

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. TECNOLOGIE CENTRO

PROGETTO DEFINITIVO

COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL SALENTO
CON LA STAZIONE DI BRINDISI

ELABORATI GENERALI

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE E FONDAZIONI FUORI STANDARD:
SOSTEGNO TE IN RETTIFILO CON DR MAGGIORATA E ORMEGGIO TREFOLI

SCALA:

-

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

I A 7 K 0 0 D 1 8 C L L C 0 0 0 0 0 0 0 2 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE DEFINITIVA	C. D'Agostini 	Dic. 2019	A. Giuseppone 	Dic. 2019	T. Paolletti 	Dic. 2019	G. Guidi Buffarini Dicembre 2019

File: IA700D18CLLC0000002A.doc

n. Elab.:

ELABORATI GENERALI

**Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
fuori standard: sostegno TE in rettilo con DR
maggiorata e ormeggio trefoli**

COMMESSA
IA7K

LOTTO
00 D 18

CODIFICA
CL

DOCUMENTO
LC0000 002

REV.
A

FOGLIO
2 di 65

INDICE

1. PREMESSA	4
2. INTRODUZIONE	4
1.1 IPOTESI DI CALCOLO	4
1.2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....	5
1.3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	6
1.4 PARAMETRI GEOTECNICI.....	6
1.5 DESCRIZIONE DEI MATERIALI	6
1.5.1 Opere in calcestruzzo armato	7
2. CALCOLO AZIONI SUI SOSTEGNI	8
2.1 PESO PROPRIO ELEMENTI STRUTTURALI	8
2.2 SOVRACCARICHI PERMANENTI VERTICALI	8
2.3 SOVRACCARICHI PERMANENTI ORIZZONTALI	8
2.4 TABELLA PESI E TIRI SUI CONDUTTORI	8
2.5 SOVRACCARICHI VARIABILI	9
2.5.1 Azione del ghiaccio	9
2.5.2 Azione del vento.....	10
2.5.3 Vento trasversale (ai binari)	11
2.5.4 Azione Sismica (da relazione Geologica Generale).....	13
2.5.5 Azione Aerodinamica	19
2.6 CARICHI ECCEZIONALI	20
2.6.1 Rottura dei conduttori	20
2.6.2 Sostituzione dei fili di contatto.....	21
3. COMBINAZIONI DI CARICO	22
4. CRITERI DI VERIFICA DEI SOSTEGNI	24
4.1 VERIFICHE DI RESISTENZA DEL SOSTEGNO	24
4.2 VERIFICHE A TAGLIO.....	24
4.3 VERIFICHE A PRESSO-FLESSIONE RETTA (COMBINAZIONI STR-SISMA).....	24
4.4 VERIFICHE DI STABILITÀ DEL PALO E DELLE TRALICCIATURE.....	25
4.5 CALCOLO DELLO STRAPIOMBO.....	27
5. CRITERI DI VERIFICA FONDAZIONI	28
5.1 VERIFICHE DI PORTANZA DELLA FONDAZIONE.....	28
5.2 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE	28
5.3 CAPACITÀ PORTANTE FONDAZIONE.....	29
5.4 VERIFICA A RIBALTAMENTO (EQU-M2-R2)	31
5.5 VERIFICA A SCORRIMENTO (APPROCCIO 2-A1-M1-R3).....	32
5.6 VERIFICA ELEMENTI STRUTTURALI	33
5.6.1 Limiti Normativi	33
5.6.2 Criteri di verifica.....	33
6. METODO DI CALCOLO	33
7. DESCRIZIONE DEL SOSTEGNO IMPIEGATI FUORI STANDARD	33
7.1 SCHEMA DI CARICO GENERALE	33
7.2 SOSTEGNO TIPO 1	34
7.3 VERIFICA ARMATURE BLOCCO DI FONDAZIONE TIPO B3	36
8. VERIFICA INSTABILITÀ TRALICCIATURE	37

ELABORATI GENERALI

**Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
fuori standard: sostegno TE in rettilo con DR
maggiorata e ormeggio trefoli**

COMMESSA
IA7K

LOTTO
00 D 18

CODIFICA
CL

DOCUMENTO
LC0000 002

REV.
A

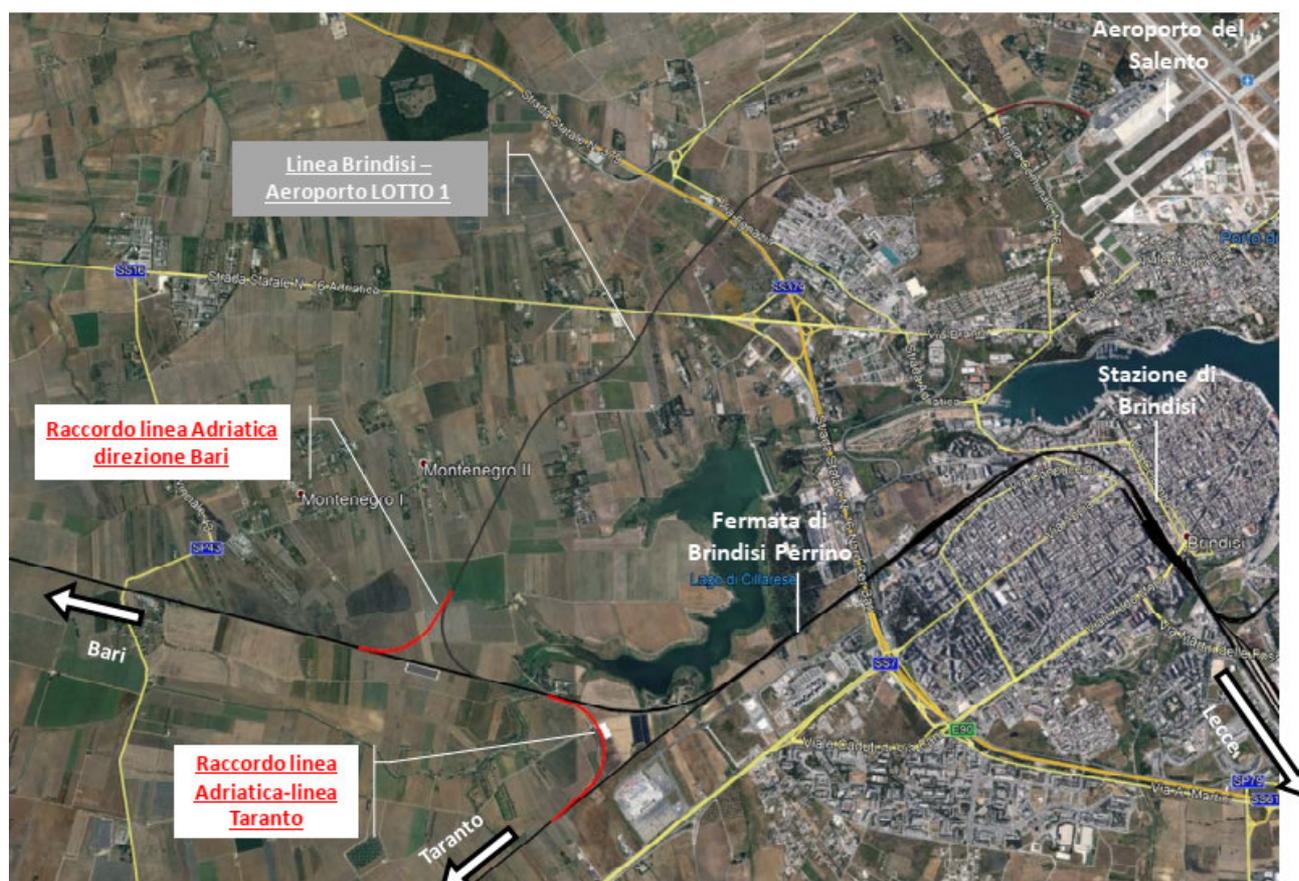
FOGLIO
3 di 65

10	SCHEDA DEI CARICHI ALLA BASE DEL SOSTEGNO	38
11	SCHEDA DI VERIFICA DEL SOSTEGNO E DEL BLOCCO DI FONDAZIONE	51
12	RIEPILOGO DEI CARICHI E DELLE VERIFICHE EFFETTUATE.....	65
13	CONCLUSIONI	65

1. PREMESSA

Scopo della presente progettazione consiste nella realizzazione di un nuovo collegamento ferroviario tra la stazione di Brindisi e la futura stazione dell'aeroporto del Salento. Quest'ultimo ha confermato il ruolo strategico rivestito negli ultimi anni per la Regione Puglia, la quale ha visto un notevole incremento dei flussi turistici, sia nazionali, che internazionali.

L'area interessata dall'intervento ricade a nord e nord-ovest della città di Brindisi ed è compresa tra l'asse ferroviario della linea Adriatica e l'aeroporto.



2. INTRODUZIONE

Nel presente documento sono riportati i calcoli di verifica del sostegno e relativo blocco di fondazione della linea Brindisi – Aeroporto di Trazione Elettrica impiegato nella configurazione di carico fuori standard illustrato al paragrafo 7 della presente relazione di calcolo.

