

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



IL DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE:

Ing. L. IACOPO

Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche

PROGETTO ESECUTIVO

**ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO
2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO**

RELAZIONE

IMPIANTI DI LUCE E FORZA MOTRICE

LF04

Fermata di Solopaca

Relazione di calcolo dei blocchi di fondazione e dei sostegni per impianti di illuminazione

APPALTATORE		SCALA:
IL DIRETTORE TECNICO		
Geom. M. FERRONI		

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

I F 2 R 2 2 E Z Z C L L F 0 4 0 0 0 0 3 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE	M. COIA	23/06/21	L. MELICA	24/06/21	A. CARLUCCI	24/06/21	IL PROGETTISTA ING. D. D'APOLLONIO
A	REVISIONE A SEGUITO RDV	M. COIA	29/10/21	L. MELICA	30/10/21	A. CARLUCCI	30/10/21	
								 31/10/21

File: IF2R.2.2.E.ZZ.CL.LF.04.0.0.003.B

n. Elab.:

APPALTATORE:	 TELESE S.c.a r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:			PROGETTO ESECUTIVO			
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
Impianti di luce e forza motrice LF04 - Fermata di Solopaca Relazione di calcolo dei blocchi di fondazione			COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LF.04.0.0.003
					REV. B	FOGLIO 2 di 41

Sommario

1	GENERALITA'	4
2	DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE	5
3	DESCRIZIONE DEI MATERIALI	7
3.1	STRUTTURE METALLICHE: STRUTTURA IN ELEVAZIONE	7
3.2	OPERE IN C.A.: STRUTTURA FONDALE	8
4	IL TERRENO DI FONDAZIONE	9
5	PRESENTAZIONE DEL MODELLO STRUTTURALE E LE SUE PROPRIETA' 10	
5.1	SCHEMATIZZAZIONE DELLE AZIONI, CONDIZIONI E COMBINAZIONI DI CARICO	10
6	CARICHI DI PROGETTO	11
6.1	PESO PROPRIO DEL PLINTO (G1).....	11
6.2	PESO DEGLI OGGETTI VERTICALI (G2)	11
6.3	SOVRACCARICHI VARIABILI (Q1/Q2/Q3)	12
6.3.1	Azione della Neve	12
6.3.2	Azione del Vento (Q2, Q3).....	15
6.3.3	Azione Sismica	23
7	COMBINAZIONI DEI CARICHI SECONDO IL D.M. 17/01/2018	30
8	AZIONI NELLE VERIFICHE AGLI STATI LIMITE	32
8.1	STATI LIMITE ULTIMI	32
9	VERIFICHE	34
9.1	VERIFICA AL RIBALTAMENTO	34

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: Mandante: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
Impianti di luce e forza motrice LF04 - Fermata di Solopaca Relazione di calcolo dei blocchi di fondazione	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LF.04.0.0.003	REV. B	FOGLIO 3 di 41

9.2	VERIFICA ALLO SCORRIMENTO	36
9.3	VERIFICA A FLESSIONE	37
9.4	VERIFICHE AL CARICO LIMITE VERTICALE	38

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Impianti di luce e forza motrice LF04 - Fermata di Solopaca Relazione di calcolo dei blocchi di fondazione	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LF.04.0.0.003	REV. B	FOGLIO 4 di 41

1 GENERALITA'

Nell'ambito degli interventi di potenziamento del collegamento ferroviario Napoli-Bari è prevista la realizzazione di un nuovo tracciato a doppio binario in variante, dalla stazione di Frasso Telesino fino alla nuova Stazione di Vitulano.

Gli obiettivi che con tale progetto si intendono perseguire sono:

- Riduzione delle interferenze urbanistiche tra linee ferroviarie e territorio comunale;
- Realizzazione di un sistema di trasporto integrato, intermodale ed intramodale ad elevata frequenza;
- Aumento della qualità dei servizi di trasporto offerti con riduzione dei tempi di percorrenza.

Nella seguente relazione di calcolo si eseguono le verifiche necessarie per i plinti di fondazione dell'impianto di illuminazione stradale.

Per il progetto strutturale la determinazione delle azioni, delle sollecitazioni e la procedura di verifica si fa riferimento alla normativa italiana vigente sulle costruzioni, in particolare si fa riferimento al D.M. 17 gennaio 2018, recante "Nuove norme tecniche per le costruzioni".

In particolare:

- **D.M. del 17.01.2018:** "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni";
- **C.M. del 21.01.2019:** "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018;
- **Norma UNI ENV 1993-1-1 (Eurocodice 3)** "Progettazione delle strutture di acciaio".

Ad integrazione della NTC gli aspetti normativi che riguardano i plinti sono:

- **UNI EN 10025-2:** Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali
- **UNI EN 206:** Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità
- **UNI 11104:** Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Impianti di luce e forza motrice LF04 - Fermata di Solopaca Relazione di calcolo dei blocchi di fondazione	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LF.04.0.0.003	REV. B	FOGLIO 5 di 41

2 DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE

I pali di sostegno degli apparecchi illuminanti dovranno essere conformi alle norme UNI EN 40; essi saranno di tipo troncoconico dritto installati ad infissione in fondazioni realizzate tramite un blocco unico di calcestruzzo armato di forma parallelepipedica. Nello specifico si riconosce n.1 caso studio per il palo di illuminazione in rilevato e n.1 caso studio per il palo di illuminazione in trincea, considerato il più gravoso, per i quali se ne espongono le caratteristiche geometriche.

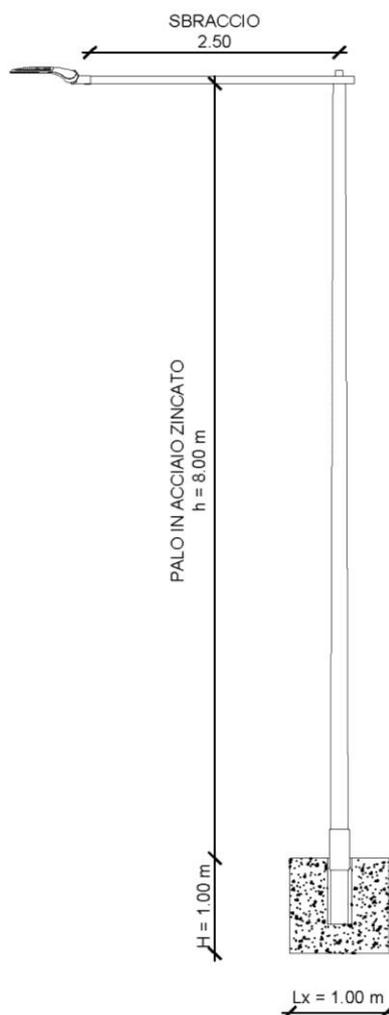


Fig1. Palo di illuminazione

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandataria:	Mandante:						
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					
Impianti di luce e forza motrice LF04 - Fermata di Solopaca Relazione di calcolo dei blocchi di fondazione		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	LF.04.0.0.003	B	6 di 41

Dati	Var	unità	
Altezza fuori terra palo	Hft	m	8,00
Altezza totale palo	Ht	m	8,80
Sbraccio	b	m	2,50
∅ Base palo	D	mm	148,00
∅ Testa palo	d	mm	60,00
Spessore palo	t	mm	4,00
∅ Sbraccio	Ds	mm	60,00
Spessore sbraccio	ts	mm	3,00
Peso palo	Pp	Kg	86,00
Tensione ammissibile acciaio palo Fe430	Samm	Kg/cmq	1900,00
Altezza plinto	H	m	1,00
Larghezza plinto	Lx	m	1,00
Lunghezza plinto	Ly	m	1,00

Il palo sarà realizzato in lamiera di acciaio di qualità almeno pari ad S235, piegata e saldata longitudinalmente.

Per il sostegno degli apparecchi di illuminazione su mensola o a cima-palo dovranno essere impiegati bracci in acciaio o codoli zincati a caldo.

A valle di quanto esposto si riconosce una tipologia di blocco di fondazione.

APPALTATORE:	 TELESE S.c.a r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:			PROGETTO ESECUTIVO			
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
Impianti di luce e forza motrice			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
LF04 - Fermata di Solopaca			IF2R	2.2.E.ZZ	CL	LF.04.0.0.003
Relazione di calcolo dei blocchi di fondazione						REV. B
						FOGLIO 7 di 41

3 DESCRIZIONE DEI MATERIALI

I materiali che costituiscono l'opera nel suo complesso sono:

- Acciaio zincato e verniciato, per la mensola di sostegno del corpo illuminante;
- Acciaio S235 JR, per quanto riguarda il palo;
- Calcestruzzo armato per il plinto di fondazione.

Di seguito si riportano le caratteristiche meccaniche di ciascun materiale:

3.1 STRUTTURE METALLICHE: STRUTTURA IN ELEVAZIONE

Riferimento normativo UNI EN 10025-2.

