</b>	<b>1</b>	
<b>gy</b>	3° Fattore che tiene conto dell' <b>inclin. del terreno a valle</b>	<b>1</b>	

$\gamma$ terreno valle	$\gamma$ del terreno a valle	21	kN/m3
$\gamma$ terreno fond.	$\gamma$ del terreno di fondazione	21	kN/m3
hw	Altezza della falda da intrad. fond., positiva se sta verso l'alto	-2	m
$\gamma^*$ terreno valle	$\gamma$ del terr. a valle che tiene conto della event. pres. della falda	21.00	
H'	Prof. del cuneo al di sotto della fond. in regime di spinta attiva	<b>1.08</b>	m
$\gamma^*$ terreno fond.	$\gamma$ del terr. di fond. che tiene conto della event. pres. della falda	21.00	kN/m3
q lim	Carico limite	<b>1756</b>	kN/m2
q lim risultante	Carico limite risultante sull'area efficace (B'xL')	<b>11395</b>	kN
R3	Coefficiente parziale R3	2.3	
q lim risult fatt	Carico limite risultante sull'area efficace (B'xL') diviso per R3	<b>4954</b>	kN
N per verifica	Carico assiale agente ad intrad. fond. calcolato per la verifica	<b>607</b>	kN
Verifica	<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>		

tasso di sfruttamento

**0.122**

### 8.2.3 SLV - M2max intorno a L

Combinazione: SISMA X SLV

Considero entrambi i pilastri d'angolo:

F1	F2	F3	M1	M2	M3
KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
24.8	44.9	124.5	56.1	55.1	0.1
24.8	13.2	124.5	98.7	55.1	0.1

Sommando le sollecitazioni si ha:

F1	F2	F3	M1	M2	M3
KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
49.7	58.1	248.9	154.8	110.2	0.1

Peso tamponature: 110.2 kN

Peso fondazione: 198.0 kN

Lungh tot fond (B)	Larghezza totale fondazione	1.5	m
Largh tot fond (L)	Lunghezza totale fondazione	7.2	m
H fond	Altezza della fondazione	1	m
$\alpha$ fond	Inclinazione del piano di posa della fondazione	0	°
Approfond. Fond	Approfondimento della fondazione fino a estradosso	0	m
$\omega$ terreno valle	Inclinazione del terreno a valle	0	°

$\phi'$	Angolo di attrito del terreno di fondazione	30.0	°
---------	---------------------------------------------	------	---

$\gamma$	Peso per unità di volume del terreno di fondazione	21.0	kN/m3
$\delta$	Angolo di attrito terra-fondazione	30.0	
$c'$	Coesione efficace	27	kPa (kN/m2)
$\gamma c' M1$	Coefficiente parziale di $c'$ per la condizione M1	1	
$c' M1$	Coesione efficace per la condizione M1	<b>27</b>	kPa (kN/m2)
$c_u$	Coesione non drenata	80	kPa (kN/m2)
$\gamma c_u M1$	Coefficiente parziale di $c_u$ per la condizione M1	1	
$c_u M1$	Coesione non drenata per la condizione M1	<b>80</b>	kPa (kN/m2)
$\tan(\delta)$	Coefficiente d'attrito terra-fondazione	0.577	
$\gamma \delta (\gamma \phi') M1$	Coefficiente parziale di $\tan \phi'$ per la condizione M1	1	
$\tan(\delta) M1$	Coefficiente d'attrito terra-fondazione per la condizione M1	<b>0.577</b>	
$\tan(\phi')$	Tang. dell'angolo di resistenza al taglio del terreno di fond.	0.577	
$\phi' M1$	Angolo d'attrito del terreno di fond. per la condizione M1	<b>0.524</b>	radianti
$\tan(\phi') M1$	Tang. ang. di resist. al taglio terr. di fond. per la cond. M1	<b>0.577</b>	