1.1 Ipotesi di calcolo

I calcoli sono impostati prendendo come riferimento le condizioni di carico in base a quanto prescritto dalle norme in vigore e dalle specifiche tecniche:

In base a quanto prescritto nella norma EN 50119 i carichi saranno determinati in funzione delle seguenti condizioni:

- A1 = Temperatura di riferimento -20°C - senza ghiaccio e vento;
- A2 = Temperatura di riferimento +5°C - senza ghiaccio e vento;

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR maggiorata e ormeggio trefoli

COMMESSA
IA7K

LOTTO
00 D 18

CODIFICA
CL

DOCUMENTO
LC0000 002

REV.
A

FOGLIO
5 di 65

- B = Temperatura di riferimento +5°C - senza ghiaccio e con vento;
- C = Temperatura di riferimento -5°C - con ghiaccio e senza vento;
- D = Temperatura di riferimento -5°C - con ghiaccio e 50% vento.

Per la verifica dei blocchi di fondazione, si farà riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018 e circolare applicativa n.7 del 2019.

1.2 Normative di riferimento

Le opere contemplate dal presente progetto saranno conformi alla legislazione e alla normativa vigenti. Di seguito sono elencate le principali leggi e norme.

- **D.M. del 17 Gennaio 2018:** Nuove norme tecniche per le costruzioni (NTC 2018);
- **Circolare 21/01/2018, N.7 C.S.LL.PP.** - "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- **CEI EN 50119:2010-05** - "Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Impianti fissi – Linee aeree di contatto per trazione elettrica";
- **RFI DMAIMTE SP IFS 006** - "Procedimento di calcolo di verifica dei pali della linea di contatto in stazione e di piena linea";
- **Norma Tecnica RFI TE 019:** "Fornitura di filo tondo e sagomato per le linee aeree di contatto";
- **Norma Tecnica RFI TE 025:** "Fornitura di corde di rame e lega di rame per le linee aeree di contatto";
- **Norma Tecnica RFI TE 118:** "Costruzione delle condutture di contatto e di alimentazione a corrente continua a 3 Kv";
- **Dis. E66013:** "Sostegni LSU";
- **Dis. E64865:** "Tirafondi per sostegni LSU di piena linea allo scoperto e stazione"
- **Dis. E64866:** "Blocchi di fondazione e relative armature per sostegni tipo "LSU" di piena linea"
- **Standard costruttivi RFI** per le linee di trazione elettrica.
- **Capitolato Tecnico T.E. ed. 2014** "Capitolato tecnico per la costruzione delle linee aeree di contatto e di alimentazione a 3 kV cc"
- **Norma CEI - EN50119 Ed. 05/2010:** "Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane. Impianti fissi – Linee aeree di contatto per la trazione elettrica";
- **Norma CEI – 11-4 Ed. 01/2011:** "Norme tecniche per la costruzione di linee elettriche aeree esterne";
- **Norma CEI - EN50423-1 Ed. 07/2005:** "Linee elettriche a tensione maggiore di 1 kV fino a 45 kV – Parte 1: Prescrizioni Generali e Specifiche Comuni"
- **Norma CEI - EN50423-3 Ed. 07/2005:** "Linee elettriche a tensione maggiore di 1 kV fino a 45 kV – Parte 3: Raccolta degli aspetti normativi nazionali"
- **EC2:** Eurocodice 2: "Progettazione delle strutture in calcestruzzo";

ELABORATI GENERALI
**Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
 fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR
 maggiorata e ormeggio trefoli**

 COMMESSA
 IA7K

 LOTTO
 00 D 18

 CODIFICA
 CL

 DOCUMENTO
 LC0000 002

 REV.
 A

 FOGLIO
 6 di 65

- **Norma UNI EN 1993-1-1 (Eurocodice 3):** "Progettazione delle strutture di acciaio";
- **Specifica Tecnica RFI DTC INC PO SP IFS 001 A:** " Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario"

1.3 Documenti di riferimento

I documenti elencati nella Tabella 1 sono da considerarsi parti integrante della presente relazione di calcolo, ed hanno lo scopo di fornire un maggiore dettaglio nelle verifiche descritte.

Codice	Descrizione
A[1] IA7B01F10GEGE0006001 A	Relazione geotecnica generale
A[2] IA7K00D18P8LC0100001A	Stazione Aeroporto del Salento - Piano di elettrificazione e CPTE

Tabella 1 - Documenti di riferimento

1.4 Parametri Geotecnici

Di seguito si riportano i parametri utilizzati per i calcoli di verifica desunti dalla relazione geotecnica generale (documento di riferimento IA7B.01.F.10.GE.GE.00.0.6.001.A):

Peso di volume naturale	$\gamma =$	19 kN/m ³
Angolo di attrito terreno	$\phi' =$	25°
Coesione drenata	$c' =$	0

Tali caratteristiche meccaniche sono state desunte considerando i valori piu' cautelativi rispetto a quelli individuati nella relazione geologica generale, in particolare riportati nella seguente tabella:

Unità	da [m]	a [m]	γ [kN/m ³]	ϕ' [°]	c' [kPa]	c_u [kPa]	E_{op} [MPa]	k [m/s]	v [-]
COP	0	-0.5/-1	19.0	25-28	0	-	10-15	-	-
ALL_1S Sabbia fina limosa	-0.5/-1	-10.00	19.0	32-35	0	-	20-25	1E-05	0.2
ALL2_G Limo sabbioso	-10.00	-20.00	20.0	26-29	0-5	150-190	25-27	1E-07	0.2
ALL3_A Argilla	-20.00	-30.00 (e oltre)	20.0	22-24	15-35	250-300	30-40	1E-09	0.2

1.5 Descrizione dei materiali

E' previsto l'utilizzo dei seguenti materiali dei quali di seguito si riportano le caratteristiche meccaniche:

ELABORATI GENERALI

**Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR
maggiorata e ormeggio trefoli**

COMMESSA
IA7K

LOTTO
00 D 18

CODIFICA
CL

DOCUMENTO
LC0000 002

REV.
A

FOGLIO
7 di 65

1.5.1 Opere in calcestruzzo armato

Per i calcestruzzi si fa riferimento alle normative UNI EN 206-1 (Specificazione, prestazione, produzione e conformità) e UNI 11104 (Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1).

- Struttura in fondazione

Classe di resistenza:	C25/30 (Rck300)
Classe di esposizione:	XC2
Resistenza caratteristica cubica:	Rck = 30 N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica:	fck = 25 N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica media:	fcm = fck + 8 = 33 N/mm ²
Resistenza media a trazione semplice:	fctm = 0.30 fck 2/3 = 2.56 N/mm ²
Resistenza media a trazione per flessione:	fcfm = 1.2 fctm = 3.08 N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione semplice (5%):	fctk = 0.7 fctm = 1.79 N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione semplice (95%):	fctk = 1.3 fctm = 3.33 N/mm ²

Modulo di elasticità longitudinale	Ecm = 22.000 [fcm/10] ^{0.3} = 31476 N/mm ²
Coefficiente di Poisson	ν = 0.1
Coeff. espansione termica lineare	α = 10 x 10 ⁻⁶ per °C-1
Densità	ρ = 2500 kg/m ³

Coefficiente sicurezza SLU	γ _C = 1,50
Resistenza di calcolo a compressione SLU	fcd = 0,85 fck / γ _C = 14.17 N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione semplice (5%) SLU	fctd = 0.7 fctk / γ _C = 1.20 N/mm ²

Coefficiente sicurezza SLE	γ _C = 1,00
combinazione rara	σ _{C,ad} = 0,60 fck = 15.00 N/mm ²
combinazione quasi permanente	σ _{C,ad} = 0,45 fck = 11.25 N/mm ²

- Acciaio per calcestruzzo armato

Acciaio per calcestruzzo armato tipo B 450 C secondo DM 14.01.2008 avente le seguenti caratteristiche:

Tensione caratteristica di snervamento	f _{yk} > 450 N/mm ²
Tensione caratteristica di rottura	f _{tk} > 540 N/mm ²
Modulo elastico	E _s = 206000 N/mm ²
Rapporto	1,15 < (f _t /f _y) _k < 1,35 (frattile 10%)
Rapporto	(f _y /f _y , nom) _k < 1,25 (frattile 10%)
Allungamento	(A _{gt}) _k > 7,5% (frattile 10%)

Coefficiente sicurezza SLU	γ _S = 1,15
Resistenza di calcolo SLU	f _{yd} = f _{yk} / γ _S = 391,30 N/mm ²
Tensione di calcolo SLE	σ _{y,ad} = 0,80 f _{yk} = 360 N/mm ²

Le rispondenza dei materiali ai requisiti richiesti sarà valutata mediante le prescritte prove di accettazione.

ELABORATI GENERALI
**Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
 fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR
 maggiorata e ormeggio trefoli**

 COMMESSA
 IA7K

 LOTTO
 00 D 18

 CODIFICA
 CL

 DOCUMENTO
 LC0000 002

 REV.
 A

 FOGLIO
 8 di 65

2 CALCOLO AZIONI SUI SOSTEGNI

In quanto segue si riporta l'analisi dei carichi agenti sulle strutture in oggetto, tale analisi è svolta per determinare i valori da inserire sullo schema di calcolo del modello della struttura.

