

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. PRODUZIONE SUD ED ISOLE

PROGETTO DEFINITIVO

LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

LUCE E FORZA MOTRICE

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI PALI DI ILLUMINAZIONE

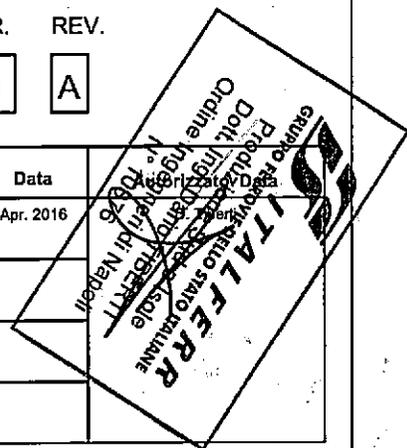
SCALA:

-

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

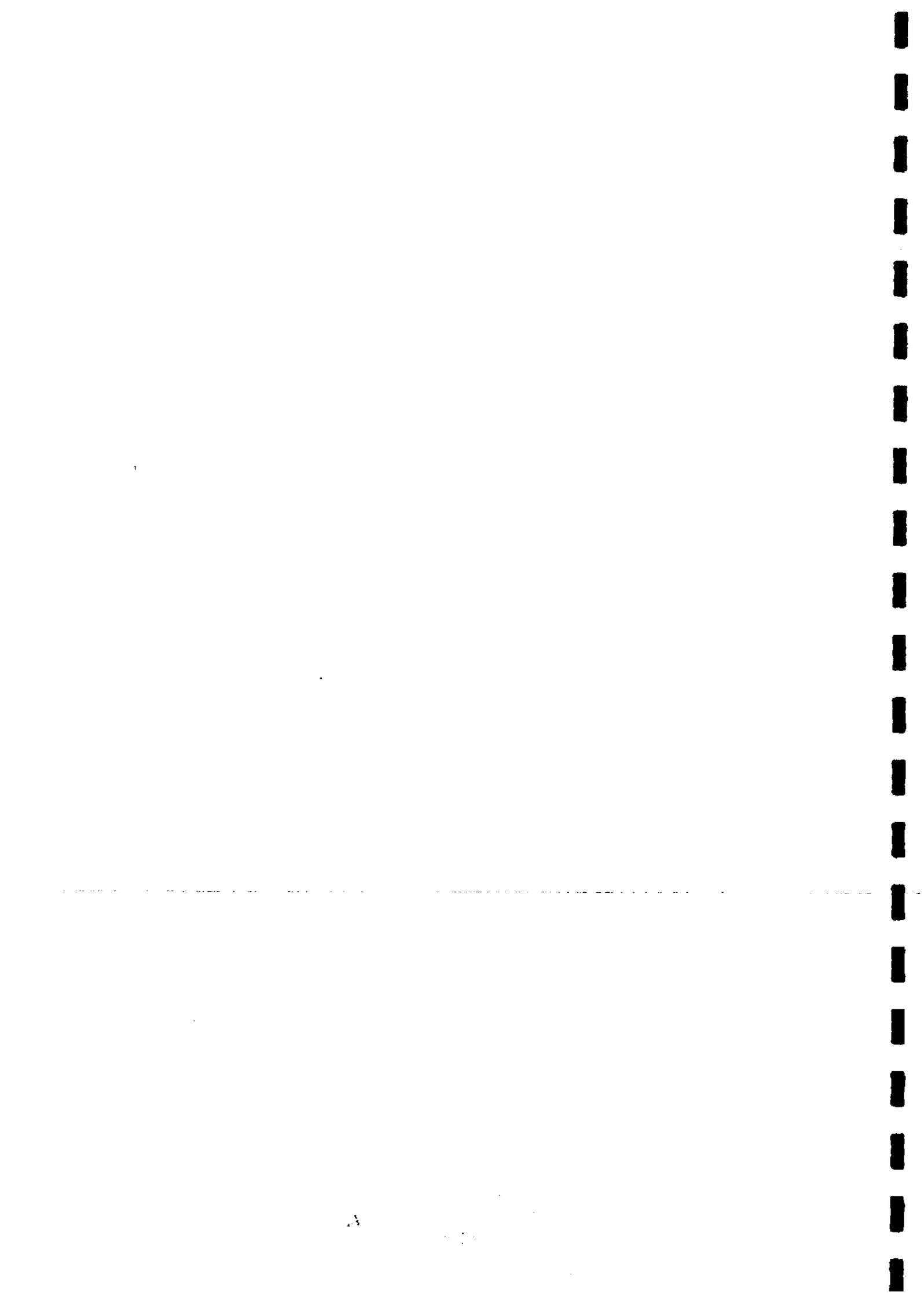
N7D2 01 D 78 CL LF00000 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data
A	Emissione esecutiva	A. Ingletti	Apr. 2016	G. Giustino	Apr. 2016	M. Davino	Apr. 2016



File: N7D201D78CLLF0000001A.doc

n. Elab.: 1/1





LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Luce e forza motrice

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI PALI DI
 ILLUMINAZIONE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 001	A	2 di 47

INDICE

1	GENERALITÀ.....	4
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	5
3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	6
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	7
4.1	CALCESTRUZZO.....	7
4.2	ACCIAIO.....	8
5	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA TERRENO DI FONDAZIONE.....	9
6	DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA.....	10
7	ANALISI DEI CARICHI.....	11
7.1	ANALISI DEI CARICHI DA PESO PROPRIO E PERMANENTI.....	11
7.2	SPINTA DEL TERRENO.....	12
7.3	SOVRACCARICHI VARIABILI.....	13
7.4	AZIONE DEL VENTO.....	14
7.5	AZIONE SISMICA.....	15
7.6	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL PALO DI ILLUMINAZIONE.....	18
8	COMBINAZIONE DEI CARICHI.....	19
8.1	COMBINAZIONI DI CARICHI SLU.....	19
8.2	COMBINAZIONI DI CARICHI SLE.....	20
9	CRITERI DI CALCOLO.....	21
9.1	CRITERIO DI VERIFICA A CAPACITA PORTANTE DELLA FONDAZIONE (GEO).....	23
9.2	CRITERIO DI VERIFICA A SCORRIMENTO SUL PIANO DI POSA (GEO).....	24
9.3	CRITERIO DI VERIFICA A RIBALTAMENTO (EQU).....	25
10	VERIFICHE GEOTECNICHE.....	26
10.1	VERIFICA A CARICO LIMITE SLU.....	26



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Luce e forza motrice

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI PALI DI
 ILLUMINAZIONE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 001	A	3 di 47

10.1.1	Verifica a carico limite SLU rilevato basso	27
10.1.2	Verifica allo scorrimento SLU rilevato basso	31
10.1.3	Verifica a carico limite SLU rilevato alto	32
10.1.4	Verifica allo scorrimento SLU rilevato alto	36
10.2	VERIFICA ALLA ROTAZIONE SLU	36
10.3	VERIFICA A CARICO LIMITE SLV	37
10.3.1	Verifica a carico limite SLV rilevato basso	38
10.3.2	Verifica allo scorrimento SLV rilevato basso	42
10.3.3	Verifica a carico limite SLV rilevato alto	43
10.3.4	Verifica allo scorrimento SLV rilevato alto	47
10.4	VERIFICA ALLA ROTAZIONE SLV	47



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Luce e forza motrice

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI PALI DI
 ILLUMINAZIONE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 001	A	4 di 47

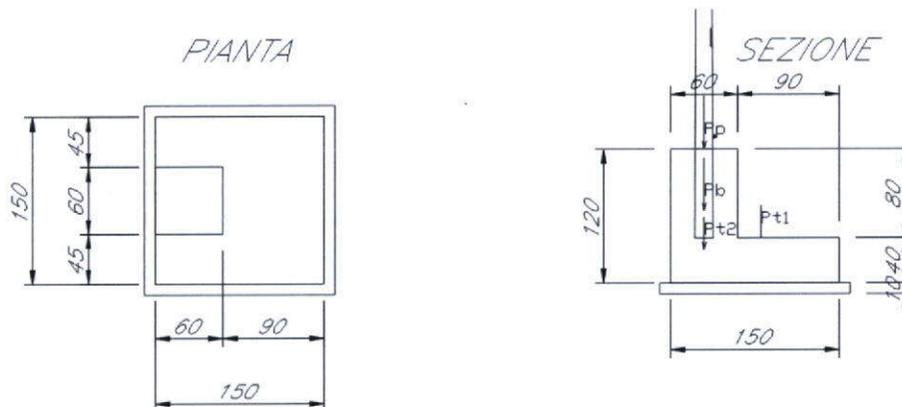
1 GENERALITÀ

Il presente documento viene emesso nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici relativi alla progettazione della viabilità di accesso alla stazione AV Napoli-Afragola sulla linea AV Milano-Napoli tratta Roma-Napoli di cui alla lettera b) dell'articolo 6 dell'Accordo Procedimentale RFI- Comune di Afragola".

La presente relazione è relativa al calcolo/verifica del plinto di fondazione dei pali di illuminazione stradale di altezza pari a 9.00 m (altezza fuori terra), posti lungo la viabilità.

Per quanto riguarda il palo d'illuminazione stradale, questo è previsto con un'altezza di 9.00 m + 0.80 m con sbraccio lungo 2.50 m per il supporto dell'apparecchio illuminante.

Il plinto di fondazione del palo è costituito da un "bicchiere" predisposto per l'alloggio del palo di dimensioni in pianta 0.6 x 0.6 m con altezza di 0.80 m e da una suola di fondazione rettangolare di dimensioni in 1.50 x 1.50 m con altezza di 0.40 m (vedi immagine che segue).