<b>Nq</b>	<b>1° Fattore di capacità portante</b>	<b>18.40</b>	
<b>Nc</b>	<b>2° Fattore di capacità portante</b>	<b>30.14</b>	
<b>Ny</b>	<b>3° Fattore di capacità portante</b>	<b>22.40</b>	
<b>N</b>	Carico assiale, riferito a baricentro fondazione, >0 verso il basso	557	kN
<b>T// B</b>	Taglio long., riferito a baric. fond.	50	kN
<b>T// L</b>	Taglio trasv., riferito a baric. fond.	58	kN
<b>M attorno all'asse // a L</b>	Momento attorno asse y, riferito a baric. fond.	160	kNm
<b>M attorno all'asse // a B</b>	Momento attorno asse x, riferito a baric. fond.	213	kNm
<b>e secondo B</b>	Eccentricità del carico in fondazione in direzione longitudinale	0.287	m
<b>e secondo L</b>	Eccentricità del carico in fondazione in direzione trasversale	0.382	m
<b>B'</b>	Lunghezza ridotta della fondazione	0.93	m
<b>L'</b>	Prof. ridotta della fondazione	6.44	m
<b>sq</b>	1° Fattore corrett. che tiene conto della <b>forma della fond.</b>	<b>1.04</b>	
<b>sc</b>	2° Fattore corrett. che tiene conto della <b>forma della fond.</b>	<b>1.09</b>	
<b>sy</b>	3° Fattore corrett. che tiene conto della <b>forma della fond.</b>	<b>1.04</b>	
<b>D</b>	Approfond. del piano di posa (altezza fond.+ricopr. a valle)	1.00	m
<b>dq</b>	1° Fattore che tiene conto dell' <b>approfond. del piano di posa</b>	<b>1.24</b>	
<b>dc</b>	2° Fattore che tiene conto dell' <b>approfond. del piano di posa</b>	<b>1.25</b>	
<b>m</b>	$(2+B'/L')/(1+B'/L')$	1.87	
<b>iq</b>	1° Fattore che tiene conto dell' <b>inclinaz. del carico in fond.</b>	<b>0.89</b>	
<b>ic</b>	2° Fattore che tiene conto dell' <b>inclinaz. del carico in fond.</b>	<b>0.89</b>	
<b>iy</b>	3° Fattore che tiene conto dell' <b>inclinaz. del carico in fond.</b>	<b>0.84</b>	
<b>bq</b>	1° Fatt. che tiene conto dell' <b>incl. piano di posa della fond.</b>	<b>1</b>	
<b>bc</b>	2° Fatt. che tiene conto dell' <b>incl. piano di posa della fond.</b>	<b>1</b>	
<b>by</b>	3° Fatt. che tiene conto dell' <b>incl. piano di posa della fond.</b>	<b>1</b>	
<b>gq</b>	1° Fattore che tiene conto dell' <b>inclin. del terreno a valle</b>	<b>1</b>	
<b>gc</b>	2° Fattore che tiene conto dell' <b>inclin. del terreno a valle</b>	<b>1</b>	
<b>gy</b>	3° Fattore che tiene conto dell' <b>inclin. del terreno a valle</b>	<b>1</b>	

$\gamma$ terreno valle	$\gamma$ del terreno a valle	21	kN/m3
$\gamma$ terreno fond.	$\gamma$ del terreno di fondazione	21	kN/m3
hw	Altezza della falda da intrad. fond., positiva se sta verso l'alto	-2	m
$\gamma^*$ terreno valle	$\gamma$ del terr. a valle che tiene conto della event. pres. della falda	21.00	
H'	Prof. del cuneo al di sotto della fond. in regime di spinta attiva	<b>0.72</b>	m
$\gamma^*$ terreno fond.	$\gamma$ del terr. di fond. che tiene conto della event. pres. della falda	21.00	kN/m3
q lim	Carico limite	<b>1419</b>	kN/m2
q lim risultante	Carico limite risultante sull'area efficace (B'xL')	<b>8458</b>	kN
R3	Coefficiente parziale R3	2.3	
q lim risult fatt	Carico limite risultante sull'area efficace (B'xL') diviso per R3	<b>3677</b>	kN
N per verifica	Carico assiale agente ad intrad. fond. calcolato per la verifica	<b>557</b>	kN
Verifica	<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>		

tasso di sfruttamento

**0.152**

#### 8.2.4 SLV - M1max intorno a L

Combinazione: SISMA Y SLV

F1	F2	F3	M1	M2	M3
KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
18.6	20.5	174.5	108.0	51.1	0.2

Peso tamponature: 75.0 kN

Peso fondazione: 134.75 kN

Lungh tot fond (B)	Larghezza totale fondazione	1.5	m
Largh tot fond (L)	Lunghezza totale fondazione	4.9	m
H fond	Altezza della fondazione	1	m
$\alpha$ fond	Inclinazione del piano di posa della fondazione	0	°
Approfond. Fond	Approfondimento della fondazione fino a estradosso	0	m
$\omega$ terreno valle	Inclinazione del terreno a valle	0	°