2.1 Peso proprio elementi strutturali

I pesi dei materiali utilizzati per le strutture portanti sono conformi alle NTC 2018 e alle specifiche tecniche RFI (vedi normative di riferimento).

2.2 Sovraccarichi permanenti verticali

Tali carichi sono costituiti dalle forze dovute al peso dei conduttori ormeggiati con relativa pendinatura, oltre al peso degli accessori di ormeggio ed i contrappesi per la regolazione del tiro nei fili di contatto.

2.3 Sovraccarichi permanenti orizzontali

Come azioni orizzontali longitudinali rispetto ai binari, si considerano i tiri delle condutture ormeggiate alle temperature di riferimento in accordo con la norma CEI EN 50119.

2.4 Tabella Pesi e Tiri sui conduttori

Di seguito si riporta la tabella dei pesi e dei tiri agenti sui conduttori che saranno impiegati per la realizzazione della L.d.C., per le condizioni di carico considerate, in accordo con il par. 6.3 della CEI EN 50119:

CONDIZIONE A1 (-20°)											
TIPO LINEA	N CP	S CP	P. LINEA	P CP	D CP	T CP	N FC	S FC	P FC	D FC	T FC
220CPF	1	120	2,139	1,07	0,014	1530	1	100	0,869	0,0118	750
440CPR	2	120	4,078	1,07	0,014	1125	2	100	0,869	0,0118	1000
Corda di Terra	0	0	0,585	0	0	0	2	170	0,585	0,0159	800

CONDIZIONE A2 (+5°)											
TIPO LINEA	N CP	S CP	P. LINEA	P CP	D CP	T CP (+5°)	N FC	S FC	P FC	D FC	T FC
220CPF	1	120	2,139	1,07	0,014	1180	1	100	0,869	0,0118	750
440CPR	2	120	4,078	1,07	0,014	1125	2	100	0,869	0,0118	1000
Corda di Terra	0	0	0,585	0	0	0	2	170	0,585	0,0159	500

CONDIZIONE B (+5°)+VENTO											
TIPO LINEA	N CP	S CP	P. LINEA	P CP	D CP	T CP	N FC	S FC	P FC	D FC	T FC
220CPF	1	120	2,139	1,07	0,014	1031	1	100	0,869	0,0118	750
440CPR	2	120	4,078	1,07	0,014	1125	2	100	0,869	0,0118	1000
Corda di Terra	0	0	0,585	0	0	0	2	170	0,585	0,0159	700

CONDIZIONE C (-5°)+GHIACCIO											
TIPO LINEA	N CP	S CP	P. LINEA	P CP	Deq CP	T CP	N FC	S FC	P FC	Deq FC	T FC
220CPF	1	120	3,539	1,77	0,0344	1350	1	100	1,569	0,0336	750
440CPR	2	120	6,878	1,77	0,0344	1125	2	100	1,569	0,0336	1000
Corda di Terra	0	0	1,285	0	0	0	2	170	1,285	0,0357	800

ELABORATI GENERALI

**Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
fuori standard: sostegno TE in rettili con DR
maggiorata e ormeggio trefoli**

COMMESSA
IA7K

LOTTO
00 D 18

CODIFICA
CL

DOCUMENTO
LC0000 002

REV.
A

FOGLIO
9 di 65

CONDIZIONE D (-5°)+GHIACCIO+50%VENTO

TIPO LINEA	N CP	S CP	P. LINEA	P CP	D CP	T CP	N FC	S FC	P FC	D FC	T FC
220CPF	1	120	3,539	1,77	0,0344	1450	1	100	1,569	0,0336	750
440CPR	2	120	6,878	1,77	0,0344	1125	2	100	1,569	0,0336	1000
Corda di Terra	0	0	1,285	0	0	0	2	170	1,285	0,0357	800

Dove:

Ncp è il numero di corde portanti

Scp è la superficie delle corde portanti in mm²

P.linea è il peso della Linea di contatto (Corda Portante+Filo di contatto) in daN/m

P CP è il peso unitario della Corda Portante in daN/m

D CP è il diametro della Corda Portante in m

T CP è il tiro della Corda Portante in daN

N FC è il numero dei Fili di contatto

S FC è la superficie dei Fili di Contatto in mm²

P FC è il peso dei fili di contatto in daN/m

D FC è il diametro dei Fili di Contatto in m

T FC è il tiro dei Fili di Contatto in daN

2.5 Sovraccarichi variabili

Tra le azioni variabili rientrano le azioni accidentali dovute alla possibile manutenzione, le variazioni termiche, l'azione del ghiaccio, che viene considerato come un sovraccarico verticale agente sui conduttori, l'azione della neve e l'azione del vento, che viene considerato sia agente in direzione longitudinale (parallelo ai binari) che trasversale (ortogonale ai binari).

Di seguito si riportano i riferimenti normativi che hanno condotto all'analisi dei carichi inseriti nei calcoli.

2.5.1 Azione del ghiaccio

Per quanto attiene ai carichi da ghiaccio sui conduttori, dal paragrafo 6.2.5 della normativa CEI EN 50119 risulta:

"I carichi del ghiaccio si determinano per accumulo dovuto a brina, deposito di neve/ghiaccio e neve bagnata sui conduttori delle linee aeree di contatto. I carichi caratteristici del ghiaccio gIK dipendono dal clima e dalle condizioni locali, per es. dall'altitudine, dalla vicinanza di laghi e dall'esposizione al vento. Le definizioni per i carichi del ghiaccio sono date nella EN 50125-2. I carichi dovuti al ghiaccio devono essere fissati nella specifica dell'acquirente. Qualora richiesto nella specifica dell'acquirente, deve essere considerato l'effetto del ghiaccio sulle strutture".

Di conseguenza, prendendo in considerazione il paragrafo della norma CEI EN 50125-2, risulta:

"Ove applicabile il carico della neve e del ghiaccio deve essere considerato fino a +5° C.

I carichi del ghiaccio sui conduttori dovrebbero essere specificati come indicato nella Tabella seguente.

Classe Class	Carico del ghiaccio Icload N/m
I 0 (nessun ghiaccio_ no ice)	0
I 1 (bassa_low)	3,5
I 2 (medio_medium)	7
I 3 (pesante_heavy)	15

Questi valori sono validi per conduttori con diametro usuale tra 10 mm e 20 mm”.

Considerando quindi, una classe media (I2), il carico a metro lineare del ghiaccio sui conduttori sarà pari a 7N/m.

2.5.2 Azione del vento

Dal paragrafo 6.2.4.2 della normativa CEI EN 50119 risulta:

La pressione dinamica del vento q_K misurata in N/m^2 agente sugli elementi di linea aerea di contatto deve essere determinata mediante la seguente formula:

$$q_K = \frac{1}{2} G_q \times G_t \times \rho \times V_R^2$$

dove

- G_q è il fattore di risposta alle raffiche di vento così come definito nella ENV 1991-2-4:1995. Per le linee aeree di contatto di altezza pari a circa 10 m, G_q deve essere 2,05;
- G_t è il fattore caratteristico del terreno che tiene in considerazione la protezione delle linee, Per esempio nelle trincee, negli attraversamenti delle città e delle foreste. Negli spazi aperti G_t deve essere 1,0; per i siti protetti i fattori G_t possono essere definiti nella specifica del cliente;
- V_R è la velocità di riferimento del vento in m/s ad un'altezza di 10 m al di sopra del terreno, mediata su un intervallo di 10 minuti, con un periodo di ritorno in accordo con 6.2.4.1;
- ρ è la densità dell'aria, pari a $1,225 \text{ kg/m}^3$ a 15°C e 600 m di altitudine. La densità dell'aria per altri valori di temperatura ed altitudine può essere calcolata mediante l'equazione:

$$\rho = 1,225 \times \left(\frac{288}{T} \right) \cdot e^{-1,2 \cdot 10^{-4} \cdot H}$$

dove

- T è la temperature assoluta in K;
- H è l'altitudine in m.

Di conseguenza, è stato preso come riferimento il DM 17/01/18 e la relativa Circolare Ministeriale del 2019 per il calcolo della velocità di riferimento del vento.

La velocità di riferimento v_b è il valore caratteristico della velocità del vento a 10 m dal suolo su un terreno di categoria di esposizione II (vedi Tab. 3.3.II), mediata su 10 minuti e riferita ad un periodo di ritorno di 50 anni.

In mancanza di specifiche ed adeguate indagini statistiche v_b è data dall'espressione:

$$v_b = v_{b,0} \quad \text{per } a_s \leq a_0$$

$$v_b = v_{b,0} + k_a \cdot (a_s - a_0) \quad \text{per } a_0 \leq a_s \leq 1500 \text{ m}$$

- $v_{b,0}$, a_0 , k_a sono parametri forniti nella Tab. 3.3.I e legati alla regione in cui sorge la costruzione in esame,
- a_s è l'altitudine sul livello del mare (in m) del sito ove sorge la costruzione".