Si fa riferimento alla sezione tipo in rilevato, in cui il plinto (in parte fuori terra) è soggetto, oltre che ai carichi trasmessi dal palo, alle spinte del terreno lato monte ed ad un'aliquota di spinta dovuta ai carichi mobili della strada.

	<p>LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO PROCEDIMENTALE RFI – COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p>												
<p>Luce e forza motrice</p> <p>RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI PALI DI ILLUMINAZIONE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N7D2</td> <td>01</td> <td>D 78 CL</td> <td>LF 00 00 001</td> <td>A</td> <td>5 di 47</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 001	A	5 di 47
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 001	A	5 di 47								

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La presente relazione è stata redatta in conformità alla seguente normativa:

- Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 14-01-08 (NTC-2008);
- Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 - Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008;
- DM 6/5/2008 – Integrazione al D.M. 14-01-2008 di approvazione delle nuove Norme tecniche per le costruzioni;
- UNI EN 1992-1-1 “Progettazione delle strutture di calcestruzzo
- UNI EN 206-1-2001: Calcestruzzo. “Specificazione, prestazione, produzione e conformità”.



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Luce e forza motrice

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI PALI DI
ILLUMINAZIONE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 001	A	6 di 47

3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

N7D2 00 D 78 WB IF 0005 001_3A - Viabilità - Sezioni Tipo

Luce e forza motrice

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI PALI DI
ILLUMINAZIONE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 001	A	7 di 47

4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

4.1 Calcestruzzo

Classe di resistenza per plinti fondazione pali

C25/30

Modulo di elasticità longitudinale	EC	=	31447	[MPa]
Coefficiente di dilatazione termica	α	=	10x10 ⁻⁶	[C ⁻¹]
Coefficiente di Poisson	ν	=	0,20	[-]
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma\chi$	=	1,50	[-]
Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata	$\alpha\chi\chi$	=	0,85	[-]
Resistenza caratteristica cubica a compressione	Rck	=	30,0	[MPa]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	fck	=	24,9	[MPa]
Resistenza media cilindrica a compressione	fcm	=	32,9	[MPa]
Resistenza media a trazione semplice	fctm	=	2,56	[MPa]
Resistenza caratteristica a trazione semplice	fctk	=	1,79	[MPa]
Resistenza media a trazione per flessione	fctm	=	3,07	[MPa]
Resistenza caratteristica a trazione per flessione	fctk	=	2,15	[MPa]
Resistenza caratteristica tangenziale per aderenza	fbk	=	4,03	[MPa]
Resistenza di calcolo a compressione	fed	=	14,1	[MPa]
Resistenza di calcolo a trazione semplice	fctd	=	1,19	[MPa]
Resistenza di calcolo a trazione per flessione	fctd	=	1,43	[MPa]
Resistenza di calcolo tangenziale per aderenza	fbd	=	2,69	[MPa]

Magro di fondazione:

C12/15

Resistenza cubica a compressione caratteristica: Rck = 15 MPa

Resistenza cilindrica a compressione caratteristica: fck = 12 MPa



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Luce e forza motrice

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 001	A	8 di 47

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI PALI DI ILLUMINAZIONE

Fattore di sicurezza cls:

$$\gamma_c / \alpha_{cc} = 1.5 / 0.85 = 1.765$$

Compressione di calcolo:

$$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 6.8 \text{ MPa}$$

Modulo elastico:

$$E = 27100 \text{ MPa}$$

4.2 Acciaio

Acciaio da armatura cls

B450C

Modulo di elasticità longitudinale

$$E_s = 210000 \text{ [MPa]}$$

Coefficiente parziale di sicurezza

$$\gamma_s = 1,15 \text{ [-]}$$

Tensione caratteristica di snervamento

$$f_{yk} = 450 \text{ [MPa]}$$

Tensione caratteristica di rottura

$$f_{tk} = 540 \text{ [MPa]}$$

Allungamento

$$\frac{A_{gt}}{k} \geq 7,50\% \text{ [-]}$$

Resistenza di calcolo

$$f_{yd} = 391,3 \text{ [MPa]}$$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012					
	PROGETTO DEFINITIVO					
Luce e forza motrice RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI PALI DI ILLUMINAZIONE	COMMESSA N7D2	LOTTO 01	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO LF 00 00 001	REV. A	FOGLIO 9 di 47

5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA TERRENO DI FONDAZIONE

Ai fini del calcolo delle spinte e dei carichi, il terreno di interesse è quello di riporto, a cui sono stati attribuiti i seguenti parametri fisici e meccanici in accordo a quanto dettagliato per i rilevati stradali al §4.2 della "Specificazione per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie" (elab. RFI-DTC-INC-CS-SP-IFS-001-A):

STRATO SUPERFICIALE - Terreno di riporto

- Peso per unità di volume $\gamma_{\text{nat}} = 19.00 \text{ kN/m}^3$
- Coesione efficace $c' = 0.00 \text{ kPa}$
- Angolo di attrito efficace $\phi' = 35^\circ$
- Modulo di elasticità $E = 11 \text{ MPa}$

Ai fini del dimensionamento delle opere di fondazione (verifica a carico limite), essendo il rilevato molto basso, il terreno di interesse è quello in sito a piano campagna, i cui parametri fisici e meccanici sono stati stabiliti in base alla relazione geotecnica a cui si rimanda

STRATO SUPERFICIALE - Terreno in sito

- Peso per unità di volume $\gamma_{\text{nat}} = 16.00 \text{ kN/m}^3$
- Coesione efficace $c' = 5.00 \text{ kPa}$
- Angolo di attrito efficace $\phi' = 27^\circ$

La falda idrica, come evidenziato nella relazione geotecnica, si rinviene ad una profondità di circa 6.80 m dal p.c..



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Luce e forza motrice

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 001	A	10 di 47

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI PALI DI ILLUMINAZIONE

6 DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA

Il valore dell'accelerazione orizzontale massima in condizioni sismiche è stato definito in accordo con le norme vigenti [NTC - 3.2]. Secondo tali norme, l'entità dell'azione sismica è innanzitutto funzione della sismicità dell'area in cui viene costruita l'opera e del periodo di ritorno dell'azione sismica.

Poichè la viabilità in oggetto rappresenterà la rete viaria principale di accesso alla Stazione AV Napoli Afragola, per tutte le opere d'arte di progetto vengono utilizzati, a vantaggio di sicurezza, i seguenti valori: $V_n=75$ anni e classe d'uso III a cui corrisponde un coefficiente d'uso $CU = 1.50$.

La vita di riferimento VR è quindi pari a 112.5 anni.

In funzione dello stato limite rispetto al quale viene verificata l'opera si definisce una probabilità di superamento PVR nel periodo di riferimento. Per il progetto dell'opera in esame si farà essenzialmente riferimento allo stato limite di salvaguardia della vita (SLV), a cui è associata una PVR pari al 10% [NTC - Tabella 3.2.I]. Nota la probabilità di superamento nel periodo di riferimento è possibile valutare il periodo di ritorno TR , come previsto nell'allegato A alle norme tecniche per le costruzioni, secondo la seguente espressione:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} = -\frac{112.5}{\ln(1 - 0.10)} = 1072 \text{ anni}$$

Per il calcolo dell'azione sismica si è utilizzato il metodo dell'analisi pseudostatica [NTC - 7.11.6.2.1] in cui l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico k , dipendente dall'accelerazione massima al sito a_g in condizioni rocciose e topografia orizzontale; tale parametro è uno dei tre indicatori che caratterizza la pericolosità sismica del sito ed è tanto più alto tanto più è ampio il periodo di ritorno al quale si riferisce. Nel caso in esame, per il comune di Afragola (NA), allo SLV risulta:

$$a_g = 0.214 g$$

[NTC - 3.2.2] Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione dei categorie di sottosuolo e categorie topografiche di riferimento. Nel caso in esame, la categoria di suolo di fondazione è stata definita sulla base della conoscenza di $V_s,30$, ricavato dalle indagini sismiche eseguite nelle campagne geognostiche. In particolare, nel caso in esame si considera una categoria di suolo di tipo C: "Depositati di terreno a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti". Per quanto riguarda le condizioni topografiche, si può far riferimento ad una superficie pianeggiante (categoria T1). In definitiva, il sito in esame è caratterizzato solo da amplificazioni di carattere stratigrafico e, per tale motivo, in fase di progetto, il coefficiente topografico previsto dalla norma può essere considerato unitario [NTC - Tabelle 3.2.V e 3.2.VI]:

$$S_S = 1.382$$

$$S_T = 1.0$$



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Luce e forza motrice

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI PALI DI
ILLUMINAZIONE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 001	A	11 di 47

7 ANALISI DEI CARICHI

7.1 Analisi dei carichi da peso proprio e permanenti

I carichi permanenti strutturali sono rappresentati dal peso del plinto avente peso per unità di volume $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$, dal peso del terreno avente peso per unità di volume $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ e dal peso del palo dell'illuminazione.

Peso plinto:

$$P_b = B_b \cdot L_b \cdot H_b \cdot \gamma_{cls} = 0.6 \cdot 0.6 \cdot 0.8 \cdot 25 = 7.20 \text{ kN}$$

Tale carico è applicato ad un'eccentricità rispetto al punto di rotazione di 0.3 m.

$$P_f = B_f \cdot L_f \cdot H_f \cdot \gamma_{cls} = 1.5 \cdot 1.5 \cdot 0.4 \cdot 25 = 22.5 \text{ kN}$$

Tale carico è applicato ad un'eccentricità rispetto al punto di rotazione di 0.75 m.