$\phi'$	Angolo di attrito del terreno di fondazione	30.0	°
$\gamma$	Peso per unità di volume del terreno di fondazione	21.0	kN/m3
$\delta$	Angolo di attrito terra-fondazione	30.0	
c'	Coesione efficace	27	kPa (kN/m2)
$\gamma c'$ M1	Coefficiente parziale di c' per la condizione M1	1	
c' M1	Coesione efficace per la condizione M1	<b>27</b>	kPa (kN/m2)
cu	Coesione non drenata	80	kPa (kN/m2)
$\gamma cu$ M1	Coefficiente parziale di cu per la condizione M1	1	
cu M1	Coesione non drenata per la condizione M1	<b>80</b>	kPa (kN/m2)

<b>tan(<math>\delta</math>)</b>	Coefficiente d'attrito terra-fondazione	0.577	
<b><math>\gamma\delta(\gamma\phi')</math> M1</b>	Coefficiente parziale di $\tan\phi'$ per la condizione M1	1	
<b>tan(<math>\delta</math>) M1</b>	Coefficiente d'attrito terra-fondazione per la condizione M1	<b>0.577</b>	
<b>tan(<math>\phi'</math>)</b>	Tang. dell'angolo di resistenza al taglio del terreno di fond.	0.577	
<b><math>\phi'</math> M1</b>	Angolo d'attrito del terreno di fond. per la condizione M1	<b>0.524</b>	radianti
<b>tan(<math>\phi'</math>) M1</b>	Tang. ang. di resist. al taglio terr. di fond. per la cond. M1	<b>0.577</b>	

<b>Nq</b>	<b>1° Fattore di capacità portante</b>	<b>18.40</b>	
<b>Nc</b>	<b>2° Fattore di capacità portante</b>	<b>30.14</b>	
<b>Ny</b>	<b>3° Fattore di capacità portante</b>	<b>22.40</b>	
<b>N</b>	Carico assiale, riferito a baricentro fondazione, >0 verso il basso	384	kN
<b>T// B</b>	Taglio long., riferito a baric. fond.	20	kN
<b>T// L</b>	Taglio trasv., riferito a baric. fond.	19	kN
<b>M attorno all'asse // a L</b>	Momento attorno asse y, riferito a baric. fond.	128	kNm
<b>M attorno all'asse // a B</b>	Momento attorno asse x, riferito a baric. fond.	70	kNm
<b>e secondo B</b>	Eccentricità del carico in fondazione in direzione longitudinale	0.334	m
<b>e secondo L</b>	Eccentricità del carico in fondazione in direzione trasversale	0.182	m
<b>B'</b>	Lunghezza ridotta della fondazione	0.83	m
<b>L'</b>	Prof. ridotta della fondazione	4.54	m
<b>sq</b>	1° Fattore corrett. che tiene conto della <b>forma della fond.</b>	<b>1.05</b>	
<b>sc</b>	2° Fattore corrett. che tiene conto della <b>forma della fond.</b>	<b>1.11</b>	
<b>sy</b>	3° Fattore corrett. che tiene conto della <b>forma della fond.</b>	<b>1.05</b>	
<b>D</b>	Approfond. del piano di posa (altezza fond.+ricopr. a valle)	1.00	m
<b>dq</b>	1° Fattore che tiene conto dell' <b>approfond. del piano di posa</b>	<b>1.25</b>	
<b>dc</b>	2° Fattore che tiene conto dell' <b>approfond. del piano di posa</b>	<b>1.27</b>	
<b>m</b>	$(2+B'/L')/(1+B'/L')$	1.85	
<b>iq</b>	1° Fattore che tiene conto dell' <b>inclinaz. del carico in fond.</b>	<b>0.93</b>	
<b>ic</b>	2° Fattore che tiene conto dell' <b>inclinaz. del carico in fond.</b>	<b>0.93</b>	
<b>iy</b>	3° Fattore che tiene conto dell' <b>inclinaz. del carico in fond.</b>	<b>0.90</b>	
<b>bq</b>	1° Fatt. che tiene conto dell' <b>incl. piano di posa della fond.</b>	<b>1</b>	
<b>bc</b>	2° Fatt. che tiene conto dell' <b>incl. piano di posa della fond.</b>	<b>1</b>	
<b>by</b>	3° Fatt. che tiene conto dell' <b>incl. piano di posa della fond.</b>	<b>1</b>	
<b>gq</b>	1° Fattore che tiene conto dell' <b>inclin. del terreno a valle</b>	<b>1</b>	
<b>gc</b>	2° Fattore che tiene conto dell' <b>inclin. del terreno a valle</b>	<b>1</b>	
<b>gy</b>	3° Fattore che tiene conto dell' <b>inclin. del terreno a valle</b>	<b>1</b>	
<b><math>\gamma</math> terreno valle</b>	$\gamma$ del terreno a valle	21	kN/m <sup>3</sup>
<b><math>\gamma</math> terreno fond.</b>	$\gamma$ del terreno di fondazione	21	kN/m <sup>3</sup>
<b>hw</b>	Altezza della falda da intrad. fond., positiva se sta verso l'alto	-2	m
<b><math>\gamma^*</math> terreno valle</b>	$\gamma$ del terr. a valle che tiene conto della event. pres. della falda	21.00	
<b>H'</b>	Prof. del cuneo al di sotto della fond. in regime di spinta attiva	<b>0.65</b>	m
<b><math>\gamma^*</math> terreno fond.</b>	$\gamma$ del terr. di fond. che tiene conto della event. pres. della falda	21.00	kN/m <sup>3</sup>
<b>q lim</b>	Carico limite	<b>1515</b>	kN/m <sup>2</sup>
<b>q lim risultante</b>	Carico limite risultante sull'area efficace (B' $\times$ L')	<b>5714</b>	kN
<b>R3</b>	Coefficiente parziale R3	2.3	