Profilati laminati a caldo:	UNI EN 10025 S 235 JR:
Tensione di snervamento	$f_{yk} = 2350$ [daN /cm ²]
Tensione di rottura	$f_{tk} = 3600$ [daN /cm ²]
Modulo di elasticità	$E = 210000$ N/mm ²
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0.3$
Coeff. espansione termica lineare	$\alpha = 12 \times 10^{-6}$ per °C ⁻¹
Densità	$\rho = 7850$ kg/m ³
Coefficiente sicurezza	$\gamma_{M0} = 1,05$ (Resistenza Sezioni)
Coefficiente sicurezza	$\gamma_{M0} = 1,05$ (Resistenza all'instabilità)
Coefficiente sicurezza	$\gamma_{M2} = 1,25$ (Resistenza sezioni forate)

APPALTATORE:	 TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:			PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandante:							
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
Impianti di luce e forza motrice LF04 - Fermata di Solopaca Relazione di calcolo dei blocchi di fondazione			COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LF.04.0.0.003	REV. B	FOGLIO 8 di 41

3.2 OPERE IN C.A.: STRUTTURA FONDALE

Riferimento normativo UNI EN 206 e UNI 11104.

Classe di resistenza:	C25/30
Classe di esposizione:	XC2
Classe di consistenza slump:	S4
Contenuto minimo di cemento:	300 Kg/mc
Rapporto A/C:	≤ 0.60
Aggregato:	Conforme a UNI EN 12620
Massima dimensione aggregato:	25 mm
Acqua :	Conforme a UNI EN 1008
Cemento :	CEM II/A-LL 42.5 R (Conforme alla UNI-EN 197/1)
Resistenza caratteristica cubica:	$R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica cilindrica:	$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica cilindrica media:	$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 33 \text{ N/mm}^2$
Resistenza media a trazione semplice:	$f_{ctm} = 0.30 f_{ck}^{2/3} = 2.56 \text{ N/mm}^2$
Resistenza media a trazione per flessione:	$f_{ctfm} = 1.2 f_{ctm} = 3.08 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica a trazione semplice (5%):	$f_{ctk} = 0.7 f_{ctm} = 1.79 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica a trazione semplice (95%):	$f_{ctk} = 1.3 f_{ctm} = 3.33 \text{ N/mm}^2$
Modulo di elasticità longitudinale	$E_{cm} = 22.000 [f_{cm}/10]^{0.3} = 31476 \text{ N/mm}^2$
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0.1$
Coeff. espansione termica lineare	$\alpha = 10 \times 10^{-6} \text{ per } ^\circ\text{C}^{-1}$
Densità	$\rho = 2500 \text{ kg/m}^3$
Coefficiente sicurezza SLU	$\gamma_C = 1,50$
Resistenza di progetto a compressione SLU	$f_{cd} = 0,85 f_{ck} / \gamma_C = 14.17 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di progetto a trazione SLU	$f_{ctd} = 0.7 f_{ctk} / \gamma_C = 1.20 \text{ N/mm}^2$
Coefficiente sicurezza SLE	$\gamma_C = 1,00$
combinazione rara	$\sigma_{c,ad} = 0,60 f_{ck} = 15.00 \text{ N/mm}^2$
combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,ad} = 0,45 f_{ck} = 11.25 \text{ N/mm}^2$

APPALTATORE:	 TELESE S.c.a r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:	Mandatario: Mandante: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO			
Impianti di luce e forza motrice LF04 - Fermata di Solopaca Relazione di calcolo dei blocchi di fondazione	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LF.04.0.0.003	REV. B	FOGLIO 9 di 41

4 IL TERRENO DI FONDAZIONE

I calcoli di cui alla presente Relazione Tecnica, sono stati condotti considerando i parametri del terreno, discesi dalla relazione geotecnica, più gravosi ai fini della stabilità dell'intera struttura e del terreno, valutando in questo modo la condizione più sfavorevole.

Caratteristiche geotecniche		
Tipo di terreno	Terreno naturale-limo argilloso	
γ (peso specifico)	17,20	[kN/m ³]
φ (angolo di attrito interno)	21	[°]
c (coesione)	19,00	[kPa]

APPALTATORE:	 Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:			PROGETTO ESECUTIVO			
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
Impianti di luce e forza motrice LF04 - Fermata di Solopaca Relazione di calcolo dei blocchi di fondazione			COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LF.04.0.0.003
					REV. B	FOGLIO 10 di 41

5 PRESENTAZIONE DEL MODELLO STRUTTURALE E LE SUE PROPRIETA'

5.1 SCHEMATIZZAZIONE DELLE AZIONI, CONDIZIONI E COMBINAZIONI DI CARICO

Le azioni sono state schematizzate applicando i carichi previsti dalla norma. In particolare i carichi gravitazionali, derivanti dalle azioni permanenti o variabili, sono applicati in direzione verticale. Le azioni del vento sono applicate prevalentemente nelle due direzioni orizzontali.

Le azioni sismiche dinamiche, derivano dall'eccitazione delle masse assegnate alla struttura in proporzione ai carichi a cui sono associate per norma. I carichi sono suddivisi in più condizioni elementari di carico in modo da poter generare le combinazioni necessarie.

Per il calcolo delle sollecitazioni alla base del sostegno, si è fatto ricorso allo schema di mensola incastrata, di luce pari all'altezza fuori terra (H_{ft}) del palo. Così da ricavare gli scarichi in testa al plinto di fondazione considerato.



APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Impianti di luce e forza motrice LF04 - Fermata di Solopaca Relazione di calcolo dei blocchi di fondazione	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LF.04.0.0.003	REV. B	FOGLIO 11 di 41

6 CARICHI DI PROGETTO

Le forze agenti sul sistema sono: il peso del plinto, il peso dell'oggetto verticale (palo, oggetto illuminante e sbraccio), la pressione della neve, la pressione del vento e l'azione del sisma. Le azioni sono ricavate dal capitolo 3 del D.M. 17/01/2018, "Nuove norme tecniche per le costruzioni".

1. Peso proprio del plinto
2. Peso degli oggetti verticali
3. Pressione della neve
4. Pressione del vento
5. Azione del sisma

6.1 PESO PROPRIO DEL PLINTO (G1)

Peso proprio elementi strutturali	G1	unità	
Peso specifico cls	γ_{cls}	Kg/mc	2480,00
Volume foro del palo	V_f	mc	0,0251
Volume blocco di fondazione	V_b	mc	0,975
P.P del blocco	$P_{p.b}$	Kg	2437,2

Per il calcolo del peso proprio del plinto si è proceduto a determinare il volume del plinto e successivamente a sottrargli l'ingombro dato dall'infissione del palo per 80 cm.

6.2 PESO DEGLI OGGETTI VERTICALI (G2)

Peso proprio non strutturale	G2		
Peso palo		Kg	86,00
Peso sbraccio		Kg	11,0
Peso corpo illuminante		Kg	9,4

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO			
Impianti di luce e forza motrice LF04 - Fermata di Solopaca Relazione di calcolo dei blocchi di fondazione	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	LF.04.0.0.003	B	12 di 41

6.3 SOVRACCARICHI VARIABILI (Q1/Q2/Q3)

6.3.1 Azione della Neve

Come riportato al paragrafo 3.4 del D.M. LL.PP. 17/01/2018: “Norme Tecniche per le Costruzioni”, il carico provocato dalla neve sulle coperture è valutato mediante la seguente espressione:

$$q_s = q_{sk} \cdot \mu_i \cdot C_E \cdot C_t$$

- dove:
- q_s carico neve sulla copertura;
- μ_i coefficiente di forma della copertura;
- q_{sk} valore caratteristico di riferimento carico neve al suolo [kN/m²], per un periodo di ritorno di 50 anni;
- C_E coefficiente di esposizione;
- C_t coefficiente termico.

Si ipotizza che il carico agisca in direzione verticale e lo si riferisce alla proiezione orizzontale della superficie della copertura.

Valore di riferimento del carico della neve al suolo

Il carico della neve al suolo dipende dalle condizioni locali di clima e di esposizione, considerata la variabilità delle precipitazioni nevose da zona a zona. In mancanza di adeguate indagini statistiche e specifici studi locali, che tengano conto sia dell'altezza del manto nevoso che della sua densità, il carico di riferimento della neve al suolo, per località poste a quota inferiore a 1500 m sul livello del mare, non dovrà essere assunto minore di quello calcolato in base alle espressioni riportate nel seguito, cui corrispondono valori associati ad un periodo di ritorno pari a 50 anni per le varie zone indicate nella Fig. 3.4.1. Tale zonazione non tiene conto di aspetti specifici e locali che, se necessario, devono essere definiti singolarmente.

I valori caratteristici minimi del carico della neve al suolo sono suddivise per zone, ed il sito in esame appartiene alla zona III.