Peso palo:

$$P_{\text{palo}} = 1.31 \text{ kN}$$

Tale carico è applicato ad un'eccentricità rispetto al punto di rotazione di 0.3 m.

$$P_{\text{corpo-illuminante}} = 0.15 \text{ kN}$$

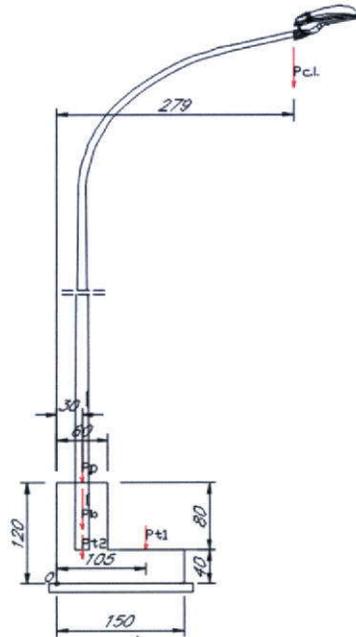
Tale carico è applicato ad un'eccentricità rispetto al punto di rotazione di 2.8 m.

Peso terreno:

Si considera un peso del terreno da rilevato di 19 kN/m^3 (vedi par.5).

$$P_{t1} = 0.9 \cdot 1.5 \cdot 0.8 \cdot 19 = 20.52 \text{ kN applicato a 1.05 m dal punto di rotazione.}$$

$$P_{t2} = 0.6 \cdot 0.45 \cdot 2 \cdot 0.8 \cdot 19 = 8.21 \text{ kN applicato a 0.30 m dal punto di rotazione.}$$



7.2 Spinta del terreno

Le spinte del terreno sono state valutate coerentemente la caratterizzazione geotecnica illustrata al paragrafo 5. Il coefficiente di spinta a riposo è stato determinato con la nota relazione di Jaki:

$$k_0 = 1 - \text{sen}\varphi'$$

Il coefficiente di spinta attiva è stato valutato utilizzando la teoria del cuneo di rottura di Coulomb, che tiene conto, oltre alle ipotesi base della teoria di Rankine, anche della presenza dell'attrito fra terra e muro δ e della superficie interna del paramento del muro comunque inclinata di un angolo ψ . Lo sviluppo analitico della teoria di Coulomb è stato definito da Muller-Breslau, i quali valutano il coefficiente di spinta attiva in condizione statica come:

$$k_a = \frac{\text{sen}^2(\psi + \varphi)}{\text{sen}^2(\psi) \cdot \text{sen}(\psi - \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\varphi + \delta) \cdot \text{sen}(\varphi - \beta)}{\text{sen}(\psi - \delta) \cdot \text{sen}(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

dove:

φ è l'angolo di resistenza a taglio del terreno;

δ è l'angolo di attrito terra-muro, assunto pari a 0.60φ ;

ε è l'inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terreno;

β è l'inclinazione rispetto alla verticale della parete interna del muro.

Luce e forza motrice

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI PALI DI
ILLUMINAZIONE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF.00.00.001	A	13 di 47

In accordo con il tipo di approccio perseguito e del tipo di verifica condotta, i parametri di calcolo adottati vengono sintetizzati come segue:

Combinazione A1+M1:

$$\varphi = 35^\circ$$

$$k_0 = 1 - \text{sen}\varphi' = 0.426$$

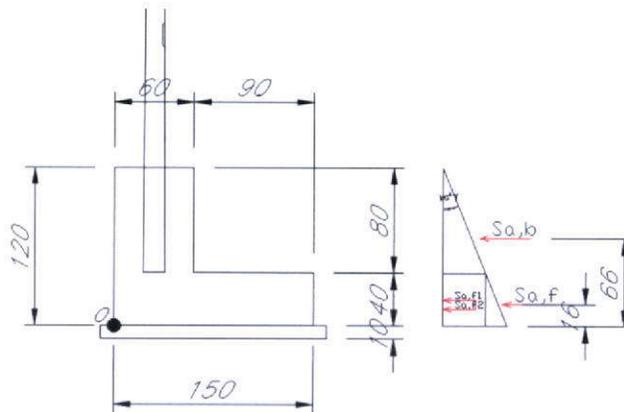
$$k_a = 0.27$$

$$S_a = 1/2 * \gamma * k_a * H^2$$

Da cui:

$$S_{a,b} = (1/2 * 19 * 0.27 * 0.8^2) * 0.6 = 0.98 \text{ kN applicato ad } 0.66 \text{ m dalla base della fondazione (H/3 bicchiere + H_f)}$$

$$S_{a,f} = (19 * 0.27 * 0.8 * 0.4 + 1/2 * 19 * 0.27 * 0.4^2) * 1.50 = 3.08 \text{ kN applicata a } 0.16 \text{ m dalla base della fondazione}$$



7.3 Sovraccarichi variabili

Il sovraccarico variabile tenuto in conto è quello da traffico agente a tergo della fondazione, pari a 20.00 kN/m².

Si è considerata una aliquota di tale carico per tenere in conto che agisce al di là del cuneo di spinta attiva.

Tale aliquota è stata calcolata, da letteratura, ridotta del coeff. $\lambda_a = \text{tg}^2 \alpha = \text{tg}^2 (45 - \varphi/2) = 0.27$.



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Luce e forza motrice

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 001	A	14 di 47

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI PALI DI ILLUMINAZIONE

7.4 Azione del Vento

Zona vento = 3

($V_{b.o} = 27$ m/s; $A_o = 500$ m; $K_a = 0.020$ 1/s)

Classe di rugosità del terreno: D

[Aree prive di ostacoli o con al di più rari ostacoli isolati (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi,...)]

Categoria esposizione: tipo II

($K_r = 0.19$; $Z_o = 0.05$ m; $Z_{min} = 4$ m)

Velocità di riferimento = 27.00 m/s

Pressione cinetica di riferimento (q_b) = 46 daN/mq

Il Coefficiente di forma (C_p) per corpi cilindrici a sezione circolare di diametro d ed altezza h vale:

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

In cui $q = q_b * c_e = 460 * 2.29 = 1053.4$ N/m²

Il diametro del palo è 173 mm alla base e 60 mm in testa. Considero quindi un diametro medio pari a 117 mm. Ricadiamo quindi nel secondo caso per cui:

$C_p = 0.78$

Coefficiente dinamico (C_d) = 1.00

Coefficiente di esposizione (C_e) = 2.29

Coefficiente di esposizione topografica (C_t) = 1.00

Altezza dell'edificio = 9.00 m

Pressione del vento ($p = q_b C_e C_p C_d$) = 822 N/m²

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012 PROGETTO DEFINITIVO					
	Luce e forza motrice RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI PALI DI ILLUMINAZIONE	COMMESSA N7D2	LOTTO 01	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO LF 00 00 001	REV. A

7.5 Azione sismica

L'analisi sismica è stata eseguita con il metodo pseudo-statico. I coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v sono valutati con le relazioni:

$$k_h = \beta_m \frac{a_{\max}}{g}$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

dove:

β_m è un coefficiente dipendente dal valore dell'accelerazione orizzontale a_g e dalla tipologia di sottosuolo, i valori di β_m sono riportati in tabella 7.11.II della NTC2008.

k_h è il coefficiente sismico in direzione orizzontale;

k_v è il coefficiente sismico in direzione verticale;

L'accelerazione massima viene valutata come:

$$\frac{a_{\max}}{g} = S_S \cdot S_T \cdot \frac{a_g}{g}$$

dove:

$S_S = 1.372$ tiene conto dell'amplificazione stratigrafica;

$S_T = 1.000$ tiene conto dell'amplificazione topografica;

$\frac{a_g}{g} = 0.221$ è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito per lo SLV.

Il calcolo dei coefficienti sismici di spinta viene effettuata tramite foglio di calcolo.



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Luce e forza motrice

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
 N7D2 01 D 78 CL LF 00 00 001 A 16 di 47

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI PALI DI ILLUMINAZIONE

CALCOLO COEFFICIENTI SISMICI

Muri di sostegno Paratie
 Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m)
 us (m)

Categoria sottosuolo
 Categoria topografica

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss * Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,37	1,28
Cc * Coeff. funz categoria	1,53	1,51	1,49	1,49
St * Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,019	0,025	0,094	0,108
kv	0,010	0,013	0,047	0,054
Amax [m/s ²]	1,060	1,369	2,969	3,415
Beta	0,180	0,180	0,310	0,310

Per il calcolo della spinta sismica:

Dati di input

Altezza muro [m]	<input type="text" value="1.2"/>
Angolo inclinazione profilo [°]	<input type="text" value="0"/>
Incl. parete interna risp. alla verticale [°]	<input type="text" value="0"/>
Angolo resist. a taglio [°]	<input type="text" value="35"/>
Peso unità volume [KN/m ³]	<input type="text" value="19"/>
Angolo attrito terra-muro [°]	<input type="text" value="21"/>

Spinta sismica

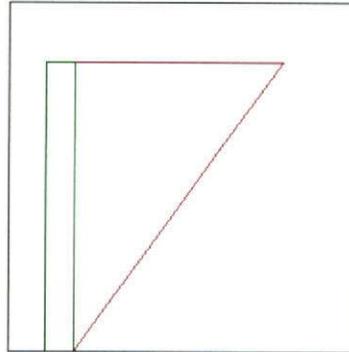
Coefficiente sismico orizzontale	<input type="text" value="0.094"/>
Coefficiente sismico verticale	<input type="text" value="0.047"/>