Tabella 3.3.I - Valori dei parametri $v_{b,0}$, a_0 , k_a

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_a [1/s]
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,010
2	Emilia Romagna	25	750	0,015
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,020
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,020
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,015
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,020
7	Liguria	28	1000	0,015
8	Provincia di Trieste	30	1500	0,010
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0,020

Nel caso in esame siamo nella Regione Puglia, $a_s = 10$ m e $v_b = 27$ m/s, la pressione dinamica del vento risulterà:

$$q_k = 0.5 \times 2.05 \times 1.0 \times 1.225 \times 27^2 = 915 \text{ N/m}^2 = 91.5 \text{ daN/m}^2$$

2.5.3 Vento trasversale (ai binari)

Vento in assenza di ghiaccio

La pressione del vento sui conduttori è regolamentata dalla Norma CEI EN 50119 (§6.2.4.3): La pressione del vento sui conduttori determina forze trasversali alla direzione della linea. La forza agente su un sostegno per effetto dell'azione del vento sulle due campate adiacenti deve essere determinata mediante la formula:

$$Q_{WC} = q_k \times G_C \times d \times C_C \times \frac{L_1 + L_2}{2} \times \cos^2 \Phi$$

Dove:

- q_k è la pressione dinamica caratteristica del vento (fare riferimento a 6.2.4.2);
- G_C è il fattore di risposta strutturale dei conduttori che tiene in considerazione la risposta dei conduttori mobili al carico del vento. Il fattore G_C dovrebbe essere determinato sulla base dell'esperienza nazionale. Un valore ampiamente accettato sarebbe $G_C = 0,75$;
- d è il diametro del conduttore;
- C_C è il coefficiente di resistenza del conduttore. Si raccomanda il valore 1,0; altri valori possono essere forniti nella specifica del cliente;
- L_1 , L_2 sono le lunghezze delle due campate adiacenti;
- Φ è l'angolo d'incidenza della direzione critica del vento rispetto alla perpendicolare al conduttore. In generale si assume Φ pari a zero.

Qualora conduttori doppi siano tesati parallelamente, può essere operata una riduzione del carico del vento sul conduttore sottovento, ammontando tale carico all'80% del carico relativo al

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR maggiorata e ormeggio trefoli

COMMESSA
IA7K

LOTTO
00 D 18

CODIFICA
CL

DOCUMENTO
LC0000 002

REV.
A

FOGLIO
12 di 65

conduttore sopravvento se il distanziamento tra gli assi dei due conduttori è inferiore a cinque volte il diametro.

Per il calcolo del vento agente sui sostegni (nel caso in esame i sostegni sono solo del tipo LSU) si farà riferimento al al par. 6.2.4.7 della CEI EN 50119. Che fornisce la seguente relazione:

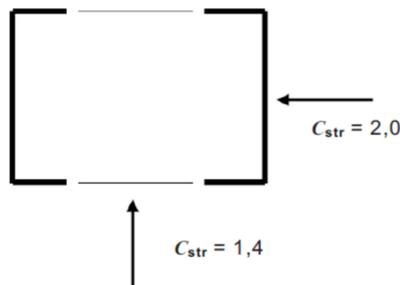
$$Q_{W\text{str}} = q_K \times G_{\text{str}} \times C_{\text{str}} \times A_{\text{str}}$$

dove

- q_K è la pressione dinamica caratteristica del vento (fare riferimento a 6.2.4.2);
- G_k è il fattore di risonanza strutturale di una struttura. Valore tipico 1,0
- C_{str} è il coefficiente di resistenza dipendente dalla forma e dalla rugosità della superficie della struttura. I valori da utilizzare sono riportati nella tabella seguente. Nel caso in esame si prenderanno, rispettivamente, i valori 2,0 per il vento trasversale al binario e 1,4 per quello longitudinale.

Tabella 13 – Valori raccomandati per il fattore C_{str} di diversi tipi di strutture

Tipo di struttura	C_{str}
Strutture tubolari in acciaio e calcestruzzo con sezione trasversale circolare	0,7
Strutture tubolari in acciaio con sezione trasversale dodecanale	0,85
Strutture tubolari in acciaio e calcestruzzo con sezione trasversale esagonale ed ottagonale	1,0
Strutture tubolari in acciaio e calcestruzzo con sezione trasversale quadrata o rettangolare	1,4
Profilato a doppia C con sezione trasversale quadrata o rettangolare	Vedi Fig. 4
Profilati ad H	1,4



- A_{str} è l'area proiettata della struttura.

Vento in presenza di ghiaccio

La presenza contemporanea dell'azione del vento e di quella del ghiaccio è regolamentata dalla Norma CEI 50119 (§6.2.6):

Qualora per il progetto degli impianti e delle strutture della linea aerea di contatto siano prese in considerazione le azioni combinate dei carichi del ghiaccio e del vento, si può assumere il 50% del carico del vento, conformemente a 6.2.4, come agente sulle strutture e sulle apparecchiature senza ghiaccio e sui conduttori coperti da ghiaccio in accordo con 6.2.5. Un valore alternativo può essere

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR maggiorata e ormeggio trefoli

COMMESSA
IA7K

LOTTO
00 D 18

CODIFICA
CL

DOCUMENTO
LC0000 002

REV.
A

FOGLIO
13 di 65

fissato nella specifica dell'acquirente. La forza peso unitaria p_i del ghiaccio può essere estratta da norme appropriate ed il coefficiente di resistenza aerodinamica può essere scelto pari a 1,0. Se definito nella specifica dell'acquirente, si deve considerare un incremento del diametro dell'accumulo di ghiaccio. Il diametro equivalente D_1 in metri dell'accumulo di ghiaccio deve essere calcolato mediante la formula:

$$D_1 = \sqrt{d^2 + \frac{4 \times g_{IK}}{\pi \times \rho_1}}$$

dove

- d è il diametro del conduttore senza ghiaccio misurato in metri;
- g_{IK} è il carico caratteristico del ghiaccio misurato in N/m.

Per quanto concerne invece il carico sul sostegno, basterà dimezzare i carichi da vento trasversale.

2.5.4 Azione Sismica (da relazione Geologica Generale)

Come riportato nella relazione geologica generale il **comune di Brindisi (Br)** con **D.G.R. della Puglia n. 1626 del 15.09.2009** ricade in zona sismica 4 (*livello di pericolosità molto basso*), come indicato nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, a cui corrisponde un'accelerazione orizzontale con probabilità di superamento del 10% in 50 anni $\leq 0.05 g$ pari ad un'accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico di 0.05 g.

L'accelerazione

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie riportate nella Tabella 3.2.11 delle NTC18, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_{Seq} .

I valori dei parametri a_g , F_0 e TC^* , relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento, sono forniti nelle tabelle riportate in all [B] delle NTC18, in funzione di prefissati valori del periodo di ritorno TR .

L'accelerazione al sito a_g è espressa in $g/10$, F_0 è adimensionale, TC^* 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.

2.5.4.1 Vita nominale

La vita nominale dell'edificio in questione è prevista in:

$$VN = 100 \text{ anni.}$$

2.5.4.2 Classe d'uso

La Classe d'Uso dei manufatti è prevista in:

Classe IV:

Periodo di riferimento per l'azione sismica

Per l'edificio in questione si ha:

$$VR (\text{Periodo di Riferimento}) = VN (\text{Vita Nominale}) \times CU (\text{coefficiente d'uso})$$

Per $CU = 2$ abbiamo:

$$VR = VN \times CU = 100 \times 2 = 200 \text{ anni}$$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI						
ELABORATI GENERALI Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni fuori standard: sostegno TE in rettilo con DR maggiorata e ormeggio trefoli	<table border="0"> <tr> <td>COMMESSA IA7K</td> <td>LOTTO 00 D 18</td> <td>CODIFICA CL</td> <td>DOCUMENTO LC0000 002</td> <td>REV. A</td> <td>FOGLIO 14 di 65</td> </tr> </table>	COMMESSA IA7K	LOTTO 00 D 18	CODIFICA CL	DOCUMENTO LC0000 002	REV. A	FOGLIO 14 di 65
COMMESSA IA7K	LOTTO 00 D 18	CODIFICA CL	DOCUMENTO LC0000 002	REV. A	FOGLIO 14 di 65		

2.5.4.3 Azioni di Progetto

Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle NTC 18, dalle accelerazioni ag e dalle relative forme spettrali.