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
Impianti di luce e forza motrice LF04 - Fermata di Solopaca Relazione di calcolo dei blocchi di fondazione		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LF.04.0.0.003	REV. FOGLIO B 13 di 41

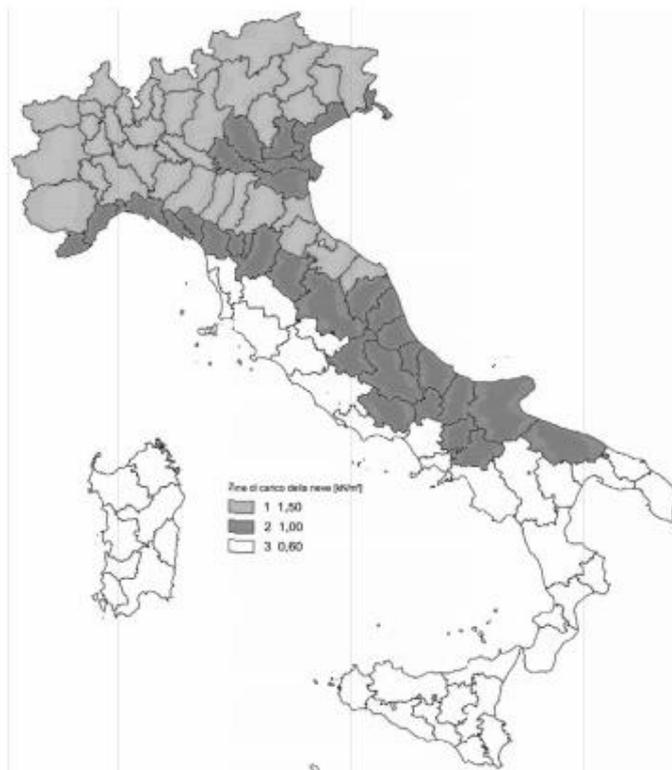


Fig. 3.4.1 – Zone di carico della neve

Zona I - Alpina Aosta, Belluno, Bergamo, Biella, Bolzano, Brescia, Como, Cuneo, Lecco, Pordenone, Sondrio, Torino, Trento, Udine, Verbanico-Cusio-Ossola, Vercelli, Vicenza	$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/m}^2$ $q_{sk} = 1,39 [1+(a_g/728)^2] \text{ kN/m}^2$	$a_s \leq 200 \text{ m}$ $a_s > 200 \text{ m}$
Zona I - Mediterranea Alessandria, Ancona, Asti, Bologna, Cremona, Forlì-Cesena, Lodi, Milano, Modena, Monza Brianza, Novara, Parma, Pavia, Pesaro e Urbino, Piacenza, Ravenna, Reggio Emilia, Rimini, Treviso, Varese	$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/m}^2$ $q_{sk} = 1,35 [1+(a_g/602)^2] \text{ kN/m}^2$	$a_s \leq 200 \text{ m}$ $a_s > 200 \text{ m}$
Zona II Arezzo, Ascoli Piceno, Avellino, Bari, Barletta-Andria-Trani, Benevento, Campobasso, Chieti, Fermo, Ferrara, Firenze, Foggia, Frosinone, Genova, Gorizia, Imperia, Isernia, L'Aquila, La Spezia, Lucca, Macerata, Mantova, Massa Carrara, Padova, Perugia, Pescara, Pistoia, Prato, Rieti, Rovigo, Savona, Teramo, Trieste, Venezia, Verona	$q_{sk} = 1,00 \text{ kN/m}^2$ $q_{sk} = 0,85 [1+(a_g/481)^2] \text{ kN/m}^2$	$a_s \leq 200 \text{ m}$ $a_s > 200 \text{ m}$
Zona III Agrigento, Brindisi, Cagliari, Caltanissetta, Carbonia-Iglesias, Caserta, Catania, Catanzaro, Cosenza, Crotone, Enna, Grosseto, Latina, Lecce, Livorno, Matera, Medio Campidano, Messina, Napoli, Nuoro, Ogliastra, Olbia-Tempio, Oristano, Palermo, Pisa, Potenza, Ragusa, Reggio Calabria, Roma, Salerno, Sassari, Siena, Siracusa, Taranto, Terni, Trapani, Vibo Valentia, Viterbo	$q_{sk} = 0,60 \text{ kN/m}^2$ $q_{sk} = 0,51 [1+(a_g/481)^2] \text{ kN/m}^2$	$a_s \leq 200 \text{ m}$ $a_s > 200 \text{ m}$

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Impianti di luce e forza motrice LF04 - Fermata di Solopaca Relazione di calcolo dei blocchi di fondazione	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LF.04.0.0.003	REV. B	FOGLIO 14 di 41

Essendo in zona III ed avendo $as > 200$ m,

$$q_{sk} = 0,51 \times [1 + (as/481)^2] = 0,917 \text{ kN/mq} = 91,7 \text{ Kg/mq}$$

Coefficiente di forma delle coperture

I coefficienti di forma delle coperture dipendono dalla forma stessa della copertura e dall'inclinazione sull'orizzontale delle sue parti componenti e dalle condizioni climatiche locali del sito ove sorge la costruzione.

In assenza di dati suffragati da opportuna documentazione, i valori nominali del coefficiente di forma μ_1 delle coperture ad una o a due falde possono essere ricavati dalla Tab. 3.4.II, essendo α , espresso in gradi sessagesimali, l'angolo formato dalla falda con l'orizzontale.

Tab. 3.4.II – Valori del coefficiente di forma

Coefficiente di forma	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_1	0,8	$0,8 \cdot \frac{(60 - \alpha)}{30}$	0,0

Coefficiente di esposizione

Il coefficiente di esposizione C_E tiene conto delle caratteristiche specifiche dell'area in cui sorge l'opera. Valori consigliati di questo coefficiente sono forniti in Tab. 3.4.I per diverse classi di esposizione. Se non diversamente indicato, si assumerà $C_E = 1$.

Tab. 3.4.I – Valori di C_E per diverse classi di esposizione

Topografia	Descrizione	C_E
Battuta dai venti	Aree pianeggianti non ostruite esposte su tutti i lati, senza costruzioni o alberi più alti	0,9
Normale	Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi	1,0
Riparata	Aree in cui la costruzione considerata è sensibilmente più bassa del circostante terreno o circondata da costruzioni o alberi più alti	1,1

Coefficiente termico

Il coefficiente termico tiene conto della riduzione del carico della neve, a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore della costruzione. Tale coefficiente dipende dalle proprietà di isolamento termico del materiale utilizzato in copertura. In assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere posto $C_t = 1$.

Per $\alpha = 0^\circ$ $\implies \mu_1 = 0,8$.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Impianti di luce e forza motrice LF04 - Fermata di Solopaca Relazione di calcolo dei blocchi di fondazione	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LF.04.0.0.003	REV. B	FOGLIO 15 di 41

Da cui:

$$q_s = \mu_i \times q_{sk} \times C_E \times C_t = 0,8 \times 0,917 \times 1 \times 1 = \mathbf{0,73kN/m^2 = 73,36 Kg/ m^2}$$

la risultante del carico della neve sullo sbraccio è 16,87 Kg

6.3.2 Azione del Vento (Q2, Q3)

Il vento, la cui direzione si considera generalmente orizzontale, esercita sulle costruzioni azioni che variano nel tempo e nello spazio provocando, in generale, effetti dinamici. Per le costruzioni usuali tali azioni sono convenzionalmente ricondotte alle azioni statiche equivalenti definite al § 3.3.3. Per le costruzioni di forma o tipologia inusuale, oppure di grande altezza o lunghezza, o di rilevante snellezza e leggerezza, o di notevole flessibilità e ridotte capacità dissipative, il vento può dare luogo ad effetti la cui valutazione richiede l'uso di metodologie di calcolo e sperimentali adeguate allo stato dell'arte.

Velocità base di riferimento

La velocità base di riferimento v_b è il valore medio su 10 minuti, a 10 m di altezza sul suolo su un terreno pianeggiante e omogeneo di categoria di esposizione II (vedi Tab. 3.3.II), riferito ad un periodo di ritorno $TR = 50$ anni. In mancanza di specifiche ed adeguate indagini statistiche, v_b è data dall'espressione:

$$v_b = v_{b,0} \cdot c_a$$

- $v_{b,0}$ è la velocità base di riferimento al livello del mare, assegnata nella Tab. 3.3.I in funzione della zona in cui sorge la costruzione;
- c_a è il coefficiente di altitudine fornito dalla relazione:

$$c_a = 1 \quad \text{per } a_s \leq a_0$$

$$c_a = 1 + k_s \left(\frac{a_s}{a_0} - 1 \right) \quad \text{per } a_0 < a_s \leq 1500 \text{ m}$$

dove:

- a_0 , k_s sono parametri forniti nella Tab. 3.3.I in funzione della zona in cui sorge la costruzione;

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Impianti di luce e forza motrice LF04 - Fermata di Solopaca Relazione di calcolo dei blocchi di fondazione	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LF.04.0.0.003	REV. B	FOGLIO 16 di 41

- as è l'altitudine sul livello del mare del sito ove sorge la costruzione.