<b>q lim risult fatt</b>	Carico limite risultante sull'area efficace (B'xL') diviso per R3	<b>2485</b>	kN
<b>N per verifica</b>	Carico assiale agente ad intrad. fond. calcolato per la verifica	<b>384</b>	kN
<b>Verifica</b>	<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>		

tasso di sfruttamento

**0.155**

### 8.2.5 SLV - M2max intorno a B

Combinazione: SISMA X SLV

F1	F2	F3	M1	M2	M3
KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
69.4	25.7	147.4	5.6	177.1	0.1

Peso tamponature: 62.7 kN

Peso fondazione: 112.8 kN

<b>Lungh tot fond (B)</b>	Larghezza totale fondazione	1.5	m
<b>Largh tot fond (L)</b>	Lunghezza totale fondazione	4.1	m
<b>H fond</b>	Altezza della fondazione	1	m
<b><math>\alpha</math> fond</b>	Inclinazione del piano di posa della fondazione	0	°
<b>Approfond. Fond</b>	Approfondimento della fondazione fino a estradosso	0	m
<b><math>\omega</math> terreno valle</b>	Inclinazione del terreno a valle	0	°

<b><math>\phi'</math></b>	Angolo di attrito del terreno di fondazione	30.0	°
<b><math>\gamma</math></b>	Peso per unità di volume del terreno di fondazione	21.0	kN/m3
<b><math>\delta</math></b>	Angolo di attrito terra-fondazione	30.0	
<b>c'</b>	Coesione efficace	27	kPa (kN/m2)
<b><math>\gamma c'</math> M1</b>	Coefficiente parziale di c' per la condizione M1	1	
<b>c' M1</b>	Coesione efficace per la condizione M1	<b>27</b>	kPa (kN/m2)
<b>cu</b>	Coesione non drenata	80	kPa (kN/m2)
<b><math>\gamma cu</math> M1</b>	Coefficiente parziale di cu per la condizione M1	1	
<b>cu M1</b>	Coesione non drenata per la condizione M1	<b>80</b>	kPa (kN/m2)
<b>tan(<math>\delta</math>)</b>	Coefficiente d'attrito terra-fondazione	0.577	
<b><math>\gamma \delta(\gamma \phi')</math> M1</b>	Coefficiente parziale di tan $\phi'$ per la condizione M1	1	
<b>tan(<math>\delta</math>) M1</b>	Coefficiente d'attrito terra-fondazione per la condizione M1	<b>0.577</b>	
<b>tan(<math>\phi'</math>)</b>	Tang. dell'angolo di resistenza al taglio del terreno di fond.	0.577	
<b><math>\phi'</math> M1</b>	Angolo d'attrito del terreno di fond. per la condizione M1	<b>0.524</b>	radianti
<b>tan(<math>\phi'</math>) M1</b>	Tang. ang. di resist. al taglio terr. di fond. per la cond. M1	<b>0.577</b>	