PROGETTO DEFINITIVO

Luce e forza motrice

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI PALI DI
ILLUMINAZIONE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00.00.001	A	17 di 47



Spinta sismica 3,97 KN
Spinta statica 3,35 KN
Incremento sismico spinta 0,62 KN
Coefficiente di spinta attiva sismica 0,3
Punto di applicazione spinta sismica 0,45 m
Inclinazione cuneo di rottura rispetto all'orizzontale 54,41°

La tabella seguente riporta i suddetti parametri, distinguendo le combinazioni di verifica in base all'approccio perseguito:

Combinazione SLV (A1+M1):

$$\beta_m = 0.31$$

$$k_h = 0.094$$

$$k_{as} = 0.3$$

$$\Delta S_{as} = \frac{1}{2} \cdot (\gamma \cdot H^2) \cdot (k_{as} - k_a)$$

Da cui:

$$\Delta S_{as,b} = \frac{1}{2} \cdot [\gamma \cdot H_b^2 \cdot (k_{as} - k_a)] \cdot 0.6 = 0.5 \cdot (19 \cdot 0.8^2) \cdot (0.03) \cdot 0.6 = 0.109 \text{ kN}$$

$$\Delta S_{as,f} = (\frac{1}{2} \cdot (\gamma \cdot H_f^2 \cdot (k_{as} - k_a))) \cdot 1.5 = [(19 \cdot 0.8 \cdot 0.4 + \frac{1}{2} \cdot 19 \cdot 0.4^2) \cdot (0.03)] \cdot 1.5 = 0.342 \text{ kN}$$

La sovraspinta sismica, a vantaggio di sicurezza, si considera applicata ad H/2.

Sono state altresì considerate le forze di inerzia dovute al peso del muro e del terreno gravante sulla suola di fondazione, valutate come:

$$F_i = k_h \cdot W_i$$

E' stata considerata anche l'aliquota di sovraspinta sismica dovuta ai carichi da traffico moltiplicata per il coeff. riduttivo $\Psi_{2i} = 0.2$ per carichi stradali in combinazione sismica.



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Luce e forza motrice

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI PALI DI
 ILLUMINAZIONE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 001	A	18 di 47

7.6 Caratteristiche geometriche del palo di illuminazione

PALI CONICI CURVATI									
Codice Articolo	H.tot. altezza totale mm	H.f.t. altezza fuori terra mm	La sporgenza braccio mm	l. interramento mm	D diametro di base mm	d diametro di sommità mm	s spessore mm	P peso zincato (teorico) Kg	Prezzo Unitario €
CAS3148Z	7.800	7.000	1.750	800	148	60	3	69	348,00
FLA3153Z	8.000	7.200	2.250	800	153	60	3	75	372,00
ABR3153Z	8.600	7.800	1.200	800	153	60	3	75	372,00
UMB3163Z	9.600	8.800	1.200	800	163	60	3	87	421,00
SEM3163Z	9.100	8.300	2.500	800	163	60	3	87	421,00
LOM3173Z	10.100	9.300	2.500	800	173	60	3	100	474,00
OST3173Z	9.800	9.000	2.500	800	173	60	3	100	474,00
MAR3173Z	10.400	9.600	1.500	800	173	60	3	100	474,00
LIG3183Z	11.100	10.300	2.500	800	183	60	3	113	525,00
CAS4148Z	7.800	7.000	1.750	800	148	60	4	91	414,00
FLA4153Z	8.000	7.200	2.250	800	153	60	4	99	443,00
ABR4153Z	8.600	7.800	1.200	800	153	60	4	99	443,00
UMB4163Z	9.600	8.800	1.200	800	163	60	4	114	505,00
SEM4163Z	9.100	8.300	2.500	800	163	60	4	114	505,00
ORO4168Z	9.300	8.500	4.200	800	168	60	4	123	593,00
LOM4173Z	10.100	9.300	2.500	800	173	60	4	131	566,00
OST4173Z	9.800	9.000	2.500	800	173	60	4	131	566,00
MAR4173Z	10.400	9.600	1.500	800	173	60	4	131	566,00
LIG4183Z	11.100	10.300	2.500	800	183	60	4	149	633,00
CIL4188Z	9.800	9.000	2.900	800	188	60	4	160	715,00

Ai fini dei calcoli si utilizza un diametro medio pari a:

$$D = 117 \text{ mm}$$

$$d = 109 \text{ mm}$$

$$\text{Momento d'inerzia } J = \pi \cdot (D^4 - d^4) / 64 = 226.9 \text{ cm}^4$$

$$\text{Modulo di resistenza } W = \pi \cdot (D^4 - d^4) / 32 \cdot D = 38.8 \text{ cm}^3$$



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Luce e forza motrice

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI PALI DI
 ILLUMINAZIONE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 001	A	19 di 47

8 COMBINAZIONE DEI CARICHI

8.1 Combinazioni di carichi SLU

Tutte le condizioni di carico elementari di carico possono essere raggruppate nei seguenti gruppi di condizioni:

G1 : azioni dovute al peso proprio e ai carichi permanenti strutturali;

G2 : azioni dovute ai carichi permanenti non strutturali;

P : azioni dovute ai carichi di precompressione;

Q_{ik} : azioni dovute ai sovraccarichi accidentali;

E : azioni dovute ai carichi sismici orizzontali e verticali.

Secondo quanto previsto dalle NTC 2008, si considerano tutte le combinazioni non sismiche del tipo:

$$F_d = \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_p \cdot P_k + \gamma_q \left[Q_{1k} + \sum_i (\Psi_{0i} \cdot Q_{ik}) \right]$$

essendo:

Carichi	Coef.	Condizione		
	$\gamma_F (\gamma_E)$	EQU	STR (A1)	GEO (A2)
Permanenti	$\gamma_{G,1}$	0,9÷1,1	1,0÷1,3	1,0÷1,0
Perm.non strutturali	$\gamma_{G,2}$	0,0÷1,5	0,0÷1,5	0,0÷1,3
Variabili	$\gamma_{Q,i}$	0,0÷1,5	0,0÷1,5	0,0÷1,3

Coefficienti parziali per le azioni favorevoli-sfavorevoli

$\gamma_p = 1.00$ (precompressione)

$\Psi_{0i} = 0 \div 1.00$ (coefficiente di combinazione allo SLU per tutte le condizioni di carico elementari variabili per tipologia e categoria Q_{ik})

Le combinazioni sismiche considerate sono:

$$F_d = G_1 + G_2 + P_k + E + \left[\sum_i (\Psi_{2i} \cdot Q_{ik}) \right]$$

essendo:

$\Psi_{2i} = 0.2$ nel caso di sovraccarichi stradali.



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Luce e forza motrice

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI PALI DI
 ILLUMINAZIONE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 001	A	20 di 47

8.2 Combinazioni di carichi SLE

Secondo quanto previsto dal D.M. 14.01.2008, si considerano le combinazioni:

$$F_d = G_1 + G_2 + P_k + \left[\sum_i (\Psi_{2i} \cdot Q_{ik}) \right]$$

Essendo, nel caso di carichi stradali, Ψ_{2i} pari a 0 per la combinazione quasi permanente, pari a 0.75 per la combinazione frequente e pari a 1 per la combinazione rara.

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012					
	PROGETTO DEFINITIVO					
Luce e forza motrice RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI PALI DI ILLUMINAZIONE	COMMESSA N7D2	LOTTO 01	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO LF 00.00.001	REV. A	FOGLIO 21 di 47

9 CRITERI DI CALCOLO

In generale, per ogni stato limite deve essere verificata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove E_d rappresenta l'insieme amplificato delle azioni agenti, ed R_d l'insieme delle resistenze, queste ultime corrette in funzione della tipologia del metodo di approccio al calcolo eseguito, della geometria del sistema e delle proprietà meccaniche dei materiali e dei terreni in uso.

A seconda dell'approccio perseguito, sarà necessario applicare dei coefficienti di sicurezza o amplificativi, a secondo si tratti del calcolo delle caratteristiche di resistenza o delle azioni agenti.

In particolare, in funzione del tipo di verifica da eseguire, avremo, per le azioni derivanti da carichi gravitazionali, i seguenti coefficienti parziali:

Carichi	Coefficiente parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	γ_{G1}	0.9÷1.1	1.0÷1.3	1.0
Perm. non strutturali	γ_{G2}	0.0÷1.5	0.0÷1.5	0.0÷1.3
Variabili	$\gamma_{Q,i}$	0.0÷1.5	0.0÷1.5	0.0÷1.3

Coefficienti parziali per le azioni favorevoli-sfavorevoli

Ai fini delle resistenze, in funzione del tipo di verifica da eseguire, il valore di progetto può ricavarsi in base alle indicazioni sotto riportate.