Tab. 3.3.I - Valori dei parametri $v_{b,0}$, a_0 , k_s

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_s
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,40
2	Emilia Romagna	25	750	0,45
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,37
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,36
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,40
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,36
7	Liguria	28	1000	0,54
8	Provincia di Trieste	30	1500	0,50
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0,32

Per altitudini superiori a 1500 m sul livello del mare, i valori della velocità base di riferimento possono essere ricavati da opportuna documentazione o da indagini statistiche adeguatamente comprovate, riferite alle condizioni locali di clima e di esposizione. Fatte salve tali valutazioni, comunque raccomandate in prossimità di vette e crinali, i valori utilizzati non dovranno essere minori di quelli previsti per 1500 m di altitudine.



Fig. 3.3.1 - Mappa delle zone in cui è suddiviso il territorio italiano

APPALTATORE:	 TELESE S.c.a r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:	Mandatario: Mandante: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO			
Impianti di luce e forza motrice LF04 - Fermata di Solopaca Relazione di calcolo dei blocchi di fondazione	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LF.04.0.0.003	REV. B	FOGLIO 17 di 41

Velocità di riferimento

La velocità di riferimento v_r è il valore medio su 10 minuti, a 10 m di altezza dal suolo su un terreno pianeggiante e omogeneo di categoria di esposizione II (vedi Tab. 3.3.II), riferito al periodo di ritorno di progetto T_R . Tale velocità è definita dalla relazione:

$$v_r = v_b \cdot c_r$$

Dove:

- v_b è la velocità base di riferimento, di cui al § 3.3.1 (NTC2018);
- c_r è il coefficiente di ritorno, funzione del periodo di ritorno di progetto T_R .

In mancanza di specifiche e adeguate indagini statistiche, il coefficiente di ritorno è fornito dalla relazione:

$$c_r = 0.75 \sqrt{1 - 0.2 \times \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{T_R} \right) \right]}$$

dove T_R è il periodo di ritorno espresso in anni.

Ove non specificato diversamente, si assumerà $T_R = 50$ anni, cui corrisponde $c_r = 1$. Per un'opera di nuova realizzazione in fase di costruzione o per le fasi transitorie relative ad interventi sulle costruzioni esistenti, il periodo di ritorno dell'azione potrà essere ridotto come di seguito specificato:

- per fasi di costruzione o fasi transitorie con durata prevista in sede di progetto non superiore a tre mesi, si assumerà $T_R \leq 5$ anni;
- per fasi di costruzione o fasi transitorie con durata prevista in sede di progetto compresa fra tre mesi ed un anno, si assumerà $T_R \geq 10$ anni;

Pressione del vento

La pressione del vento è data dall'espressione:

$$P = q_r \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$$

APPALTATORE:	 TELESE S.c.a r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:	Mandatario: Mandante: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO			
Impianti di luce e forza motrice LF04 - Fermata di Solopaca Relazione di calcolo dei blocchi di fondazione	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	LF.04.0.0.003	B	18 di 41

Dove:

- q_r è la pressione cinetica di riferimento di cui al § 3.3.6 (NTC2018);
- c_e è il coefficiente di esposizione di cui al § 3.3.7 (NTC2018);
- c_p è il coefficiente di pressione di cui al § 3.3.8 (NTC2018);
- c_d è il coefficiente dinamico di cui al § 3.3.9 (NTC2018).

Azione tangente del vento

L'azione tangente per unità di superficie parallela alla direzione del vento è data dall'espressione:

$$P_f = q_r c_e c_f$$

Dove:

- q_r è la pressione cinetica di riferimento di cui al § 3.3.6 (NTC2018);
- c_e è il coefficiente di esposizione di cui al § 3.3.7 (NTC2018);
- c_f è il coefficiente d'attrito di cui al § 3.3.8 (NTC2018).

Pressione cinetica di riferimento

La pressione cinetica di riferimento q_r è data dall'espressione:

$$q_r = \frac{1}{2} \rho v_r^2$$

- dove v_r è la velocità di riferimento del vento di cui al § 3.3.2 (NTC2018);
- ρ è la densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a 1,25 kg/m³ (NTC2018).

Esprimendo ρ in kg/m³ e v_r in m/s, q_r risulta espresso in N/m².

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO			
Impianti di luce e forza motrice LF04 - Fermata di Solopaca Relazione di calcolo dei blocchi di fondazione	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	LF.04.0.0.003	B	19 di 41

Calcolo pressione cinetica di riferimento

Vento - calcolo pressione cinetica di riferimento

α	DIR	a_s	Zona	$V_{b,0}$	a_0	k_s	V_b	T_R	α_R	q_b
[°]		[m]		[m/s]	[m]		[m/s]	[anni]		[N/m ²]
0,00	+X; -X; +Y; -Y	430	3	27	500	0,370	27,00	50	1,00	456

LEGENDA:

α	Angolo di inclinazione del vento rispetto all'asse x
DIR	Direzioni locali di calcolo del vento
a_s	Altitudine sul livello del mare (m.s.l.m) del sito ove sorge la costruzione;
Zona	Zona di riferimento per il calcolo del vento;
$V_{b,0}, a_0, k_s$	Parametri per la definizione della velocità base di riferimento
V_b	Velocità di riferimento del vento associata ad un periodo di ritorno di 50 anni;
T_R	Periodo di ritorno;
α_R	Coefficiente per il calcolo della pressione cinetica di riferimento;
q_b	Pressione cinetica di riferimento.

Coefficiente di esposizione

Il coefficiente di esposizione c_e dipende dall'altezza z sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno e dalla categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione. In assenza di analisi specifiche che tengano in conto la direzione di provenienza del vento e l'effettiva scabrezza e topografia del terreno che circonda la costruzione, per altezze sul suolo non maggiori di $z = 200$ m, esso è dato dalla formula:

$$c_e(z) = k_r^2 c_t \ln(z/z_0) [7 + c_t \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{\min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{\min}) \quad \text{per } z < z_{\min}$$

Dove:

- k_r, z_0, z_{\min} sono assegnati in Tab. 3.3.II in funzione della categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione;

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandataria:	Mandante:						
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					
Impianti di luce e forza motrice LF04 - Fermata di Solopaca Relazione di calcolo dei blocchi di fondazione		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	LF.04.0.0.003	B	20 di 41

- c_t è il coefficiente di topografia.

Tab. 3.3.II - Parametri per la definizione del coefficiente di esposizione

Categoria di esposizione del sito	K_r	z_0 [m]	z_{min} [m]
I	0,17	0,01	2
II	0,19	0,05	4
III	0,20	0,10	5
IV	0,22	0,30	8
V	0,23	0,70	12

La categoria di esposizione è assegnata nella Fig. 3.3.2 in funzione della posizione geografica del sito ove sorge la costruzione e della classe di rugosità del terreno definita in Tab. 3.3.III. Nelle fasce entro 40 km dalla costa, la categoria di esposizione è indipendente dall'altitudine del sito. Il coefficiente di topografia c_t è posto generalmente pari a 1, sia per le zone pianeggianti sia per quelle ondulate, collinose e montane. In questo caso, la Fig. 3.3.3 riporta le leggi di variazione di c_e per le diverse categorie di esposizione. Nel caso di costruzioni ubicate presso la sommità di colline o pendii isolati, il coefficiente di topografia c_t può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione.

Tab. 3.3.III - Classi di rugosità del terreno

Classe di rugosità del terreno	Descrizione
A	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15 m
B	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive
C	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D
D	a) Mare e relativa fascia costiera (entro 2 km dalla costa); b) Lago (con larghezza massima pari ad almeno 1 km) e relativa fascia costiera (entro 1 km dalla costa) c) Aree prive di ostacoli o con al più rari ostacoli isolati (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate,)

L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Si può assumere che il sito appartenga alla Classe A o B, purché la costruzione si trovi nell'area relativa per non meno di 1 km e comunque per non meno di 20 volte l'altezza della costruzione, per tutti i settori di provenienza del vento ampi almeno 30°. Si deve assumere che il sito appartenga alla Classe D, qualora la costruzione sorga nelle aree indicate con le lettere a) o b), oppure entro un raggio di 1 km da essa vi sia un settore ampio 30°, dove il 90% del terreno sia del tipo indicato con la lettera c). Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, si deve assegnare la classe più sfavorevole (l'azione del vento è in genere minima in Classe A e massima in Classe D).