<b>Nq</b>	<b>1° Fattore di capacità portante</b>	<b>18.40</b>	
<b>Nc</b>	<b>2° Fattore di capacità portante</b>	<b>30.14</b>	

<b>Ny</b>	<b>3° Fattore di capacità portante</b>	<b>22.40</b>	
<b>N</b>	Carico assiale, riferito a baricentro fondazione, >0 verso il basso	323	kN
<b>T// B</b>	Taglio long., riferito a baric. fond.	26	kN
<b>T// L</b>	Taglio trasv., riferito a baric. fond.	69	kN
<b>M attorno all'asse // a L</b>	Momento attorno asse y, riferito a baric. fond.	31	kNm
<b>M attorno all'asse // a B e secondo B</b>	Momento attorno asse x, riferito a baric. fond.	247	kNm
<b>e secondo L</b>	Eccentricità del carico in fondazione in direzione longitudinale	0.097	m
<b>B'</b>	Lunghezza ridotta della fondazione	1.31	m
<b>L'</b>	Prof. ridotta della fondazione	2.57	m
<b>sq</b>	1° Fattore corrett. che tiene conto della <b>forma della fond.</b>	<b>1.15</b>	
<b>sc</b>	2° Fattore corrett. che tiene conto della <b>forma della fond.</b>	<b>1.30</b>	
<b>sy</b>	3° Fattore corrett. che tiene conto della <b>forma della fond.</b>	<b>1.15</b>	
<b>D</b>	Approfond. del piano di posa (altezza fond.+ricopr. a valle)	1.00	m
<b>dq</b>	1° Fattore che tiene conto dell' <b>approfond. del piano di posa</b>	<b>1.22</b>	
<b>dc</b>	2° Fattore che tiene conto dell' <b>approfond. del piano di posa</b>	<b>1.23</b>	
<b>m</b>	$(2+B'/L')/(1+B'/L')$	1.66	
<b>iq</b>	1° Fattore che tiene conto dell' <b>inclinaz. del carico in fond.</b>	<b>0.91</b>	
<b>ic</b>	2° Fattore che tiene conto dell' <b>inclinaz. del carico in fond.</b>	<b>0.91</b>	
<b>iy</b>	3° Fattore che tiene conto dell' <b>inclinaz. del carico in fond.</b>	<b>0.86</b>	
<b>bq</b>	1° Fatt. che tiene conto dell' <b>incl. piano di posa della fond.</b>	<b>1</b>	
<b>bc</b>	2° Fatt. che tiene conto dell' <b>incl. piano di posa della fond.</b>	<b>1</b>	
<b>by</b>	3° Fatt. che tiene conto dell' <b>incl. piano di posa della fond.</b>	<b>1</b>	
<b>gq</b>	1° Fattore che tiene conto dell' <b>inclin. del terreno a valle</b>	<b>1</b>	
<b>gc</b>	2° Fattore che tiene conto dell' <b>inclin. del terreno a valle</b>	<b>1</b>	
<b>gy</b>	3° Fattore che tiene conto dell' <b>inclin. del terreno a valle</b>	<b>1</b>	
<b>γ terreno valle</b>	γ del terreno a valle	21	kN/m3
<b>γ terreno fond.</b>	γ del terreno di fondazione	21	kN/m3
<b>hw</b>	Altezza della falda da intrad. fond., positiva se sta verso l'alto	-2	m
<b>γ* terreno valle</b>	γ del terr. a valle che tiene conto della event. pres. della falda	21.00	
<b>H'</b>	Prof. del cuneo al di sotto della fond. in regime di spinta attiva	<b>1.02</b>	m
<b>γ* terreno fond.</b>	γ del terr. di fond. che tiene conto della event. pres. della falda	21.00	kN/m3
<b>q lim</b>	Carico limite	<b>1753</b>	kN/m2
<b>q lim risultante</b>	Carico limite risultante sull'area efficace (B'xL')	<b>5891</b>	kN
<b>R3</b>	Coefficiente parziale R3	2.3	
<b>q lim risult fatt</b>	Carico limite risultante sull'area efficace (B'xL') diviso per R3	<b>2561</b>	kN
<b>N per verifica</b>	Carico assiale agente ad intrad. fond. calcolato per la verifica	<b>323</b>	kN
<b>Verifica</b>	<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>		