Luce e forza motrice

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI PALI DI
ILLUMINAZIONE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 001	A	22 di 47

Parametro	Parametro di riferimento	Coefficiente parziale γ_M	M1	M2
Tangente dell'angolo di resistenza ϕ'	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1.00	1.25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25
Resistenza non drenata	C_{uk}	γ_{cu}	1.00	1.40
Peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Partendo da questi coefficienti, è possibile definire le caratteristiche meccaniche dei terreni in funzione del tipo di approccio. In particolare avremo:

Terreno in situ

Metodo M1

Peso per unità di volume totale $\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$

Coesione $c' = 5.00 \text{ kPa}$

Angolo di attrito di calcolo $\phi' = 27^\circ$

Metodo M2

Peso per unità di volume $\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$

Coesione $c' = 0 \text{ kPa}$

Angolo di attrito interno $\phi' = 20^\circ$

Le verifiche SLU e GEO vengono effettuate con l'Approccio 2, che prevede i seguenti coefficienti:

(A1+M1+R3)

I coefficienti parziali di sicurezza R3 sono pari a:



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Luce e forza motrice

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI PALI DI
 ILLUMINAZIONE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 001	A	23 di 47

Verifica	Coefficiente parziale (R1)	Coefficiente parziale (R2)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1.0$	$\gamma_R = 1.0$
Scorrimento	$\gamma_R = 1.0$	$\gamma_R = 1.0$

Lo stato limite di ribaltamento non prevede la mobilitazione della resistenza del terreno di fondazione e deve essere trattato come uno stato limite di equilibrio come corpo rigido (EQU), adoperando coefficienti parziali del gruppo M2 per il calcolo delle spinte ed il fattore parziale di sicurezza R2=1.0.

Nelle verifiche finalizzate al dimensionamento strutturale, il coefficiente γ_R non deve essere portato in conto.

Per quanto riguarda le verifiche in condizioni sismiche, esse verranno effettuate considerando, per i diversi stati limite, i coefficienti amplificativi delle azioni (A) di valore unitario, come indicato al punto C7.11.6.2 delle Istruzioni per l'applicazione delle NTC 2008.

9.1 Criterio di verifica a capacità portante della fondazione (GEO)

La verifica a carico limite della fondazione è stata eseguita facendo riferimento alla nota formula trinomia di Terzaghi.

$$q_{lim} = \psi_q \cdot \zeta_q \cdot \xi_q \cdot \alpha_q \cdot \beta_q \cdot N_q \cdot \gamma_1 \cdot D + \psi_c \cdot \zeta_c \cdot \xi_c \cdot \alpha_c \cdot \beta_c \cdot N_c \cdot c + \psi_\gamma \cdot \zeta_\gamma \cdot \xi_\gamma \cdot \alpha_\gamma \cdot \beta_\gamma \cdot N_\gamma \cdot \gamma_2 \cdot \frac{B}{2}$$

in cui:

- γ_1 è il peso dell'unità di volume del terreno presente al di sopra del piano di posa della fondazione;
- γ_2 è il peso dell'unità di volume del terreno presente al di sotto del piano di posa della fondazione;
- D è la profondità del piano di posa della fondazione;
- B è la larghezza della fondazione;
- N_q, N_c, N_γ sono i fattori di capacità portante calcolati in funzione dell'angolo di attrito del terreno presente al di sotto del piano di posa;
- $\psi_\theta, \psi_\lambda, \psi_\gamma$ sono i coefficienti correttivi legati al tipo di rottura (generale o per punzonamento);
- $\zeta_\theta, \zeta_\lambda, \zeta_\gamma$ sono i coefficienti correttivi di forma; essi dipendono dalla lunghezza L e dalla larghezza B della fondazione;



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Luce e forza motrice

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI PALI DI
 ILLUMINAZIONE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 001	A	24 di 47

- ξ_θ, ξ_x, ξ_y sono i coefficienti correttivi di inclinazione del carico; essi dipendono dalla lunghezza L e dalla larghezza B della fondazione, dall'entità dei carichi verticale ed orizzontale agenti, dalla coesione e dall'angolo di attrito del terreno presente al di sotto del piano di posa;
- $\alpha_\theta, \alpha_x, \alpha_y$ sono i coefficienti correttivi che tengono conto dell'inclinazione del piano di posa;
- $\beta_\theta, \beta_x, \beta_y$ sono i coefficienti correttivi che tengono conto dell'inclinazione del piano campagna.
 In particolare, per la determinazione del carico verticale di esercizio, si pone:

$$q_{es} = \frac{N}{L' \cdot B'}$$

dove:

- N è la risultante delle azioni verticali agenti sulla fondazione nella condizione di carico considerata, comprensivi del peso della platea;
- L' è la lunghezza ridotta della fondazione;
- B' è la larghezza della fondazione.

Per tener conto dell'eccentricità del carico viene considerata, ai fini del calcolo, una fondazione di dimensioni ridotte pari a:

$$L' = L - 2e_L$$

$$B' = B - 2e_B$$

con e_L ed e_B eccentricità del carico nelle due direzioni.

9.2 Criterio di verifica a scorrimento sul piano di posa (GEO)

La verifica allo scorrimento della fondazione consiste nell'assicurare la stabilità dell'opera nei confronti di un meccanismo di collasso tale per cui l'intera opera va a scorrere sul piano di contatto con il terreno di fondazione. Pertanto essa risulta soddisfatta se la componente delle forze agenti nella direzione parallela al piano di scorrimento risulta inferiore alla forza di attrito che si genera al contatto tra opera e terreno di fondazione. Tale forza risulta proporzionale al peso del plinto ed è espressa dalla relazione (per terreni caratterizzati da $\varphi' \neq 0$ e $c' = 0$).

$$R = N \cdot \tan \varphi'_d$$

dove:



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Luce e forza motrice

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI PALI DI
ILLUMINAZIONE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 001	A	25 di 47

R è la forza resistente allo scorrimento;

N è la risultante delle azioni verticali agenti sul piano di fondazione;

φ'_d è l'angolo di resistenza a taglio del terreno di fondazione relativamente all'approccio di progetto.

9.3 Criterio di verifica a ribaltamento (EQU)

Il meccanismo di collasso per ribaltamento prevede la rotazione intorno all'estremità di valle della suola di fondazione, che diventa il centro di rotazione dell'opera. La verifica risulta soddisfatta se:

$$\frac{M_s}{M_r} \geq R_2 = 1.00$$

dove:

M_s è il momento stabilizzante rispetto al centro di rotazione dovuto al peso del muro;

M_r è il momento ribaltante rispetto al centro di rotazione dovuto alla spinta del terrapieno e di eventuali sovraccarichi.

Luce e forza motrice

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI PALI DI
ILLUMINAZIONE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 001	A	26 di 47

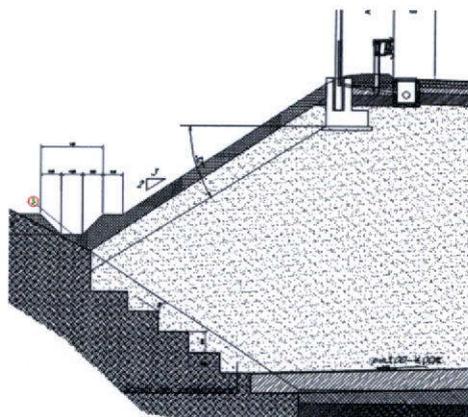
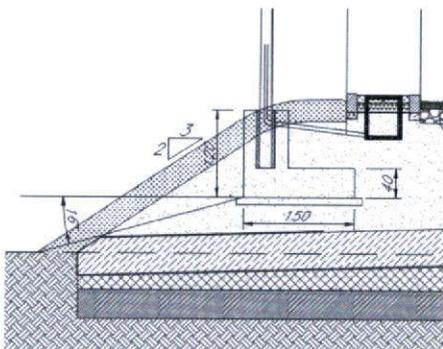
10 VERIFICHE GEOTECNICHE

10.1 Verifica a carico limite SLU

A vantaggio di sicurezza, nelle verifiche a carico limite, si è considerato che la profondità del piano di posa D è la minima letta in corrispondenza dello spigolo esterno della fondazione + magrone senza considerare i 0.30 m di terreno vegetale.

Si considera quindi una profondità del piano di posa D pari a 70 cm.

Si sono individuate due situazioni in cui i plinti sono fondati: una in cui il rilevato è basso e possiamo considerare l'inclinazione del piano campagna a tergo del plinto pari a 16° ed una in cui il rilevato è alto e l'inclinazione del piano campagna a tergo del plinto è pari a 32° . Nel primo caso il carico limite verrà verificato con le caratteristiche del terreno in sito, nel secondo caso le caratteristiche del terreno considerato saranno quelle del rilevato.



Nelle verifiche è stato considerato il carico da vento come azione variabile principale, il carico mobile è stato quindi ridotto del coefficiente $\Psi_{0i} = 0.6$.

Si è considerato agente anche il 30% di taglio e momento da vento nella direzione ortogonale.