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandataria:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
Impianti di luce e forza motrice LF04 - Fermata di Solopaca Relazione di calcolo dei blocchi di fondazione		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. FOGLIO
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	LF.04.0.0.003	B 21 di 41

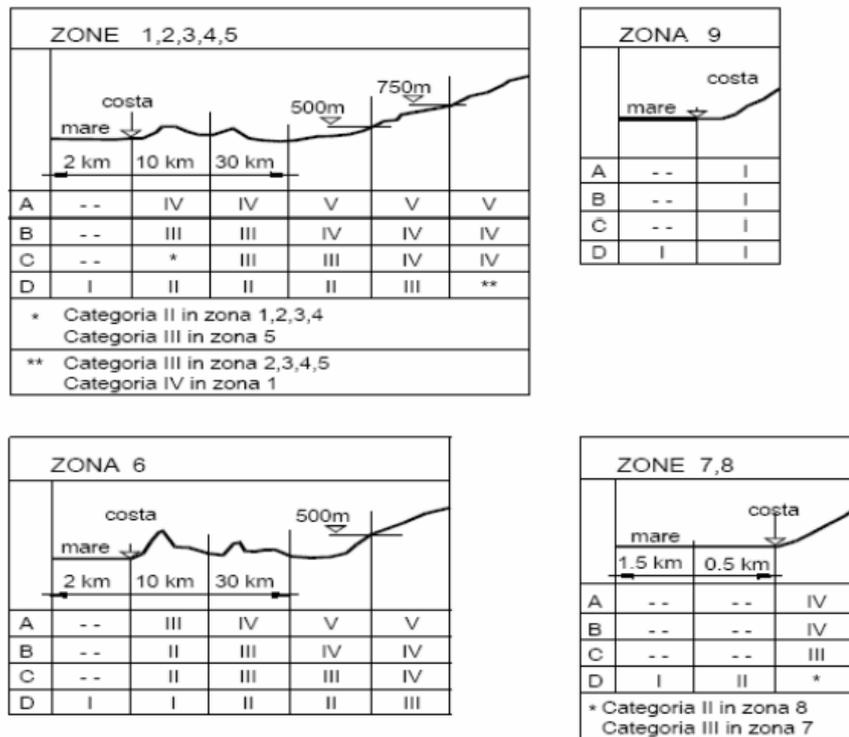


Fig. 3.3.2 - Definizione delle categorie di esposizione

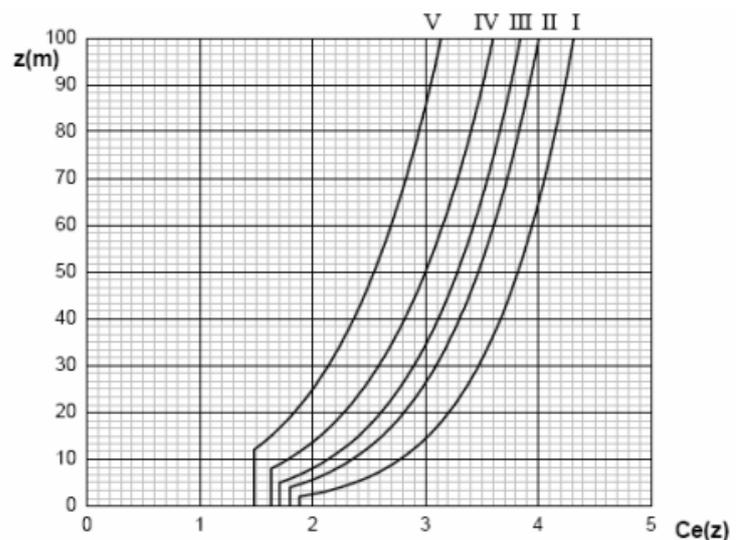


Fig. 3.3.3 - Andamento del coefficiente di esposizione c_e in funzione dell'altezza sul suolo (per $c_t = 1$)

APPALTATORE:	 TELESE S.c.a r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:			PROGETTO ESECUTIVO			
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
Impianti di luce e forza motrice LF04 - Fermata di Solopaca Relazione di calcolo dei blocchi di fondazione			COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LF.04.0.0.003
					REV. B	FOGLIO 22 di 41

Coefficienti aerodinamici

Il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico) è funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Per i corpi cilindrici a sezione circolare di diametro d e altezza h (ambidue espressi in metri), i coefficienti c_p sono i seguenti:

$$c_p = \begin{cases} 1,2 & \text{per } d\sqrt{q} \leq 2,2 \\ (1,783 - 0,263d\sqrt{q}) & \text{per } 2,2 \leq d\sqrt{q} \leq 4,2 \\ 0,7 & \text{per } 4,2 \leq d\sqrt{q} \end{cases}$$

Coefficiente dinamico

Il coefficiente dinamico tiene conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alla risposta dinamica della struttura. Esso può essere assunto cautelativamente pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti 80 m di altezza ed i capannoni industriali, oppure può essere determinato mediante analisi specifiche o facendo riferimento a dati di comprovata affidabilità.

Calcoli dell'azione del vento nel caso in esame

Nel nostro caso essendo:

- Zona 3 (Campania);
- $a_s \approx 430\text{m s.l.m.} < a_0 = 500\text{m}$;
- $v_b = v_{b,0} = 27\text{m/s}$.
- Classe di Rugosità : C
- Categoria : III
- Distanza dal mare : oltre 30 Km
- Coefficiente dinamico(c_d) : 1
- Coefficiente di pressione(c_p) : 1
- Coefficiente di esposizione(c_e) : 2
- Coefficiente di altitudine(C_a) : 1

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Impianti di luce e forza motrice LF04 - Fermata di Solopaca Relazione di calcolo dei blocchi di fondazione	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LF.04.0.0.003	REV. B	FOGLIO 23 di 41

- Pressione cinetica di riferimento(qr) : 45,60 Kg/mq
- Pressione del vento(p) : 91.12 Kg/mq

Calcolo della forza del vento

Essendo il palo rastremato ed avendo quindi, due diametri differenti alla base e alla testa, si è deciso di determinare una media tra i due valori per procedere al calcolo del carico distribuito linearmente al metro.

∅ Base palo	D	mm	148
∅ Testa palo	d	mm	60

$$\emptyset \text{ medio} = (\emptyset \text{ Base palo} + \emptyset \text{ Testa palo})/2 = (148 + 60)/2 \text{ mm} = 104 \text{ mm}$$

Avendo la pressione esercitata dal vento al mq, per calcolare come questa varia linearmente lungo la superficie del palo, bisogna moltiplicarla per il diametro medio del palo:

$$F_l = p \times \emptyset \text{ medio palo} = 91.12 \text{ Kg/mq} \times 0,104 \text{ m} = 9,476 \text{ Kg/m}$$

Considerando il carico lineare del vento e la schematizzazione del palo come un elemento incastrato al piede, è possibile determinare la reazione al piede del palo:

$$F_v = F_l \times H_{ft} \text{ palo} = 9,476 \text{ Kg/m} \times 8,00 \text{ m} = 75,812 \text{ Kg}$$

6.3.3 Azione Sismica

L'azione sismica è stata valutata in conformità alle indicazioni riportate al §3.2 del D.M. 2018. In particolare il procedimento per la definizione degli spettri di progetto per i vari Stati Limite per cui sono state effettuate le verifiche è stato il seguente:

- definizione della Vita Nominale e della Classe d'Uso della struttura, il cui uso combinato ha portato alla definizione del Periodo di Riferimento dell'azione sismica;
- individuazione, tramite latitudine e longitudine, dei parametri sismici di base a_g , F_0 e T_c^* per tutti e quattro gli Stati Limite previsti (SLO, SLD, SLV e SLC); l'individuazione è stata effettuata interpolando tra i 4 punti più vicini al punto di riferimento dell'edificio;
- determinazione dei coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica;
- calcolo del periodo T_c corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello Spettro.

I dati così calcolati sono stati utilizzati per determinare gli Spettri di Progetto nelle verifiche agli Stati Limite considerate.

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandante:						
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					
Impianti di luce e forza motrice LF04 - Fermata di Solopaca Relazione di calcolo dei blocchi di fondazione		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	LF.04.0.0.003	B	24 di 41

Nel presente progetto è stata verificata la combinazione di carico sismica con riferimento allo stato limite di salvaguardia della vita (SLV).

Si riportano di seguito le coordinate geografiche del sito rispetto al Datum ED50:

Latitudine	Longitudine	Altitudine
[°]	[°]	[m]
41.175556	14.645556	430

Zonazione sismica

I valori dei parametri a_g , F_0 e T_C^* , relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento, sono forniti nelle tabelle riportate nell'Allegato B delle NTC08, in funzione di prefissati valori del periodo di ritorno T_R . L'accelerazione al sito a_g è espressa in $g/10$, F_0 è adimensionale, T_C^* è espresso in secondi.