Le forme spettrali previste dalle NTC 18 sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- ag: accelerazione orizzontale massima al sito;
- F0: valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- TC*: periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Le forme spettrali previste dalle NTC 18 sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e da vite di riferimento. A tal fine occorre fissare:

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

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

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1-P_{VR})} = -\frac{100}{\ln(1-0.1)} :$$

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info
 Coefficiente d'uso della costruzione - c_U info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

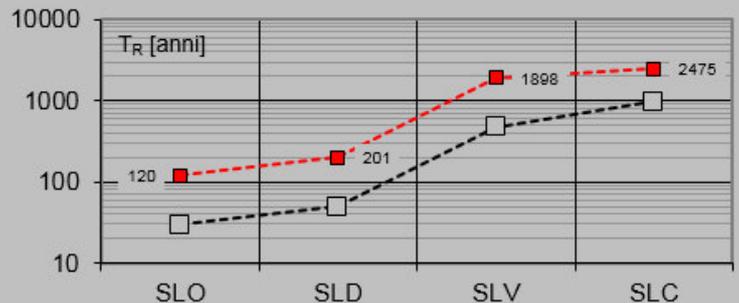
Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE	$\left\{ \begin{array}{l} \text{SLO} - P_{VR} = 81\% \\ \text{SLD} - P_{VR} = 63\% \end{array} \right.$	<input type="text" value="120"/>	info
		<input type="text" value="201"/>	info
Stati limite ultimi - SLU	$\left\{ \begin{array}{l} \text{SLV} - P_{VR} = 10\% \\ \text{SLC} - P_{VR} = 5\% \end{array} \right.$	<input type="text" value="1898"/>	info
		<input type="text" value="2475"/>	info

Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- Strategia scelta

Scelta della strategia di progettazione

Qualora la attuale pericolosità sismica sul reticolo di riferimento non contempli il periodo di ritorno T_R corrispondente alla V_R e alla P_{VR} fissate, il valore del generico parametro p (ag , F_0 e TC^*) ad esso corrispondente potrà essere ricavato per interpolazione, a partire dai dati relativi ai T_R previsti nella pericolosità sismica, utilizzando l'espressione seguente:

$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \times \log\left(\frac{T_R}{T_{R1}}\right) \times \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right) \right]^{-1}$$

Di seguito si riportano i grafici ed i valori dei parametri ag , F_0 e TC^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno stato limite.

ELABORATI GENERALI
**Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
 fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR
 maggiorata e ormeggio trefoli**

 COMMESSA
 IA7K

 LOTTO
 00 D 18

 CODIFICA
 CL

 DOCUMENTO
 LC0000 002

 REV.
 A

 FOGLIO
 16 di 65

STATO LIMITE	T _R [anni]	a _g [g]	F ₀ [-]	T _C [*] [s]
SLO	120	0,027	2,344	0,327
SLD	201	0,033	2,431	0,368
SLV	1898	0,064	2,739	0,530
SLC	2475	0,068	2,795	0,536

 Valori dei parametri a_g, F₀, T_C^{*} per i periodi di ritorno T_R

2.5.4.4 Amplificazione stratigrafica

Dalle analisi condotte sul sito in esame e riportate nell'elaborato geologica del sito. (rif. par. 6.1 doc. A[1]) risulta che per la verifica delle opere è conveniente assumere la **Categoria di sottosuolo tipo "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 VS30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15<NSPT,30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70<cu,30 < 250 kPa nei terreni a grana fina)".

2.5.4.5 Condizioni topografiche

Con riferimento alle caratteristiche della superficie topografica inerente l'opera in oggetto (sempre come riportato nella relazione geologica generale (rif. par. 6.2 doc. A[1]), si adotta:

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

2.5.4.6 Classe di duttilità

La costruzione soggetta all'azione sismica, non dotata di appositi dispositivi dissipativi, è stata progettata considerando un comportamento strutturale dissipativo per il quale gli effetti combinati delle azioni sismiche e delle altre azioni sono calcolati tenendo conto delle non linearità di comportamento. Nello specifico:

Classe di duttilità CD: [B] bassa.

2.5.4.7 Regolarità

La struttura è rispondente a tutti i requisiti di regolarità in pianta ed in elevazione:

Regolare in pianta no

Regolare in altezza no

2.5.4.8 Tipologia strutturale e fattore di struttura

La struttura è classificabile come: **Struttura a telaio in acciaio**

Il valore del fattore di struttura q , da utilizzare per ciascuna direzione della azione sismica, funzione della tipologia strutturale, del suo grado di iperstaticità e dei criteri di progettazione adottati e che prende in conto le non linearità del materiale, è determinabile come:

$$q = q_0 \times KR \quad \text{dove,}$$

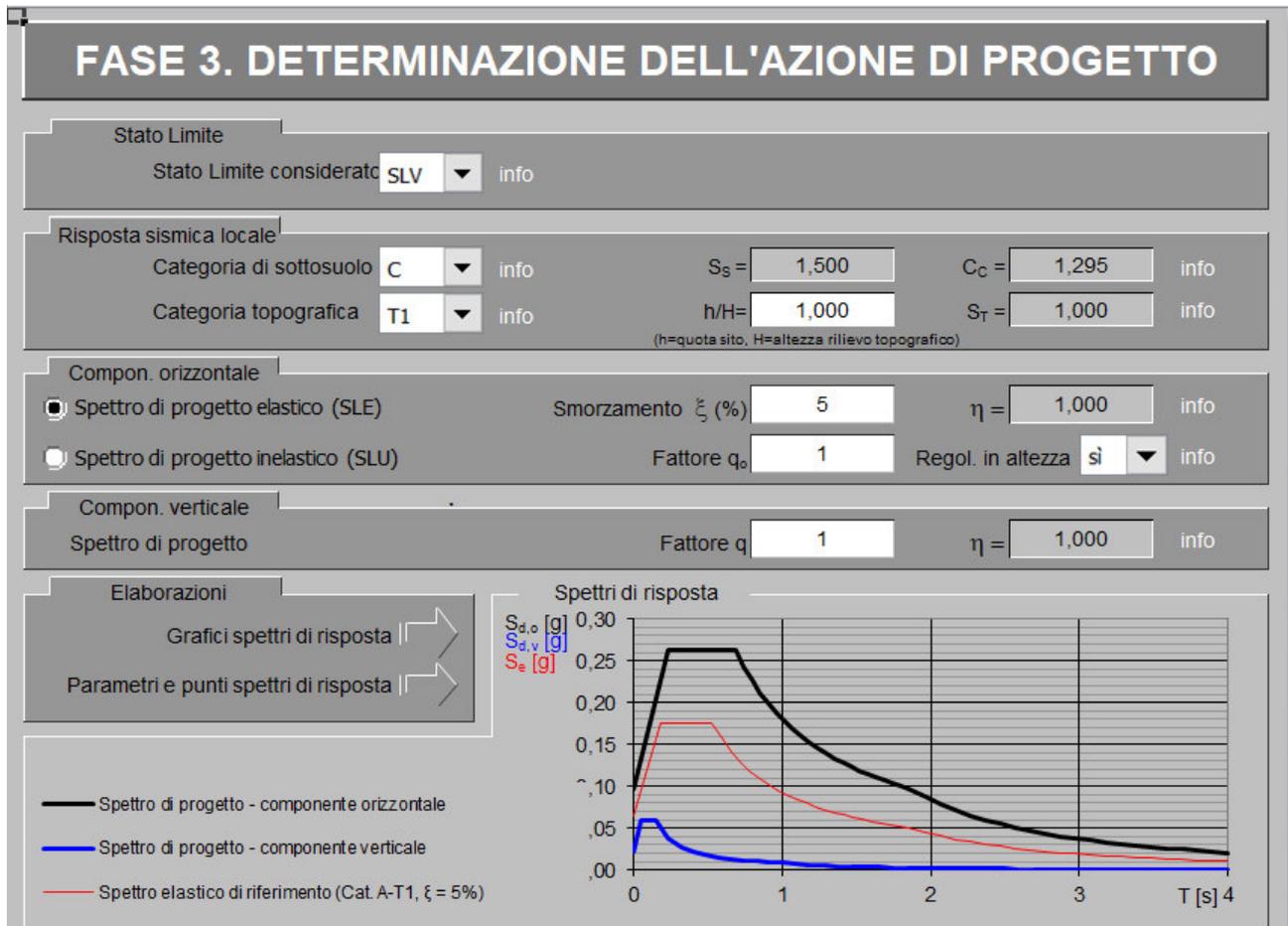
- $q_0=3,0$ au / α_1 : per strutture con classe di duttilità CD "B" e struttura a telaio in acciaio,
- $\alpha_u / \alpha_1= 1,1$ a telaio di un piano,;
- $KR = 0,8$ per strutture non regolari in altezza;

da cui:

$$q = q_0 \times KR = 3,0 \times 1,1 \times 0,8 = 2,64$$

In via cautelativa si utilizza un fattore di struttura $q_0=1$ con $Kr=1$ come indicato nel documento RFI E64864c

2.5.4.9 Spettri di risposta



Spettro di progetto inelastico (slv)

Il valore di accelerazione al suolo di progetto risulta inferiore a quella indicata nel documento RFI E64864c e pertanto verrà considerata un' accelerazione al suolo di progetto pari a 0.75/g

2.5.4.11 Calcolo coefficienti di spinta attiva e passiva in fase sismica

Il calcolo dei coefficienti di spinta attiva e passiva in fase sismica si determinano con la formulazione di Mononobe-okabe

Muro di Sostegno - Spinta in fase Sismica (Mononobe-Okabe)