Luce e forza motrice

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 001	A	27 di 47

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI PALI DI ILLUMINAZIONE

10.1.1 Verifica a carico limite SLU rilevato basso

Fondazioni Dirette Verifica in tensioni efficaci

$$q_{lim} = c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot d_{\gamma} \cdot i_{\gamma} \cdot b_{\gamma} \cdot g_{\gamma}$$

D = Profondità del piano di appoggio

e_B = Eccentricità in direzione B ($e_B = Mb/N$)

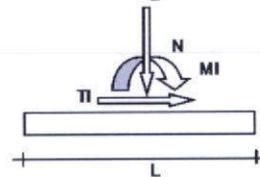
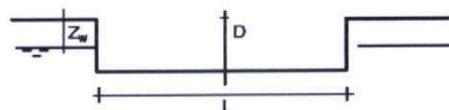
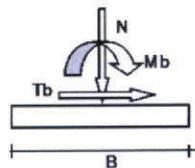
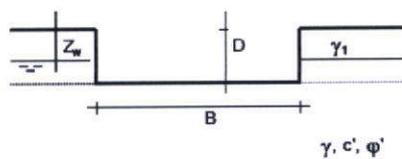
e_L = Eccentricità in direzione L ($e_L = ML/N$) (per fondazione nastriforme $e_L = 0$; $L^* = L$)

B^* = Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2 \cdot e_B$)

L^* = Lunghezza fittizia della fondazione ($L^* = L - 2 \cdot e_L$)

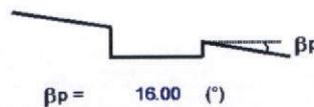
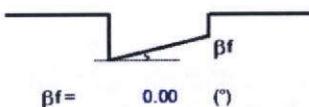
(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

Metodo di calcolo	coefficienti parziali						
	azioni		proprietà del terreno		resistenze		scorr
	permanenti	temporanee variabili	$\tan \varphi'$	c'	q_{lim}		
Stato Limite Ultimo	A1+M1+R1	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00
	A2+M2+R2	1.00	1.30	1.25	1.25	1.80	1.00
	SISMA	1.00	1.00	1.25	1.25	1.80	1.00
	A1+M1+R3	1.30	1.50	1.00	1.00	2.30	1.10
	SISMA	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10
Tensioni Ammissibili	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	3.00	
Definiti dal Progettista	1.35	1.50	1.00	1.00	1.40	1.00	



(Per fondazione nastriforme $L = 100$ m)

B = 1.50 (m)
L = 1.50 (m)
D = 0.70 (m)





LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Luce e forza motrice

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
 N7D2 01 D 78 CL LF 00 00 001 A 28 di 47

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI PALI DI
 ILLUMINAZIONE

AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	59.90	0.00	77.87
Mb [kNm]	1.14	6.22	10.81
MI [kNm]	0.00	1.47	2.21
Tb [kN]	4.06	4.37	11.83
TI [kN]	0.00	0.26	0.39
H [kN]	4.06	4.38	11.84

Peso unità di volume del terreno

$\gamma_1 = 19.00$ (kN/mc)
 $\gamma = 16.00$ (kN/mc)

Valori caratteristici di resistenza del terreno

$c' = 5.00$ (kN/mq)
 $\varphi' = 27.00$ (°)

Valori di progetto

$c' = 5.00$ (kN/mq)
 $\varphi' = 27.00$ (°)

Profondità della falda

$Z_w = 6.80$ (m)

$e_B = 0.14$ (m)

$e_L = 0.03$ (m)

$B^* = 1.22$ (m)

$L^* = 1.44$ (m)

q : sovraccarico alla profondità D

$q = 13.30$ (kN/mq)

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$\gamma = 16.00$ (kN/mc)

N_c, N_q, N_γ : coefficienti di capacità portante

$$N_q = \tan^2(45 + \varphi'/2) \cdot e^{(\pi \cdot \tan \varphi')}$$

$N_q = 13.20$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \tan \varphi'$$

$N_c = 23.94$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi'$$

$N_\gamma = 14.47$

Luce e forza motrice

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI PALI DI ILLUMINAZIONE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 001	A	29 di 47

s_c, s_q, s_γ : **fattori di forma**

$$s_c = 1 + B \cdot N_q / (L \cdot N_c)$$

$$s_c = 1.47$$

$$s_q = 1 + B \cdot \tan \varphi' / L^*$$

$$s_q = 1.43$$

$$s_\gamma = 1 - 0,4 \cdot B^* / L^*$$

$$s_\gamma = 0.66$$

i_c, i_q, i_γ : **fattori di inclinazione del carico**

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1.54 \quad \theta = \arctg(T_b/T_l) = 88.11 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1.46 \quad m = 1.54 \quad (-)$$

($m=2$ nel caso di fondazione nastriforme e
 $m=(m_b \sin^2 \theta + m_l \cos^2 \theta)$ in tutti gli altri casi)

$$i_q = (1 - H / (N + B \cdot L^* \cdot c' \cdot \cotg \varphi'))^m$$

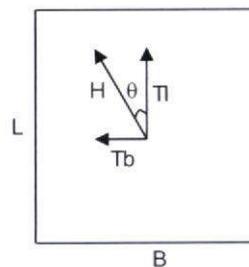
$$i_q = 0.81$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$$

$$i_c = 0.80$$

$$i_\gamma = (1 - H / (N + B \cdot L^* \cdot c' \cdot \cotg \varphi'))^{(m+1)}$$

$$i_\gamma = 0.71$$



d_c, d_q, d_γ : **fattori di profondità del piano di appoggio**

$$\text{per } D/B^* \leq 1; d_q = 1 + 2 D \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2 / B^*$$

$$\text{per } D/B^* > 1; d_q = 1 + (2 \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2) \cdot \arctan (D / B^*)$$

$$d_q = 1.17$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$d_c = 1.19$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1.00$$

PROGETTO DEFINITIVO

Luce e forza motrice

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI PALI DI
ILLUMINAZIONE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00.00 001	A	30 di 47

b_c, b_q, b_γ : fattori di inclinazione base della fondazione

$$b_q = (1 - \beta_f \tan\phi')^2 \qquad \beta_f + \beta_p = 16.00 \qquad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_q = 1.00$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan\phi')$$

$$b_c = 1.00$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = 1.00$$

g_c, g_q, g_γ : fattori di inclinazione piano di campagna

$$g_q = (1 - \tan\beta_p)^2 \qquad \beta_f + \beta_p = 16.00 \qquad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_q = 0.51$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan\phi')$$

$$g_c = 0.47$$

$$g_\gamma = g_q$$

$$g_\gamma = 0.51$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 234.43 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = 44.14 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacit  portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 101.92 \geq q = 44.14 \quad (\text{kN/m}^2)$$



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Luce e forza motrice

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI PALI DI
ILLUMINAZIONE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 001	A	31 di 47

10.1.2 Verifica allo scorrimento SLU rilevato basso

VERIFICA A SCORRIMENTO

Carico agente

$$H_d = 11.84 \quad (\text{kN})$$

Azione Resistente

$$S_d = N \tan(\varphi') + c' B^* L^*$$

$$S_d = 48.50 \quad (\text{kN})$$

Verifica di sicurezza allo scorrimento

$$S_d / \gamma_R = 44.09 \geq H_d = 11.84 \quad (\text{kN})$$



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Luce e forza motrice

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI PALI DI
 ILLUMINAZIONE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 001	A	32 di 47

10.1.3 Verifica a carico limite SLU rilevato alto

Fondazioni Dirette Verifica in tensioni efficaci

$$q_{lim} = c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot d_{\gamma} \cdot i_{\gamma} \cdot b_{\gamma} \cdot g_{\gamma}$$

D = Profondità del piano di appoggio

e_B = Eccentricità in direzione B ($e_B = Mb/N$)

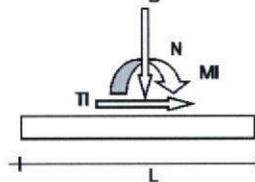
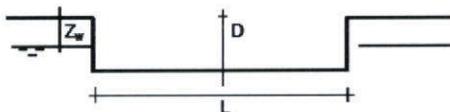
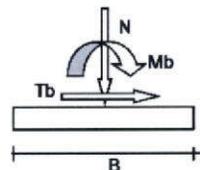
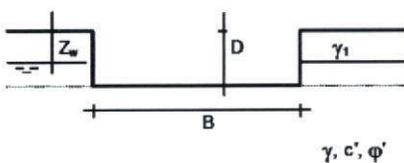
e_L = Eccentricità in direzione L ($e_L = ML/N$) (per fondazione nastriforme $e_L = 0$; $L^* = L$)

B^* = Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2 \cdot e_B$)

L^* = Lunghezza fittizia della fondazione ($L^* = L - 2 \cdot e_L$)

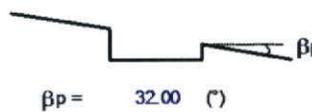
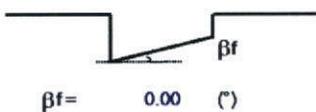
(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

Metodo di calcolo	coefficienti parziali							
	azioni		proprietà del terreno		resistenze			
	permanenti	temporanee variabili	$\tan \phi'$	c'	q_{lim}	scorr		
Stato Limite Ultimo	A1+M1+R1	☐	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00
	A2+M2+R2	☐	1.00	1.30	1.25	1.25	1.80	1.00
	SISMA	☐	1.00	1.00	1.25	1.25	1.80	1.00
	A1+M1+R3	☑	1.30	1.50	1.00	1.00	2.30	1.10
	SISMA	☐	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10
Tensioni Ammissibili	☐	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	3.00	
Definiti dal Progettista	☐	1.35	1.50	1.00	1.00	1.40	1.00	



(Per fondazione nastriforme L = 100 m)

- B = 1.50 (m)
- L = 1.50 (m)
- D = 0.70 (m)



Luce e forza motrice

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI PALI DI
ILLUMINAZIONE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00.00.001	A	33 di 47

AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	59.90	0.00	77.87
Mb [kNm]	1.14	6.22	10.81
MI [kNm]	0.00	1.47	2.21
Tb [kN]	4.06	4.37	11.83
TI [kN]	0.00	0.26	0.39
H [kN]	4.06	4.38	11.84

Peso unità di volume del terreno

$$\gamma_1 = 19.00 \quad (\text{kN/mc})$$

$$\gamma = 19.00 \quad (\text{kN/mc})$$

Valori caratteristici di resistenza del terreno

$$c' = 0.00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$\varphi' = 35.00 \quad (^\circ)$$

Valori di progetto

$$c' = 0.00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$\varphi' = 35.00 \quad (^\circ)$$