I punti del reticolo di riferimento sono definiti in termini di Latitudine e Longitudine ed ordinati a latitudine e longitudine crescenti, facendo variare prima la Longitudine e poi la Latitudine.

Vita Nominale

La vita nominale di un'opera strutturale è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve essere usata per lo scopo al quale è destinata. Nel caso in oggetto, la vita nominale risulta $V_N = 50$ anni.

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Classe d'uso

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Impianti di luce e forza motrice LF04 - Fermata di Solopaca Relazione di calcolo dei blocchi di fondazione	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LF.04.0.0.003	REV. B	FOGLIO 25 di 41

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un'eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classe d'uso. Nel caso in oggetto, si fa riferimento alla **Classe II**.

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Periodo di riferimento per l'azione sismica

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U . Tale coefficiente è funzione della classe d'uso e nel caso specifico assume valore pari a $C_U = 1,0$ per la classe d'uso II.

$$V_R = V_N \times C_U = 50 \times 1,0 = 50 \text{anni}$$

Azioni di progetto

Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle NTC 2018, dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali.

Le forme spettrali previste dalle NTC 2018 sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- a_g : accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_C^* : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Le forme spettrali previste dalle NTC 2018 sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e da vite di riferimento. A tal fine occorre fissare:

- la vita di riferimento V_R della costruzione;
- le probabilità di superamento nella vita di riferimento P_{VR} associate agli stati limite considerati, per individuare infine, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili, le corrispondenti azioni sismiche.

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
Impianti di luce e forza motrice LF04 - Fermata di Solopaca Relazione di calcolo dei blocchi di fondazione		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. FOGLIO
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	LF.04.0.0.003	B 26 di 41

Tab. 3.2.I – Probabilità di superamento P_{VR} in funzione dello stato limite considerato

Stati Limite	P_{VR} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R	
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

A tal fine si utilizza come parametro caratterizzante la pericolosità sismica, il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R , espresso in anni. Fissata la vita di riferimento V_R , i due parametri T_R e P_{VR} sono immediatamente esprimibili, l'uno in funzione dell'altro, mediante la seguente espressione:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} = -\frac{75}{\ln(1 - 0.1)} \approx 712 \text{ anni}$$

Amplificazione stratigrafica

La Categoria di sottosuolo per il sito in esame è la **Categoria C**: "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu,30 < 250$ kPa nei terreni a grana fina)".

Condizioni topografiche

Con riferimento alle caratteristiche della superficie topografica inerente l'opera in oggetto, si adotta la seguente categoria topografica:

Categoria topografica T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$.

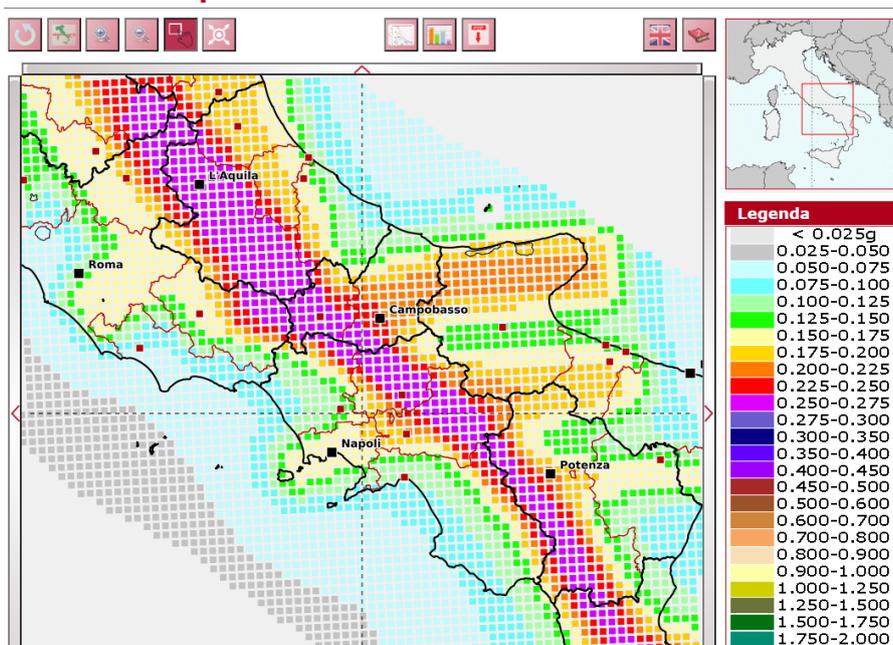
Tab. 3.2.III – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Classe di duttilità

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO						
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO						
Mandataria:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	LF.04.0.0.003	B	28 di 41
Impianti di luce e forza motrice LF04 - Fermata di Solopaca Relazione di calcolo dei blocchi di fondazione								

Modello di pericolosità sismica MPS04-S1



Stato Limite	a_g/g	F_0	T^*_c
			[s]
SLO	0.0590	2.407	0.280
SLD	0.0779	2.363	0.300
SLV	0.2358	2.322	0.372
SLC	0.3185	2.351	0.394

Le azioni sismiche sulla struttura sono date, in accordo al secondo principio della dinamica, dall'espressione:

$$F = m \times a$$

L'azione sismica si compone dalla forza distribuita data dal palo e dalla forza concentrata sullo sbraccio.

Per trovare la componente della forza distribuita sul palo procediamo moltiplicando il peso al metro lineare per $S(g)$ per g .

$$F_d = 10,75 \text{ Kg/m} \times 8\text{m} \times 0,70 \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 590,56 \text{ N} = 0,590 \text{ Kn}$$

$$M_d = F_d \times ht/2 = 0,59 \text{ Kn} \times 4 \text{ m} = 2,36 \text{ Knm}$$

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Impianti di luce e forza motrice LF04 - Fermata di Solopaca Relazione di calcolo dei blocchi di fondazione	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LF.04.0.0.003	REV. B	FOGLIO 29 di 41

Ora procediamo a calcolare la forza concentrata moltiplicando il peso dello sbraccio e del corpo illuminante per S(g) e per la forza di gravità g

$$F_c = (11+9)Kg \times 0,70 \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 137,20 \text{ N} = 0,137 \text{ Kn}$$

$$M_c = F_c \times h_t = 0,137 \text{ Kn} \times 8 \text{ m} = 1,10 \text{ Knm}$$

$$M_{tot} = M_d + M_c = 2,36 + 1,10 = 3,46 \text{ Knm} = 346 \text{ Kgm}$$

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO			
Impianti di luce e forza motrice LF04 - Fermata di Solopaca Relazione di calcolo dei blocchi di fondazione	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	LF.04.0.0.003	B	30 di 41

7 COMBINAZIONI DEI CARICHI SECONDO IL D.M. 17/01/2018

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni (NTC 17/01/2018):

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

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_p P + \gamma_{Q1} Q_{K1} + \gamma_{Q2} \psi_{02} Q_{K2} + \gamma_{Q3} \psi_{03} Q_{K3} + \dots$$

Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{K1} + \psi_{02} Q_{K2} + \psi_{03} Q_{K3} + \dots$$

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

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} Q_{K1} + \psi_{22} Q_{K2} + \psi_{23} Q_{K3} + \dots$$

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

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} Q_{K1} + \psi_{22} Q_{K2} + \psi_{23} Q_{K3} + \dots$$

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

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} Q_{K1} + \psi_{22} Q_{K2} + \dots$$

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

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} Q_{K1} + \psi_{22} Q_{K2} + \dots$$

In zona sismica, oltre alle sollecitazioni derivanti dalle generiche condizioni di carico statiche, devono essere considerate anche le sollecitazioni derivanti dal sisma. L'azione sismica è stata combinata con le altre azioni secondo la seguente relazione:

$$G_1 + G_2 + P + E + \sum_i \psi_{2i} Q_{ki}$$

dove:

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandataria:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
Impianti di luce e forza motrice LF04 - Fermata di Solopaca Relazione di calcolo dei blocchi di fondazione		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LF.04.0.0.003	REV. FOGLIO B 31 di 41

- E rappresenta l'azione sismica per lo stato limite in esame;
- G_1 rappresenta peso proprio di tutti gli elementi strutturali;
- G_2 rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
- P rappresenta l'azione di pretensione e/o precompressione;
- y_{2i} coefficiente di combinazione delle azioni variabili Q_i ;
- Q_{ki} valore caratteristico dell'azione variabile Q_i .