α (°c)	90		
α (radian)	1,5708		
β^* (°c)	0		
β (radian)	0		
δ (°c)	17,33333		
δ (radian)	0,302524		
φ (°c)	26	30	
φ (radian)	0,453787		
Φ	0,168559	0,20226737	
A_g^*/g	0,6	2*0,3 (vant. Sicurezza)	
K_h	0,186		$\beta^* a_{max}/g$
β^*	0,31		tab 7,11,II
k_v	0,093		0,5*k _h
α [GSD]	inclinazione del paramento interno del muro rispetto all'orizzontale (60-120)		
β [GSD]	angolo di inclinazione, rispetto all'orizzontale, del terreno a monte del muro (0- ϕ)		
ϕ [GSD]	angolo di attrito del terreno (0-45)		
δ [GSD]	angolo di attrito tra terra e muro (0- ϕ)		
δ/ϕ [-]	rapporto tra angolo di attrito terra-muro e angolo di attrito del terreno (0-1)		
k_h [-]	coefficiente sismico orizzontale (0-0.5)		
k_v [-]	coefficiente sismico verticale (0-0.5)		
I valori k _{ae} andranno utilizzati per calcolare le spinte attive tramite le relazioni:			

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
fuori standard: sostegno TE in rettilo con DR
maggiorata e ormeggio trefoli

COMMESSA
IA7K

LOTTO
00 D 18

CODIFICA
CL

DOCUMENTO
LC0000 002

REV.
A

FOGLIO
19 di 65

$$K_{AE} = \frac{\sin^2(\alpha + \varphi - \theta)}{\cos \theta \sin^2 \alpha \sin(\alpha - \delta - \theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \beta - \theta)}{\sin(\alpha - \delta - \theta) \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

$$K_{PE} = \frac{\sin^2(\alpha - \varphi + \theta)}{\cos \theta \sin^2 \alpha \sin(\alpha + \delta + \theta) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi + \beta - \theta)}{\sin(\alpha + \delta + \theta) \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

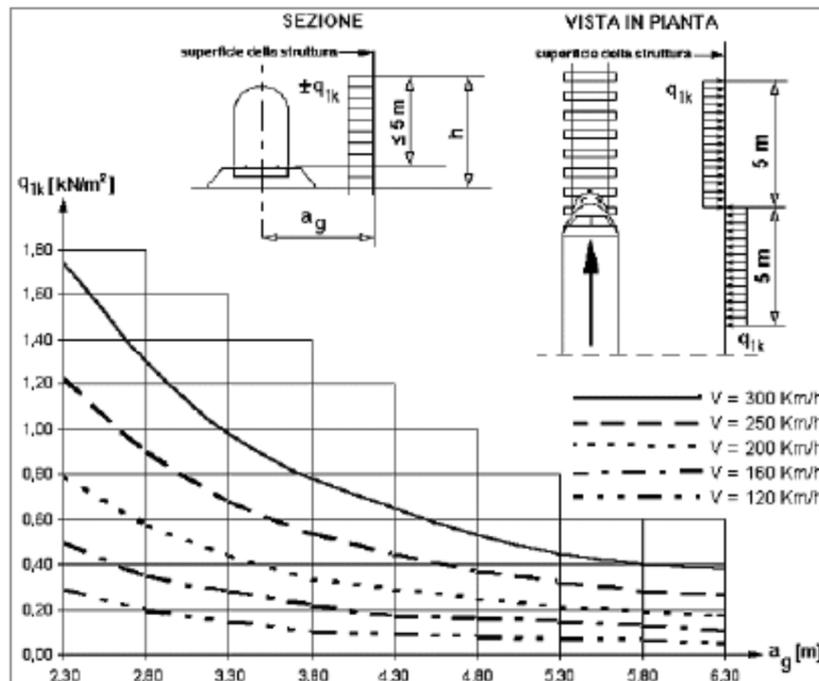
$$\theta = \arctan \frac{|k_h|}{1 \pm k_v}$$

kae 0,549075001 0,509194237 **0,549**

kpe 3,189042119 3,338291362 **3,189**

2.5.5 Azione Aerodinamica

L'azione aerodinamica dovuta al passaggio dei rotabili lungo linea si è valutata in accordo alla specifica
RFI DTC INC PO SP IFS 001 A.



Valori caratteristici delle azioni q_{1k} per superfici parallele al binario

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR maggiorata e ormeggio trefoli

COMMESSA
IA7K

LOTTO
00 D 18

CODIFICA
CL

DOCUMENTO
LC0000 002

REV.
A

FOGLIO
20 di 65

In accordo al documento RFI E64864c si è considerata la curva in figura di cui sopra relativa ad una velocità di 250 km/h con i seguenti coefficienti correttivi:

$k_1 = 1$ (per i casi di treni con forme aerodinamiche sfavorevoli);

$k_2 = 1.3$ (larghezza dei sostegni minore di 2.5 m).

$$q_{aer} = q_1 k \times k_1 \times k_2$$

Tale azione viene applicata in direzione concorde con quella del vento sulla superficie del sostegno e sulle condutture che insistono fino a livello +5m da terra, considerando il binario più vicino al sostegno.

2.6 Carichi eccezionali

2.6.1 Rottura dei conduttori

Il carico indotto dalla rottura dei fili di contatto dei conduttori in servizio può indurre sullo strallo di punto fisso, un tiro equivalente al tiro dei fili di contatto relativi.

In particolare:

sul sostegno di asse punto fisso si genera un'azione trasversale pari a:

$$F_{t,ecc} = n \cdot T_{fc} \cdot (C/2R \pm a/C); \text{ dove:}$$

n = numero di fili di contatto;

T_{fc} = Tiro max dei fili di contatto (daN);

C = Campata gravante (m);

R = Raggio della curva (m);

a = Disassamento dello strallo p.f. (proiettato sulla mensola)

Inoltre sul palo di ormeggio dello strallo di punto fisso si genera un'azione trasversale e verticale (oppure longitudinale) con rispettivi momenti flettenti alla base di seguito descritti:

in direzione trasversale

$$F_{t,ecc} = n \cdot T_{fc} \cdot (C/2R \pm a/C_1); \text{ dove:}$$

n = numero di fili di contatto;

T_{fc} = Tiro max dei fili di contatto (daN);

C_1 = Campata di riferimento (m);

R = Raggio della curva (m);

a = Disassamento dello strallo p.f. (proiettato sulla mensola)

Nel caso di presenza del tirante a terra il tiro dei conduttori in direzione longitudinale viene assorbito dallo stesso tirante a terra, pertanto, sul sostegno agisce un carico verticale di entità pari a :

$$F_v, ecc = n \cdot T_{fc} \cdot \tan \alpha + p_{cat}. ; \text{ dove:}$$

n = numero di fili di contatto;

T_{fc} = Tiro max dei fili di contatto (daN);

ELABORATI GENERALI

**Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
fuori standard: sostegno TE in rettilo con DR
maggiorata e ormeggio trefoli**

COMMESSA
IA7K

LOTTO
00 D 18

CODIFICA
CL

DOCUMENTO
LC0000 002

REV.
A

FOGLIO
21 di 65

α = angolo del tirante a terra ($^{\circ}$);
pcat= peso della catena di ormeggio (daN);

Nel caso di assenza di tirante a terra, sul sostegno agisce un'azione longitudinale:

in direzione longitudinale

$Fl, ecc = n \cdot T_{fc} \cos \alpha^*$; dove:

n= numero di fili di contatto;
T_{fc}= Tiro max dei fili di contatto (daN);
 α^* = angolo che lo strallo di punto fisso forma con l'asse del binario ($^{\circ}$).

2.6.2 Sostituzione dei fili di contatto

Il carico prodotto dalla sostituzione dei fili di contatto può indurre sulle sospensioni e sugli ormeggi di Ra, un tiro equivalente al tiro di ulteriori fili di contatto relativi (per una fase provvisoria si potrebbe avere la presenza contemporanea di piu' coppie di fili di contatto).

In particolare:

sugli assi delle condutture si genera un'azione trasversale pari a:

$F_{t, ecc} = F_{t, fc}$ (e relativo momento flettente alla base) ;

un azione verticale pari a

$F_{z, fcecc} = P_{fc} \cdot C$ (e relativo momento flettente alla base)

Inoltre sul palo di ormeggio di R.A. si genera un 'azione trasversale e verticale (oppure longitudinale) con rispettivi momenti flettenti alla base equivalenti a quelli dei fili di contatto definitivi.

Da notare che le combinazioni di calcolo STR7 , ovvero quelle in cui si considerano le azioni eccezionali vengono calcolate con i tiri max a -20 $^{\circ}$.