### 8.2.6 SLU - $N_{max}$

Combinazione: SLU STR1

F1	F2	F3	M1	M2	M3
KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
2.5	26.9	222.4	-37.0	3.3	0.0

Peso tamponature: 78 kN

Peso fondazione: 140.3 kN

<b>Lungh tot fond (B)</b>	Larghezza totale fondazione	1.5	m
<b>Largh tot fond (L)</b>	Lunghezza totale fondazione	5.1	m
<b>H fond</b>	Altezza della fondazione	1	m
<b><math>\alpha</math> fond</b>	Inclinazione del piano di posa della fondazione	0	°
<b>Approfond. Fond</b>	Approfondimento della fondazione fino a estradosso	0	m
<b><math>\omega</math> terreno valle</b>	Inclinazione del terreno a valle	0	°

<b><math>\phi'</math></b>	Angolo di attrito del terreno di fondazione	30.0	°
<b><math>\gamma</math></b>	Peso per unità di volume del terreno di fondazione	21.0	kN/m <sup>3</sup>
<b><math>\delta</math></b>	Angolo di attrito terra-fondazione	30.0	
<b><math>c'</math></b>	Coesione efficace	27	kPa (kN/m <sup>2</sup> )
<b><math>\gamma c'</math> M1</b>	Coefficiente parziale di $c'$ per la condizione M1	1	
<b><math>c'</math> M1</b>	Coesione efficace per la condizione M1	<b>27</b>	kPa (kN/m <sup>2</sup> )
<b><math>c_u</math></b>	Coesione non drenata	80	kPa (kN/m <sup>2</sup> )
<b><math>\gamma c_u</math> M1</b>	Coefficiente parziale di $c_u$ per la condizione M1	1	
<b><math>c_u</math> M1</b>	Coesione non drenata per la condizione M1	<b>80</b>	kPa (kN/m <sup>2</sup> )
<b><math>\tan(\delta)</math></b>	Coefficiente d'attrito terra-fondazione	0.577	
<b><math>\gamma \delta(\gamma \phi')</math> M1</b>	Coefficiente parziale di $\tan \phi'$ per la condizione M1	1	
<b><math>\tan(\delta)</math> M1</b>	Coefficiente d'attrito terra-fondazione per la condizione M1	<b>0.577</b>	
<b><math>\tan(\phi')</math></b>	Tang. dell'angolo di resistenza al taglio del terreno di fond.	0.577	
<b><math>\phi'</math> M1</b>	Angolo d'attrito del terreno di fond. per la condizione M1	<b>0.524</b>	radianti
<b><math>\tan(\phi')</math> M1</b>	Tang. ang. di resist. al taglio terr. di fond. per la cond. M1	<b>0.577</b>	

<b>N<sub>q</sub></b>	<b>1° Fattore di capacità portante</b>	<b>18.40</b>	
<b>N<sub>c</sub></b>	<b>2° Fattore di capacità portante</b>	<b>30.14</b>	
<b>N<sub>y</sub></b>	<b>3° Fattore di capacità portante</b>	<b>22.40</b>	
<b>N</b>	Carico assiale, riferito a baricentro fondazione, >0 verso il basso	522	kN
<b>T// B</b>	Taglio long., riferito a baric. fond.	27	kN
<b>T// L</b>	Taglio trasv., riferito a baric. fond.	3	kN
<b>M attorno all'asse // a L</b>	Momento attorno asse y, riferito a baric. fond.	-10	kNm
<b>M attorno all'asse // a B</b>	Momento attorno asse x, riferito a baric. fond.	6	kNm
<b>e secondo B</b>	Eccentricità del carico in fondazione in direzione longitudinale	-0.019	m