Gli effetti dell'azione sismica sono valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_K + S_i(y_{2i} \cdot Q_{ki}).$$

I valori dei coefficienti y_{2i} sono riportati nella seguente tabella:

Categoria/Azione	ψ_{2i}
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,3
Categoria B - Uffici	0,3
Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	0,6
Categoria D - Ambienti ad uso commerciale	0,6
Categoria E - Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	0,8
Categoria F - Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,6
Categoria G - Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,3
Categoria H - Coperture	0,0
Categoria I - Coperture praticabili	*
Categoria K - Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)	*
Vento	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,2
Variazioni termiche	0,0
* "Da valutarsi caso per caso"	

Per cui per l'azione del vento e della neve si pone $\psi_{2i} = 0$

APPALTATORE:	 TELESE S.c.a r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:			PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandante:							
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
Impianti di luce e forza motrice LF04 - Fermata di Solopaca Relazione di calcolo dei blocchi di fondazione			COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LF.04.0.0.003	REV. B	FOGLIO 32 di 41

8 AZIONI NELLE VERIFICHE AGLI STATI LIMITE

Le verifiche agli stati limite devono essere eseguite per tutte le più gravose condizioni di carico che possono agire sulla struttura, valutando gli effetti delle combinazioni definite nel § 2.5.3.

8.1 STATI LIMITE ULTIMI

Nelle verifiche agli stati limite ultimi si distinguono:

- lo stato limite di equilibrio come corpo rigido: **EQU**
- lo stato limite di resistenza della struttura compresi gli elementi di fondazione: **STR**
- lo stato limite di resistenza del terreno: **GEO**

Fatte salve tutte le prescrizioni fornite nei capitoli successivi delle presenti norme, la Tab. 2.6.I riporta i valori dei coefficienti parziali γ_F da assumersi per la determinazione degli effetti delle azioni nelle verifiche agli stati limite ultimi.

Per le verifiche nei confronti dello stato limite ultimo di equilibrio come corpo rigido (EQU) si utilizzano i coefficienti γ_F riportati nella colonna EQU della Tabella 2.6.I.

Per la progettazione di componenti strutturali che non coinvolgano azioni di tipo geotecnico, le verifiche nei confronti degli stati limite ultimi strutturali (STR) si eseguono adottando i coefficienti γ_F riportati nella colonna A1 della Tabella 2.6.I.

Per la progettazione di elementi strutturali che coinvolgano azioni di tipo geotecnico (plinti, platee, pali, muri di sostegno, ...) le verifiche nei confronti degli stati limite ultimi strutturali (STR) e geotecnici (GEO) si eseguono adottando due possibili approcci progettuali, fra loro alternativi.

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
Impianti di luce e forza motrice LF04 - Fermata di Solopaca Relazione di calcolo dei blocchi di fondazione		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LF.04.0.0.003	REV. B FOGLIO 33 di 41

Tab. 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente γ_F	EQU	A1	A2
Carichi permanenti G_1	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	γ_{Qs}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

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

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_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}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_γ	γ_γ	1,0	1,0

Tab. 6.4.I – Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali

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

Le verifiche strutturali e geotecniche delle fondazioni, sono state effettuate con l'Approccio 2 come definito al §2.6.1 del D.M. 2018, attraverso la combinazione A1+M1+R3. Le azioni sono state amplificate tramite i coefficienti della colonna A1 definiti nella Tab. 6.2.I del D.M. 2018.

I valori di resistenza del terreno sono stati ridotti tramite i coefficienti della colonna M1 definiti nella Tab. 6.2.II del D.M. 2018.

I valori calcolati delle resistenze totali dell'elemento strutturale sono stati divisi per i coefficienti R3 della Tab. 6.4.I del D.M. 2018 per le fondazioni superficiali.

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
Impianti di luce e forza motrice LF04 - Fermata di Solopaca Relazione di calcolo dei blocchi di fondazione		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LF.04.0.0.003	REV. FOGLIO B 34 di 41

9 VERIFICHE

9.1 VERIFICA AL RIBALTAMENTO

La verifica a ribaltamento del plinto di fondazione viene condotta combinando i carichi elementari secondo la combinazione EQU+M e considerandone le due più gravose, di seguito riportate:

COMBO	$\gamma_{G1,Fav}$	$\gamma_{G2,Sfav}$	γ_{Qvento}	$\gamma_{Qnevex}\backslash/02$
EQU1	0,9	1,5	1,5	0,75
COMBO	$\gamma_{G1,Fav}$	$\gamma_{G2,Sfav}$	$\gamma_{Qventox}\backslash/02$	γ_{Qneve}
EQU2	0,9	1,5	0,9	1,5

Il momento stabilizzante è dato da tutte quelle forze che tendono a non far ribaltare il plinto: sono tutti quei carichi verticali agenti in asse al palo (peso proprio del plinto, i contributi derivanti dal peso del corpo illuminante e dello sbraccio, peso proprio del palo);

Il momento ribaltante è dato, invece, da tutte quelle forze che tendono a far ruotare il plinto rigidamente, in senso concorde alle forze agenti in direzione X intorno al punto O, assunto al vertice di base del plinto: vento, neve, peso dello sbraccio e del corpo illuminante

VERIFICA A RIBALTAMENTO

$M_{stab} > 1,5 M_{rib}$

Sforzo normale a livello terreno combo1		Kg	150,59
Sforzo normale a livello terreno combo2		Kg	156,92
Totale peso stabilizzante combo1		Kg	2326,52
Totale peso stabilizzante combo2		Kg	2332,85
Momento dovuto al peso proprio combo1		Kg*m	1163,26
Momento dovuto al peso proprio combo2		Kg*m	1166,42
Momento stabilizzante combo1		Kg*m	1163,26
Momento stabilizzante combo2		Kg*m	1166,42
Momento ribaltante combo1	Mrib.	Kg*m	770,38
Momento ribaltante combo2	Mrib.	Kg*m	499,57
$M_{stab} > 1,5 M_{rib}$ (combo1)			1,51
$M_{stab} > 1,5 M_{rib}$ (combo2)			2,33

Verifica a ribaltamento del plinto di fondazione soddisfatta.

APPALTATORE: **TELESE S.c.a r.l.**
Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata

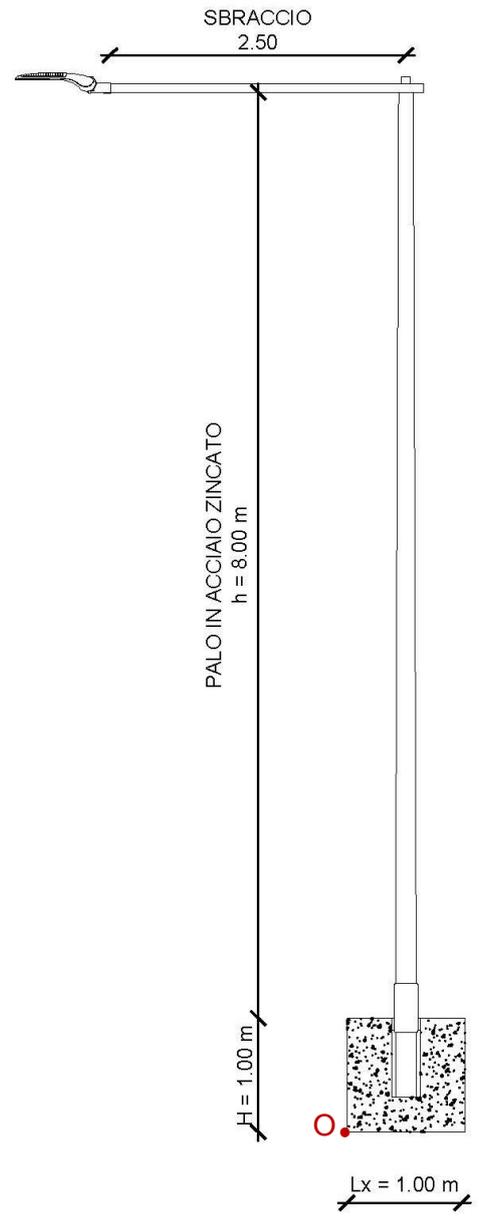
ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO
2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO

PROGETTAZIONE:
Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.

PROGETTO ESECUTIVO

Impianti di luce e forza motrice
LF04 - Fermata di Solopaca
Relazione di calcolo dei blocchi di fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	LF.04.0.0.003	B	35 di 41



APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandataria:	Mandante:						
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					
Impianti di luce e forza motrice LF04 - Fermata di Solopaca Relazione di calcolo dei blocchi di fondazione		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	LF.04.0.0.003	B	36 di 41

9.2 VERIFICA ALLO SCORRIMENTO

La verifica a scorrimento viene condotta combinando i carichi elementari secondo la combinazione A1+M1+R3 e la combinazione sismica.

COMBO	$\gamma_{G1,Fav}$	$\gamma_{G2,Sfav}$	γ_{Qvento}	$\gamma_{Qnevex}\backslash\gamma_{02}$
A1-SLU1	1	1,5	1,5	0,75
COMBO	$\gamma_{G1,Fav}$	$\gamma_{G2,Sfav}$	$\gamma_{Qventox}\backslash\gamma_{02}$	γ_{Qneve}
A1-SLU2	1	1,5	0,9	1,5
COMBO	γ_{G1}	γ_{G2}	Ex	
SLV1	1	1	1	

Rscorr. è la forza che si oppone allo scorrimento sul piano di posa del blocco di fondazione è data dalle forze resistenti, moltiplicate per la tangente di δ , dove quest'ultimo rappresenta l'angolo di attrito terreno-fondazione considerato pari a 2/3 dell'angolo di attrito interno del terreno di fondazione.