ELABORATI GENERALI
**Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
 fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR
 maggiorata e ormeggio trefoli**

COMMESSA IA7K LOTTO 00 D 18 CODIFICA CL DOCUMENTO LC0000 002 REV. A FOGLIO 22 di 65

3 COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni di carico utilizzate nel calcolo dei sostegni e delle relative fondazioni sono quelle delle NTC 2018 e di seguito elencate:

CMB	Case name	Coefficiente Amplificativo	CMB	Case name	Coefficiente Amplificativo	CMB	Case name	Coefficiente Amplificativo	CMB	Case name	Coefficiente Amplificativo
STR1	G1:C.P.S.	1,30	SLV1	G1:C.P.S.	1,00	GEO1-SLU	G1:C.P.S.	1,00	Equ1	G1:C.P.S.	0,90
	G2:C.P.N.S.	1,50		G2:C.P.N.S.	1,00		G2:C.P.N.S.	1,30		G2:C.P.N.S.	1,50
STR2-V+X	G1:C.P.S.	1,30		Sisma X	1,00	GEO2-SLU	G1:C.P.S.	1,00	Equ2-V+X	G1:C.P.S.	0,90
STR2-V-X	G2:C.P.N.S.	1,50		Sisma Y	0,30		G2:C.P.N.S.	1,30	Equ2-V-X	G2:C.P.N.S.	1,50
	Q1: ICE	1,50	SLV2	G1:C.P.S.	1,00		Q1: ICE	1,30		Q1: ICE	1,50
	Q3: WIND X (ICE)	0,90		G2:C.P.N.S.	1,00		Q3: WIND X (ICE)	0,78		Q3: WIND X (ICE)	0,90
STR3-V+X	G1:C.P.S.	1,30		Sisma X	1,00	GEO3-SLU	G1:C.P.S.	1,00	Equ3-V+X	G1:C.P.S.	0,90
STR3-V-X	G2:C.P.N.S.	1,50		Sisma Y	-0,30		G2:C.P.N.S.	1,30	Equ3-V-X	G2:C.P.N.S.	1,50
	Q1: ICE	0,75	SLV3	G1:C.P.S.	1,00		Q1: ICE	0,65		Q1: ICE	0,75
	Q3: WIND X (ICE)	1,50		G2:C.P.N.S.	1,00		Q3: WIND X (ICE)	1,30		Q3: WIND X (ICE)	1,50
STR4-V+X	G1:C.P.S.	1,30		Sisma X	-1,00	GEO4-SLU	G1:C.P.S.	1,00	Equ4-V+X	G1:C.P.S.	0,90
STR4-V-X	G2:C.P.N.S.	1,50		Sisma Y	0,30		G2:C.P.N.S.	1,30	Equ4-V-X	G2:C.P.N.S.	1,50
	Q2: WIND X (NO ICE)	1,50	SLV4	G1:C.P.S.	1,00		Q2: WIND X (NO ICE)	1,30		Q2: WIND X (NO ICE)	1,50
STR5-V+Y	G1:C.P.S.	1,30		G2:C.P.N.S.	1,00	GEO5-SLU	G1:C.P.S.	1,00	Equ5-V+Y	G1:C.P.S.	0,90
STR5-V-Y	G2:C.P.N.S.	1,50		Sisma X	-1,00		G2:C.P.N.S.	1,30	Equ5-V-Y	G2:C.P.N.S.	1,50
	Q2: WIND Y (NO ICE)	1,50		Sisma Y	-0,30		Q2: WIND Y (NO ICE)	1,30		Q2: WIND Y (NO ICE)	1,50
STR6-V+X	G1:C.P.S.	1,30	SLV5	G1:C.P.S.	1,00	GEO6-SLU	G1:C.P.S.	1,00	Equ6-V+X	G1:C.P.S.	0,90
STR6-V-X	G2:C.P.N.S.	1,50		G2:C.P.N.S.	1,00		G2:C.P.N.S.	1,30	Equ6-V-X	G2:C.P.N.S.	1,50
	Q2: WIND X (NO ICE)	1,05		Sisma X	0,30		Q2: WIND X (NO ICE)	0,91		Q2: WIND X (NO ICE)	1,05
	Q2: WIND Y (NO ICE)	1,05		Sisma Y	1,00		Q2: WIND Y (NO ICE)	0,91		Q2: WIND Y (NO ICE)	1,05
STR7	G1:C.P.S.	1,00	SLV6	G1:C.P.S.	1,00	GEO7-SLU	G1:C.P.S.	1,00	Equ7	G1:C.P.S.	0,90
	G2:C.P.N.S.	1,00		G2:C.P.N.S.	1,00		G2:C.P.N.S.	1,00		G2:C.P.N.S.	1,00
	ECC1	1,00		Sisma X	-0,30		ECC1	1,00		ECC1	1,00
				Sisma Y	1,00						
			SLV7	G1:C.P.S.	1,00						
				G2:C.P.N.S.	1,00						
				Sisma X	0,30						
				Sisma Y	-1,00						
			SLV8	G1:C.P.S.	1,00						
				G2:C.P.N.S.	1,00						
				Sisma X	-0,30						
				Sisma Y	-1,00						

Le verifiche saranno pertanto svolte utilizzando tutte le combinazioni sopra riportate e successivamente, individuando le combinazioni di carico peggiorative per ciascuna verifica effettuata, con:

- combinazione fondamentale con vento in direzione +x e/o +y;

ELABORATI GENERALI

**Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
fuori standard: sostegno TE in rettilo con DR
maggiorata e ormeggio trefoli**

COMMESSA
IA7K

LOTTO
00 D 18

CODIFICA
CL

DOCUMENTO
LC0000 002

REV.
A

FOGLIO
23 di 65

- combinazione fondamentale con vento in direzione -x e/o +y;
- combinazione equilibrio con vento in direzione +x e/o +y;
- combinazione equilibrio con vento in direzione -x e/o +y;
- combinazione con carichi di esercizio e carichi eccezionali;
- combinazione sismica.

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR maggiorata e ormeggio trefoli

COMMESSA
IA7K

LOTTO
00 D 18

CODIFICA
CL

DOCUMENTO
LC0000 002

REV.
A

FOGLIO
24 di 65

4 CRITERI DI VERIFICA DEI SOSTEGNI

I sostegni della presente relazione sono verificati in accordo con le prescrizioni della NTC2008 in base ai seguenti criteri.

4.1 Verifiche di Resistenza del sostegno

Per ciascun stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

Dove E_d è il valore di progetto delle azioni o dell'effetto delle azioni e R_d è il valore di progetto delle resistenze del sistema strutturale considerato.

4.2 Verifiche a Taglio

La verifica a taglio dei sostegni in oggetto della presente relazione viene eseguita in accordo al paragrafo 4.2.4.1.2.4 delle NTC 2018.

Occorre verificare che:

$V_{Ed} < V_{c,Rd}$ La risultante delle azioni di taglio sia inferiore alla resistenza a taglio di calcolo.

dove:

$$V_{c,Rd} = \frac{A_v \times f_{yk}}{\sqrt{3} \gamma_{ms}} \quad \text{Resistenza a taglio di calcolo (daN)}$$

$$A_v = A - 2btf + (tw + r)tf \quad \text{Area di Taglio per profilati a C (cm}^2\text{)}$$

Dove:

b=larghezza delle ali;

tf=spessore delle ali;

tw=spessore dell'anima

E' possibile non considerare il contributo del taglio nella flessione se:

$$V_{Ed} < 0.5V_{c,Rd}$$

4.3 Verifiche a Presso-Flessione Retta (Combinazioni STR-SISMA)

La verifica a presso-flessione biassiale (di resistenza) viene eseguita in accordo al paragrafo 4.2.4.1.2.8 delle NTC 2018.

Occorre, cautelativamente verificare che:

$$M_{x,Ed}/M_{N_x,Ed} + M_{y,Ed}/M_{N_y,Ed} \leq 1$$

La somma dei rapporti tra i momenti agenti nelle due direzioni di progetto e i momenti resistenti della sezione nelle due direzioni sia inferiore o uguale a 1.

In particolare:

1. Verifica di Resistenza			
descrizione	Simbolo	U.M.	ila/Rif. Normativo
Azione normale plastica di calcolo	$N_{pl,Rd}$	daN	$A f_{yk} / \gamma_{Ms} \times 10^{-1}$
limitazione piano x-x		daN	$0,25 \times N_{pl,Rd}$
limitazione piano x-x		daN	$0,5 h w t w f y / \gamma_{Ms} \times 10^{-1}$
limitazione piano y-y		daN	$h w t w f y / \gamma_{Ms} \times 10^{-1}$
Verifica combinazione			
piano x-x			No contributo azione normale
piano y-y			No contributo azione normale
Rapporto	n		$N_{Ed} / N_{pl,Rd}$
Momento ridotto del contr. Sforzo normale dir. X	$M_{N,x,Rd}$	daNm	$W_{pl,x} f_{yk} / \gamma_{Ms}$
Momento ridotto del contr. Sforzo normale dir. Y	$M_{N,y,Rd}$	daNm	$W_{pl,y} f_{yk} / \gamma_{Ms}$
Verifica di resistenza		OK	$(M_{x,Ed} / M_{N,x,Rd}) + (M_{y,Ed} / M_{N,y,Rd}) \leq 1$

La verifica viene svolta considerando sia con la combinazione di carico massima str con vento in direzione +x, che con vento -x, sia con la massima combinazione sismica.