Profondità della falda

$$Z_w = 6.80 \quad (\text{m})$$

$$e_B = 0.14 \quad (\text{m})$$

$$e_L = 0.03 \quad (\text{m})$$

$$B^* = 1.22 \quad (\text{m})$$

$$L^* = 1.44 \quad (\text{m})$$

q : sovraccarico alla profondità D

$$q = 13.30 \quad (\text{kN/mq})$$

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$$\gamma = 19.00 \quad (\text{kN/mc})$$

N_c, N_q, N_γ : coefficienti di capacità portante

$$N_q = \tan^2(45 + \varphi'/2) \cdot e^{(\pi \cdot \tan \varphi')}$$

$$N_q = 33.30$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \tan \varphi'$$

$$N_c = 46.12$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi'$$

$$N_\gamma = 48.03$$

PROGETTO DEFINITIVO

Luce e forza motrice

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI PALI DI
ILLUMINAZIONE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 001	A	34 di 47

s_c, s_q, s_γ : **fattori di forma**

$$s_c = 1 + B \cdot N_q / (L \cdot N_c)$$

$$s_c = 1.61$$

$$s_q = 1 + B \cdot \tan \varphi' / L^*$$

$$s_q = 1.59$$

$$s_\gamma = 1 - 0,4 \cdot B^* / L^*$$

$$s_\gamma = 0.66$$

i_c, i_q, i_γ : **fattori di inclinazione del carico**

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1.54 \quad \theta = \arctg(T_b / T_l) = 88.11 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1.46 \quad m = 1.54 \quad (-)$$

($m=2$ nel caso di fondazione nastriforme e
 $m=(m_b \sin^2 \theta + m_l \cos^2 \theta)$ in tutti gli altri casi)

$$i_q = (1 - H / (N + B \cdot L^* \cdot c' \cdot \cotg \varphi'))^m$$

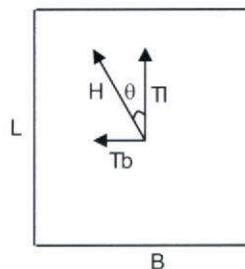
$$i_q = 0.78$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$$

$$i_c = 0.77$$

$$i_\gamma = (1 - H / (N + B \cdot L^* \cdot c' \cdot \cotg \varphi'))^{(m+1)}$$

$$i_\gamma = 0.66$$



d_c, d_q, d_γ : **fattori di profondità del piano di appoggio**

per $D/B^* \leq 1$; $d_q = 1 + 2 D \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2 / B^*$

per $D/B^* > 1$; $d_q = 1 + (2 \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2) \cdot \arctan (D / B^*)$

$$d_q = 1.15$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$d_c = 1.15$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1.00$$



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Luce e forza motrice

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 001	A	35 di 47

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI PALI DI
 ILLUMINAZIONE

b_c, b_q, b_γ : fattori di inclinazione base della fondazione

$$b_q = (1 - \beta_f \tan \varphi')^2 \quad \beta_f + \beta_p = 32.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_q = 1.00$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$b_c = 1.00$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = 1.00$$

g_c, g_q, g_γ : fattori di inclinazione piano di campagna

$$g_q = (1 - \tan \beta_p)^2 \quad \beta_f + \beta_p = 32.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_q = 0.14$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$g_c = 1.00$$

$$g_\gamma = g_q$$

$$g_\gamma = 0.14$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 122.34 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B \cdot L^*$$

$$q = 44.14 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 53.19 \geq q = 44.14 \quad (\text{kN/m}^2)$$



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Luce e forza motrice

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI PALI DI
 ILLUMINAZIONE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 001	A	36 di 47

10.1.4 Verifica allo scorrimento SLU rilevato alto

VERIFICA A SCORRIMENTO

Carico agente

$$H_d = 11.84 \quad (\text{kN})$$

Azione Resistente

$$S_d = N \tan(\varphi') + c' B^* L^*$$

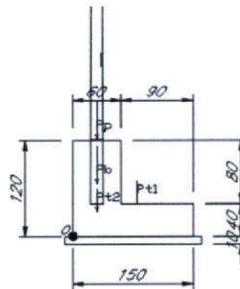
$$S_d = 54.53 \quad (\text{kN})$$

Verifica di sicurezza allo scorrimento

$$S_d / \gamma_R = 49.57 \geq H_d = 11.84 \quad (\text{kN})$$

10.2 Verifica alla rotazione SLU

Vengono calcolati i momento rispetto al punto O ipotizzato come punto di riferimento



Calcolo momento stabilizzante e resistente secondo la combinazione EQU:

La situazione più gravosa è quella in cui si considera il vento agente nella stessa direzione del carico mobile stradale.

I carichi che contribuiscono al momento stabilizzante sono: Peso del palo, del corpo illuminante, della suola, del plinto e del terreno sopra il plinto.

I carichi che invece contribuiscono al momento ribaltante sono: il vento, i carichi mobili, la spinta del terreno.

Come detto al paragrafo 7.3, il carico da traffico agente a tergo della fondazione è pari a 20.00 kN/m².

Si considerata una aliquota di tale carico per tenere in conto che agisce al di là del cuneo di spinta attiva.

Tale aliquota è stata calcolata, da letteratura, ridotta del coeff. $\lambda a = \text{tg}^2 \alpha = \text{tg}^2 (45 - \varphi/2) = 0.27$.

Si riporta di seguito lo schema dei carichi agenti.

Luce e forza motrice

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI PALI DI
ILLUMINAZIONE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 001	A	38 di 47

10.3.1 Verifica a carico limite SLV rilevato basso

Fondazioni Dirette Verifica in tensioni efficaci

$$q_{lim} = c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot g_\gamma$$

D = Profondità del piano di appoggio

e_B = Eccentricità in direzione B ($e_B = Mb/N$)

e_L = Eccentricità in direzione L ($e_L = Ml/N$) (per fondazione nastriforme $e_L = 0$; $L^* = L$)

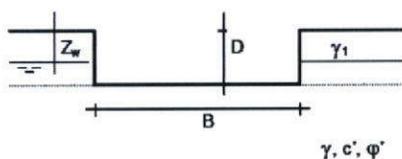
B^* = Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2 \cdot e_B$)

L^* = Lunghezza fittizia della fondazione ($L^* = L - 2 \cdot e_L$)

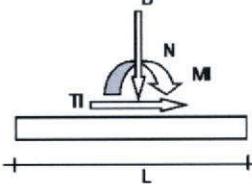
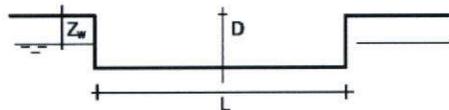
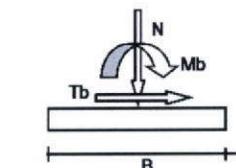
(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

coefficienti parziali

Metodo di calcolo	azioni		proprietà del terreno		resistenze			
	permanenti	temporanee variabili	$\tan \varphi'$	c'	q_{lim}	scorr		
Stato Limite Ultimo	A1+M1+R1	☐	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00	
	A2+M2+R2	☐	1.00	1.30	1.25	1.25	1.80	1.00
	SISMA	☐	1.00	1.00	1.25	1.25	1.80	1.00
	A1+M1+R3	☑	1.30	1.50	1.00	1.00	2.30	1.10
	SISMA	☑	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10
Tensioni Ammissibili	☐	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	3.00	
Definiti dal Progettista	☐	1.35	1.50	1.00	1.00	1.40	1.00	

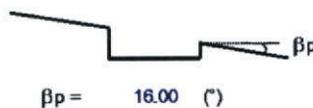
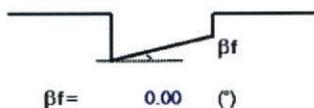


γ, c', φ'



(Per fondazione nastriforme $L = 100$ m)

B = 1.50 (m)
L = 1.50 (m)
D = 0.40 (m)



PROGETTO DEFINITIVO

Luce e forza motrice

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI PALI DI
ILLUMINAZIONE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 001	A	39 di 47

AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	59.90	0.00	77.87
Mb [kNm]	1.14	0.69	2.52
MI [kNm]	0.00	0.05	0.08
Tb [kN]	4.06	1.62	7.71
TI [kN]	0.00	0.14	0.21
H [kN]	4.06	1.63	7.71

Peso unità di volume del terreno

$$\gamma_1 = 19.00 \quad (\text{kN/mc})$$

$$\gamma = 16.00 \quad (\text{kN/mc})$$

Valori caratteristici di resistenza del terreno

$$c' = 5.00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$\varphi' = 27.00 \quad (^\circ)$$

Valori di progetto

$$c' = 5.00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$\varphi' = 27.00 \quad (^\circ)$$

Profondità della falda

$$Z_w = 6.80 \quad (\text{m})$$

$$e_B = 0.03 \quad (\text{m})$$

$$e_L = 0.00 \quad (\text{m})$$

$$B^* = 1.44 \quad (\text{m})$$

$$L^* = 1.50 \quad (\text{m})$$

q : sovraccarico alla profondità D

$$q = 13.30 \quad (\text{kN/mq})$$

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$$\gamma = 16.00 \quad (\text{kN/mc})$$

N_c, N_q, N_γ : coefficienti di capacità portante

$$N_q = \tan^2(45 + \varphi'/2) \cdot e^{(\pi \cdot \tan \varphi')}$$

$$N_q = 13.20$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \tan \varphi'$$

$$N_c = 23.94$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi'$$

$$N_\gamma = 14.47$$

PROGETTO DEFINITIVO

Luce e forza motrice

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI PALI DI ILLUMINAZIONE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 001	A	40 di 47

s_c, s_q, s_γ : fattori di forma

$$s_c = 1 + B \cdot N_q / (L \cdot N_c)$$

$$s_c = 1.53$$

$$s_q = 1 + B \cdot \tan \varphi' / L^*$$

$$s_q = 1.49$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot B^* / L^*$$

$$s_\gamma = 0.62$$

i_c, i_q, i_γ : fattori di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1.51 \quad \theta = \arctg(T_b/T_l) = 88.44 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1.49 \quad m = 1.51 \quad (-)$$

$$i_q = (1 - H / (N + B \cdot L^* \cdot c' \cdot \cotg \varphi'))^m$$

($m=2$ nel caso di fondazione nastriforme e $m=(m_b \sin^2 \theta + m_l \cos^2 \theta)$ in tutti gli altri casi)