Mentre la forza di scorrimento Escorr. è data dalla sommatoria di tutte le forze che concorrono allo scorrimento del plinto sul piano di posa del blocco di fondazione.

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

Secondo la NTC 2018, il loro rapporto deve essere \geq di $\gamma_R=1.1$

RA combo 1	2589,88 Kg		
RA combo 2	2602,54 Kg		
tan δ	0,25		
R scorr. combo 1	647,47 Kg	>	160,42 Kg
R scorr. combo 2	650,63 Kg	>	96,25 Kg
E scorr. combo 1	145,84 Kg		
E scorr. combo 2	87,50 Kg		
γ_{R3}	1,1		

SLV

Verifica a scorrimento Azione sismica

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandataria:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
Impianti di luce e forza motrice LF04 - Fermata di Solopaca Relazione di calcolo dei blocchi di fondazione		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. FOGLIO
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	LF.04.0.0.003	B 37 di 41

Ra	2524,05 kg	
tanδ	0,25	
R		
scorrimento	631,01 kg >	79,97 Kg
E		
scorrimento	72,7 kg	
Yr3	1,1	

La verifica a scorrimento sul piano di posa risulta essere soddisfatta.

9.3 VERIFICA A FLESSIONE

Modulo di resistenza plastico $Wpl=(D^3 -(D-2*t)^3)/6$,dove D è il diametro alla base del palo e t il suo spessore.

Momento resistente di progetto $Mc,Rd=(Wpl*fy)/\gamma M0$

Momento sollecitante alla base del palo $MSd=Mf+MF$

VERIFICA A FLESSIONE			
Parametro sezione trasversale	D/t	m	3,7
Momento massimo dovuto a fx	Mf	Kg*m	454,9
Momento massimo dovuto a Fx	MF	Kg*m	257,0
Modulo di resistenza plastico	Wpl	cm ³	83,0
Momento resistente di progetto	Mc,rd	Kg*m	2395,6
Momento resistente alla base del palo	Msd	Kg*m	711,8 VERIFICATO

La verifica a flessione si è svolta considerando il caso in cui il carico del vento è più gravoso.

La verifica risulta essere soddisfatta in quanto, il momento resistente di progetto è maggiore del momento resistente alla base del palo.

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandante:						
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					
Impianti di luce e forza motrice LF04 - Fermata di Solopaca Relazione di calcolo dei blocchi di fondazione		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	LF.04.0.0.003	B	38 di 41

9.4 VERIFICHE AL CARICO LIMITE VERTICALE

Per il calcolo del carico sul terreno di fondazione, viene calcolato per la fondazione in esame partendo dalla formulazione di Terzaghi, ed applicando gli opportuni coefficienti correttivi, per tenere in debito conto delle restrizioni di tale metodo.

Il metodo di Terzaghi infatti, considera le seguenti ipotesi:

- fondazione nastriforme, ovvero rapporto L/B > 10;
- piano campagna orizzontale;
- piano di posa della fondazione orizzontale;
- terreno al di sotto della fondazione considerato come mezzo omogeneo, continuo ed isotropo;
- comportamento del complesso fondazione-terreno rigido-perfettamente plastico, ovvero deformazioni nulle fino a rottura;
- criterio di rottura del terreno di Mohr-Coulomb;
- carico verticale agente sulla fondazione;
- assenza di eccentricità del carico.
- struttura di fondazione infinitamente rigida.

Terzaghi propone la seguente espressione per il calcolo della capacità portante di una fondazione superficiale.

$$q_{ult} = cN_c s_c + qN_q + 0.5B\gamma N_\gamma s_\gamma$$

I fattori di resistenza, sono stati calcolati secondo le seguenti notazioni:

$$N_q = e^{\pi \cdot \text{tg} \phi} \text{tg}^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \text{ctg} \phi$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q - 1) \cdot \text{tg} \phi$$

→ Brinch-Hansen

APPALTATORE:	 Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:			PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandante:							
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
Impianti di luce e forza motrice LF04 - Fermata di Solopaca Relazione di calcolo dei blocchi di fondazione			COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LF.04.0.0.003	REV. B	FOGLIO 39 di 41

Inoltre sono stati inseriti e calcolati fattori correttivi, che tengono conto della forma, dell'eccentricità e dell'inclinazione dei carichi, oltre al coefficiente amplificativo della profondità.

$B' = B - 2 \cdot eB \rightarrow$ con eB eccentricità del carico rispetto al lato corto dell'impronta di fondazione

$q = \gamma \cdot D \rightarrow$ pressione esercitata dalla colonna di terreno posta a fianco della fondazione

Fattori di capacità portante: $Nq, N \gamma, Nc$

Coefficienti correttivi:

$$\alpha q = i q \cdot s q \cdot d q \cdot b q \cdot g q$$

$$\alpha \gamma = i \gamma \cdot s \gamma \cdot d \gamma \cdot b \gamma \cdot g \gamma$$

$$\alpha c = i c \cdot s c \cdot d c \cdot b c \cdot g c$$

$i q, i \gamma, i c \rightarrow$ coefficienti correttivi che tengono conto dell'inclinazione dei carichi

$s q, s \gamma, s c \rightarrow$ coefficienti correttivi che tengono conto della forma dell'impronta della fondazione

$d q, d \gamma, d c \rightarrow$ coefficienti correttivi che tengono conto della profondità del piano di posa D

$b q, b \gamma, b c \rightarrow$ coefficienti correttivi che tengono conto della inclinazione della base di fondazione

$g q, g \gamma, g c \rightarrow$ coefficienti correttivi che tengono conto della inclinazione del piano di campagna

Di seguito si riportano i risultati ottenuti per la combinazione più gravosa.

La profondità del piano di posa vale $D=0$, di conseguenza il sovraccarico q è nullo.

La profondità della falda viene assunta pari a 0.

La formula completa di Brinch-Hansen:

$$Q_{lim} = 0,5 \cdot \gamma' \cdot B \cdot N_{\gamma} \cdot \alpha \gamma + q' N_q \cdot \alpha q + c' N_c \cdot \alpha c$$

APPALTATORE:	 TELESE S.c.a r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO			
PROGETTAZIONE:	Mandatario: Mandante: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO			
Impianti di luce e forza motrice LF04 - Fermata di Solopaca Relazione di calcolo dei blocchi di fondazione	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LF.04.0.0.003	REV. B	FOGLIO 40 di 41

si riduce a :

$$Q_{lim} = 0,5 * \gamma * B * N_{\gamma} * \alpha * \gamma + c'N_c * \alpha c$$

Il valore di progetto dell'azione è: $E_d = \gamma_{g1}G_1 + \gamma_{g2}G_2 + \gamma_{q}Q_k$

Dove $\gamma_{g1}=1,3$ $\gamma_{g2}=1,5$ mentre per γ_q si considerano le combinazioni precedentemente esposte.

Si considera la combinazione più gravosa, con il carico E_d maggiore: $E_d=33,40$ kN

$$N_q = \tan^2(45 + \phi'/2) * (e^{\pi * \tan \phi'} * \gamma) = 7,03$$

$$N_{\gamma} = 2 * (N_q + 1) * \tan \phi' = 6,1$$

$$N_c = (N_q - 1) * \cot \phi' = 15,68$$

Ora calcoliamo i vari fattori correttivi:

$$s_c = (N_q - 1) * \cot \phi = 1,44$$

$$s_{\gamma} = 1 - 0,4B/L = 0,6$$

$$d_c = 1 + 0,4k = 1,04$$

$$d_{\gamma} = 1$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q)/(N_q - 1) = 0,144$$

$$i_{\gamma} = (1 - \tan \alpha)^m = 0,428$$

con $k = D/B$ per $D/B \leq 1$ o $\arctg(D/B)$ per $D/B > 1$

Nota: se $0 < i_q$ e $i_{\gamma} \leq 1$ Non si devono usare i coefficienti i_i insieme a quelli s_i .

Eseguendo i calcoli si ricava $q_{lim}=477,64$ kN

$$R_d = (q_{lim} * A) / \gamma_r = 207,66$$

$$E_d = 33,40$$
 kN

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consortio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: Mandante: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Impianti di luce e forza motrice LF04 - Fermata di Solopaca Relazione di calcolo dei blocchi di fondazione	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LF.04.0.0.003	REV. B	FOGLIO 41 di 41

Essendo $R_d > E_d$, si può affermare che la verifica a carico limite verticale risulta essere soddisfatta.