<b>e secondo L</b>	Eccentricità del carico in fondazione in direzione trasversale	0.011	m
<b>B'</b>	Lunghezza ridotta della fondazione	1.46	m
<b>L'</b>	Prof. ridotta della fondazione	5.08	m
<b>sq</b>	1° Fattore corrett. che tiene conto della <b>forma della fond.</b>	<b>1.09</b>	
<b>sc</b>	2° Fattore corrett. che tiene conto della <b>forma della fond.</b>	<b>1.17</b>	
<b>sy</b>	3° Fattore corrett. che tiene conto della <b>forma della fond.</b>	<b>1.09</b>	
<b>D</b>	Approfond. del piano di posa (altezza fond.+ricopr. a valle)	1.00	m
<b>dq</b>	1° Fattore che tiene conto dell' <b>approfond. del piano di posa</b>	<b>1.20</b>	
<b>dc</b>	2° Fattore che tiene conto dell' <b>approfond. del piano di posa</b>	<b>1.21</b>	
<b>m</b>	$(2+B'/L')/(1+B'/L')$	1.78	
<b>iq</b>	1° Fattore che tiene conto dell' <b>inclinaz. del carico in fond.</b>	<b>0.95</b>	
<b>ic</b>	2° Fattore che tiene conto dell' <b>inclinaz. del carico in fond.</b>	<b>0.94</b>	
<b>iy</b>	3° Fattore che tiene conto dell' <b>inclinaz. del carico in fond.</b>	<b>0.92</b>	
<b>bq</b>	1° Fatt. che tiene conto dell' <b>incl. piano di posa della fond.</b>	<b>1</b>	
<b>bc</b>	2° Fatt. che tiene conto dell' <b>incl. piano di posa della fond.</b>	<b>1</b>	
<b>by</b>	3° Fatt. che tiene conto dell' <b>incl. piano di posa della fond.</b>	<b>1</b>	
<b>gq</b>	1° Fattore che tiene conto dell' <b>inclin. del terreno a valle</b>	<b>1</b>	
<b>gc</b>	2° Fattore che tiene conto dell' <b>inclin. del terreno a valle</b>	<b>1</b>	
<b>gy</b>	3° Fattore che tiene conto dell' <b>inclin. del terreno a valle</b>	<b>1</b>	
<b>γ terreno valle</b>	γ del terreno a valle	21	kN/m3
<b>γ terreno fond.</b>	γ del terreno di fondazione	21	kN/m3
<b>hw</b>	Altezza della falda da intrad. fond., positiva se sta verso l'alto	-2	m
<b>γ* terreno valle</b>	γ del terr. a valle che tiene conto della event. pres. della falda	21.00	
<b>H'</b>	Prof. del cuneo al di sotto della fond. in regime di spinta attiva	<b>1.14</b>	m
<b>γ* terreno fond.</b>	γ del terr. di fond. che tiene conto della event. pres. della falda	21.00	kN/m3
<b>q lim</b>	Carico limite	<b>1687</b>	kN/m2
<b>q lim risultante</b>	Carico limite risultante sull'area efficace (B'xL')	<b>12521</b>	kN
<b>R3</b>	Coefficiente parziale R3	2.3	
<b>q lim risult fatt</b>	Carico limite risultante sull'area efficace (B'xL') diviso per R3	<b>5444</b>	kN
<b>N per verifica</b>	Carico assiale agente ad intrad. fond. calcolato per la verifica	<b>522</b>	kN
<b>Verifica</b>	<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>		

tasso di sfruttamento

**0.096**



PROGETTO DEFINITIVO

DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA–CATANIA–PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO–CATANIA

RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO – LERCARA

DIRAMAZIONE – LOTTO 1+2

Relazione di calcolo fondazioni fabbricato PGEP

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Z	00	D 26	CLPT2000001	B	26 di 28

### 8.3 CALCOLO DEL CEDIMENTO

Viene calcolata la massima tensione media indotta sul terreno in condizioni di esercizio rare:

$$N_{\max} = 180.8 \text{ kN (Comb SLE RARA – Pilastrini allineamento 4)}$$

$$\text{Peso fond} = 139.6 \text{ kN}$$

$$N_{\text{TOT}} = 300.3 \text{ kN}$$

$$\sigma_{\text{media,max}} = 300.3 / ((4.5+5.65)/2 \text{ m} \times 1.5 \text{ m}) = 300.3 / (5.075 \text{ m} \times 1.5 \text{ m}) = 0.039 \text{ MPa}$$

A favore di sicurezza viene considerato il modulo elastico del primo strato di terreno:

$$E = 61 \text{ MPa}$$

Deformazione unitaria del terreno:

$$\varepsilon = \sigma / E = 0.0006$$

Assumendo come volume di terreno significativo quello fino ad una profondità di 5.1m, il cedimento risulta pari a:

$$d = \varepsilon \times H = 0.0006 \times 5.1 = \mathbf{3.3 \text{ mm}}$$