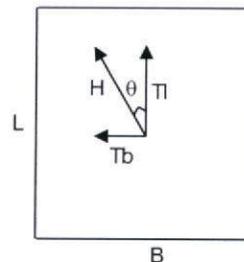
$$i_q = 0.88$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$$

$$i_c = 0.88$$

$$i_\gamma = (1 - H / (N + B \cdot L^* \cdot c' \cdot \cotg \varphi'))^{(m+1)}$$

$$i_\gamma = 0.82$$



d_c, d_q, d_γ : fattori di profondità del piano di appoggio

per $D/B^* \leq 1$; $d_q = 1 + 2 D \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2 / B^*$

per $D/B^* > 1$; $d_q = 1 + (2 \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2) \cdot \arctan (D / B^*)$

$$d_q = 1.15$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$d_c = 1.16$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1.00$$



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Luce e forza motrice RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI PALI DI ILLUMINAZIONE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 001	A	41 di 47

b_c, b_q, b_γ : fattori di inclinazione base della fondazione

$$b_q = (1 - \beta_f \tan\varphi')^2 \qquad \beta_f + \beta_p = 16.00 \qquad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_q = 1.00$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan\varphi')$$

$$b_c = 1.00$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = 1.00$$

g_c, g_q, g_γ : fattori di inclinazione piano di campagna

$$g_q = (1 - \tan\beta_p)^2 \qquad \beta_f + \beta_p = 16.00 \qquad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_q = 0.51$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan\varphi')$$

$$g_c = 0.47$$

$$g_\gamma = g_q$$

$$g_\gamma = 0.51$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 264.56 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = 36.21 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 115.03 \geq q = 36.21 \quad (\text{kN/m}^2)$$



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Luce e forza motrice

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 001	A	42 di 47

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI PALI DI
ILLUMINAZIONE

10.3.2 Verifica allo scorrimento SLV rilevato basso

VERIFICA A SCORRIMENTO

Carico agente

$$Hd = 7.71 \quad (\text{kN})$$

Azione Resistente

$$Sd = N \tan(\varphi') + c' B^* L^*$$

$$Sd = 50.43 \quad (\text{kN})$$

Verifica di sicurezza allo scorrimento

$$Sd / \gamma_R = 45.85 \geq Hd = 7.71 \quad (\text{kN})$$

Luce e forza motrice

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI PALI DI ILLUMINAZIONE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 001	A	43 di 47

10.3.3 Verifica a carico limite SLV rilevato alto

Verifica in tensioni efficaci

$$q_{lim} = c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot g_\gamma$$

D = Profondità del piano di appoggio

e_B = Eccentricità in direzione B ($e_B = Mb/N$)

e_L = Eccentricità in direzione L ($e_L = Ml/N$) (per fondazione nastriforme $e_L = 0$; $L^* = L$)

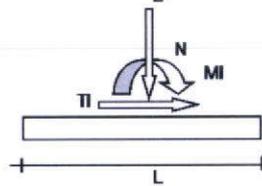
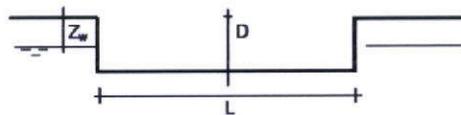
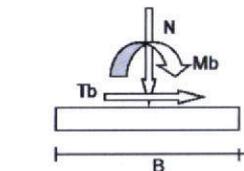
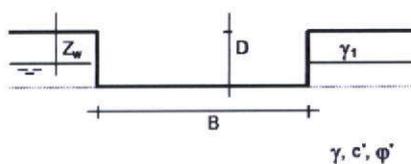
B^* = Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2 \cdot e_B$)

L^* = Lunghezza fittizia della fondazione ($L^* = L - 2 \cdot e_L$)

(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

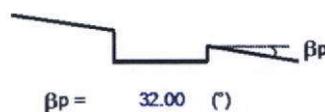
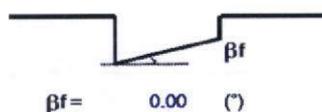
coefficienti parziali

Metodo di calcolo	azioni		proprietà del terreno		resistenze		
	permanenti	temporanee variabili	$\tan \varphi'$	c'	q_{lim}	scorr	
Stato Limite Ultimo	A1+M1+R1	☐	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M2+R2	☐	1.00	1.30	1.25	1.25	1.80
	SISMA	☐	1.00	1.00	1.25	1.25	1.80
	A1+M1+R3	☑	1.30	1.50	1.00	1.00	2.30
	SISMA	☐	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30
Tensioni Ammissibili	☐	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	3.00
Definiti dal Progettista	☐	1.35	1.50	1.00	1.00	1.40	1.00



(Per fondazione nastriforme $L = 100$ m)

B = 1.50 (m)
L = 1.50 (m)
D = 0.70 (m)



PROGETTO DEFINITIVO

Luce e forza motrice

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI PALI DI
ILLUMINAZIONE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 001	A	44 di 47

AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	59.90	0.00	77.87
Mb [kNm]	1.14	0.69	2.52
MI [kNm]	0.00	0.05	0.08
Tb [kN]	4.06	1.62	7.71
TI [kN]	0.00	0.14	0.21
H [kN]	4.06	1.63	7.71

Peso unità di volume del terreno

$\gamma_1 = 19.00$ (kN/mc)

$\gamma = 19.00$ (kN/mc)

Valori caratteristici di resistenza del terreno

$c' = 0.00$ (kN/mq)

$\varphi' = 35.00$ (°)

Valori di progetto

$c' = 0.00$ (kN/mq)

$\varphi' = 35.00$ (°)

Profondità della falda

$Z_w = 6.80$ (m)

$e_B = 0.03$ (m)

$e_L = 0.00$ (m)

$B^* = 1.44$ (m)

$L^* = 1.50$ (m)

q : sovraccarico alla profondità D

$q = 13.30$ (kN/mq)

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$\gamma = 19.00$ (kN/mc)

N_c, N_q, N_γ : coefficienti di capacità portante

$N_q = \tan^2(45 + \varphi'/2) \cdot e^{(\pi \cdot \tan \varphi')}$

$N_q = 33.30$

$N_c = (N_q - 1) / \tan \varphi'$

$N_c = 46.12$

$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi'$

$N_\gamma = 48.03$



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Luce e forza motrice

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI PALI DI ILLUMINAZIONE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 001	A	45 di 47

s_c, s_q, s_y : fattori di forma

$$s_c = 1 + B \cdot N_q / (L \cdot N_c)$$

$$s_c = 1.69$$

$$s_q = 1 + B \cdot \tan \varphi' / L^*$$

$$s_q = 1.67$$

$$s_y = 1 - 0,4 \cdot B^* / L^*$$

$$s_y = 0.62$$

i_c, i_q, i_y : fattori di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1.51 \quad \theta = \arctg(T_b / T_l) = 88.44 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1.49 \quad m = 1.51 \quad (-)$$

($m=2$ nel caso di fondazione nastroforme e $m=(m_b \sin^2 \theta + m_l \cos^2 \theta)$ in tutti gli altri casi)

$$i_q = (1 - H / (N + B \cdot L^* \cdot c' \cdot \cotg \varphi'))^m$$

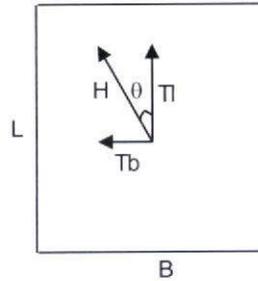
$$i_q = 0.85$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$$

$$i_c = 0.85$$

$$i_y = (1 - H / (N + B \cdot L^* \cdot c' \cdot \cotg \varphi'))^{(m+1)}$$

$$i_y = 0.77$$



d_c, d_q, d_y : fattori di profondità del piano di appoggio

$$\text{per } D/B^* \leq 1; d_q = 1 + 2 D \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2 / B^*$$

$$\text{per } D/B^* > 1; d_q = 1 + (2 \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2) \cdot \arctan (D / B^*)$$

$$d_q = 1.12$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$d_c = 1.13$$

$$d_y = 1$$

$$d_y = 1.00$$



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Luce e forza motrice

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	LF 00 00 001	A	46 di 47

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCHI PALI DI ILLUMINAZIONE

b_c, b_q, b_y : fattori di inclinazione base della fondazione

$$b_q = (1 - \beta_f \tan \varphi')^2 \qquad \beta_f + \beta_p = 32.00 \qquad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_q = 1.00$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$b_c = 1.00$$

$$b_y = b_q$$

$$b_y = 1.00$$

g_c, g_q, g_y : fattori di inclinazione piano di campagna

$$g_q = (1 - \tan \beta_p)^2 \qquad \beta_f + \beta_p = 32.00 \qquad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_q = 0.14$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$g_c = 1.00$$

$$g_y = g_q$$

$$g_y = 0.14$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 143.74 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B \cdot L^*$$

$$q = 36.21 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacit  portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 62.5 \geq q = 36.21 \quad (\text{kN/m}^2)$$