4.4 Verifiche di Stabilità del palo e delle tralicciature

Le verifiche di stabilità vengono eseguite in accordo al paragrafo 4.2.4.1.3 delle NTC 2018. Occorre verificare che:

$N_{Ed} \leq N_{b,Rd}$ Il valore dello sforzo normale max di esercizio sia inferiore o uguale alla resistenza ad instabilità del delle UPN e delle stesse tralicciature

Dove:

$N_{b,Rd} = \chi A_{eq} f_{yk} / \gamma_{m1}$ resistenza ad instabilità del sostegno (daN)

$\chi = 1 / \phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2}$ coefficiente di riduzione per instabilità

$\phi = 0.5(1 + \alpha(\lambda - 0.2) + \lambda^2)$

α fattore di imperfezione (Tabella 4.2 VIII NTC 2018)

$\lambda = \sqrt{A_{eq} f_{yk} / N_{cr}}$ Snellezza adimensionale

$N_{cr} = \pi^2 E J_{eq} / L_0^2$ Carico critico Euleriano (daN)

$L_0 = \beta \times h_c$ Lunghezza libera di inflessione (m)

Le verifiche suddette si applicano ad entrambi gli assi principali x-x e y-y.

In particolare nelle schede di verifica ai paragrafi successivi troviamo:

2. Verifica di Stabilità				
2.1.1 Direzione x-x				
descrizione	Simbolo		U.M.	Formula/Rif. Normativo
	βx	2		
Lunghezza libera di inflessione	$L_{0,x}$		m	$\beta x \times h c 1$
Carico critico euleriano	$N_{cr,x}$			$\pi^2 \times E \times J t / L_{0,x}^2$
Snellezza adimensionale	λx		-	$\sqrt{A \times f_{yk} / N_{cr,x}}$
Fattore di imperfezione	α	0,49		Tab. 4.2.VIII NTC 2018
				$0,5[1 + \alpha(\lambda x - 0,2) + \lambda x^2]$
Coefficiente di riduzione per instabilità compressione	χX			$1 / \phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda x^2} \leq 1$

ELABORATI GENERALI
Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR
maggiorata e ormeggio trefoli

COMMESSA IA7K LOTTO 00 D 18 CODIFICA CL DOCUMENTO LC0000 002 REV. A FOGLIO 26 di 65

2.1.2 Direzione y-y				
descrizione	Simbolo		U.M.	Formula/Rif. Normativo
	β_y			
Lunghezza libera di inflessione	$L_{0,y}$		m	$\beta_z \times hc_2$
Carico critico euleriano	$N_{cr,y}$			$\pi^2 \times E \times I_t / L_{0,y}^2$
Snellezza adimensionale	λ_y			$\sqrt{A \times f_{yk} / N_{cr,y}}$
Fattore di imperfezione	α	0,49		Tab. 4.2.VIII NTC 2018
	Φ	0,96		$0,5[1+\alpha(\lambda_y-0,2)+\lambda_y^2]$
Coefficiente di riduzione per instabilità compressione	χ_y			$1/\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda_y^2} \leq 1$
Altezza per calcolo lunghezza libera di inflessione	hc_2		m	

Per la verifica dei sostegni alla instabilità per presso-flessione deviata si è utilizzato il metodo B c4.2.4.1.3.3.2 della circolare N.7/2019, in quanto tiene in considerazione anche delle deformazioni torsionali ad essi indotte.

In particolare occorre verificare che:

descrizione	U.M.	la/Rif. Normativo
primo termine		$(N_{ed}-P_{palo}) \times \gamma_{m1} / (\chi_x \times A \times f_{yk}) + P_{palo} \times \gamma_{m1} / (\chi_x \times A \times f_{yk})$
secondo termine		$k_{yy} \times M_{y,Ed} \times \gamma_{m1} / (\chi_{LT} \times W_x \times f_{yk})$
terzo termine		$k_{yz} \times M_{y,Ed} \times \gamma_{m1} / (\chi_{LT} \times W_y \times f_{yk})$
somma	≤ 1	OK
primo termine		$(N_{ed}-P_{palo}) \times \gamma_{m1} / (\chi_y \times A \times f_{yk}) + P_{palo} \times \gamma_{m1} / (\chi_y \times A \times f_{yk})$
secondo termine		$k_{zy} \times M_{y,Ed} \times \gamma_{m1} / (\chi_{LT} \times W_x \times f_{yk})$
terzo termine		$k_{zz} \times M_{y,Ed} \times \gamma_{m1} / (\chi_{LT} \times W_y \times f_{yk})$
somma	≤ 1	OK

I coefficienti K vengono calcolati secondo la tabella C4.2.V per sezioni di classe 1 e 2

Dove:

2.2 Coefficienti riduzione per instabilità a flessione deviata per elementi deformabili torsionalmente				
descrizione	Simbolo		U.M.	Formula/Rif. Normativo
	λ_{LTO}	0,40		
	β	0,75		
Aliquota momenti flettenti di estremità	ψ	0,25		
	k_c	0,802		$1/(1,33-0,33\psi)$
Coefficiente correttivo	α_{LT}	0,34		Tab. 4.2.IX NTC 2018
Coefficiente che dipende dalle cond. di carico e vincoli	C_1	1,0		Valore unitario conservativo
Coefficiente di lunghezza efficace	k	0,70		
Coefficiente di ingobbamento di un estremo	k_w	1,0		Valore unitario conservativo
Distanza ritegni torsionali	L	5,12	m	
Momento critico elastico di instabilità flessio-torsionale	M_{cr}	45085,35	daNm	Appendice F ENV 1993-1-1
Coefficiente di snellezza adimensionale	λ_{LT}	0,62		$\sqrt{W_y \times f_{yk} / M_{cr}}$
	f	0,907		$1-0,5(1-k_c)[1-2,0(\lambda_{LT}-0,8)^2]$
	Φ_{LT}	0,68		$0,5[1+\alpha_{LT}(\lambda_{LT}-\lambda_{LTO})+\beta \times \lambda_{LT}^2]$

	χ_{LT}	1,00		$1/f \times 1/\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \lambda_{LT}^2}$	
coefficiente di sicurezza	γ_{m1}	1,1			1,12
Coefficiente correttivo	α_{my}	0,7	$\geq 0,4$	tab. C4.2.VI Circ. n.7/2019	
Coefficiente correttivo	α_{mz}	0,7	$\geq 0,4$	tab. C4.2.VI Circ. n.7/2019	
Coefficiente correttivo	α_{mLT}	0,7	$\geq 0,4$	tab. C4.2.VI Circ. n.7/2019	
coefficiente di interazione	k_{yy}	0,825	\leq	0,795	NO
coefficiente di interazione	k_{yz}	0,463			
coefficiente di interazione	k_{zy}	0,908	\geq	0,884	per $\lambda_z \geq 0,4$
coefficiente di interazione	k_{zz}	0,772	\leq	0,802	OK

considerando come momento critico la seguente espressione da appendice F ENV 1993 1-1

$$M_{cr} = \frac{\pi^2 E I_z}{L^2} \left[\frac{I_w}{I_z} + \frac{L^2 G I_t}{\pi^2 E I_z} \right]^{0,5}$$

dove: $G = \frac{E}{2(1+\nu)}$

I_t è la costante di torsione;

I_w è la costante di ingobbamento;

I_z è il momento di inerzia attorno all'asse minore;

L è la lunghezza della trave fra i punti che hanno vincolo laterale.

4.5 Calcolo dello strapiombo

Lo strapiombo rappresenta la contrefreccia da applicare al sostegno in fase di posa . Viene espresso in mm/m e calcolato con i carichi alla base del sostegno della combinazione A2.

$$S_t = -f_0 / h_m \quad \text{Strapiombo (mm/m)}$$

Dove:

$$f_0 = (F \times h m^3) / (3 J_{eq} E) \quad \text{Freccia provocata dalla forza F (cm)}$$

$$F = (M_P + M_H) / h_m \quad \text{Forza applicate a quota mensola per calcolo strapiombo (daN)}$$

$$(M_P + M_H) \quad \text{Somma dei momenti da carichi permanenti verticali e orizzontali (daNm)}$$

$$h_m \quad \text{Quota di attacco della mensola}$$

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR maggiorata e ormeggio trefoli

COMMESSA
IA7K

LOTTO
00 D 18

CODIFICA
CL

DOCUMENTO
LC0000 002

REV.
A

FOGLIO
28 di 65

5 CRITERI DI VERIFICA FONDAZIONI

Le fondazioni oggetto della presente relazione sono verificate in accordo con le prescrizioni della NTC2018 in base ai seguenti criteri.

5.1 Verifiche di portanza della fondazione

Per ciascun stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

Dove E_d è il valore di progetto delle azioni o dell'effetto delle azioni e R_d è il valore di progetto delle resistenze del sistema geotecnico considerato. Il valore di progetto delle azioni può essere espresso come:

$$E_d = E \left(\gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right)$$

Ovvero:

$$E_d = \gamma_E E \left(F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right)$$

Dove $\gamma_E = \gamma_F$, F_k è il valore caratteristico delle azioni, X_k è il valore caratteristico dei parametri del terreno.

Il valore di progetto delle resistenze del sistema geotecnico può essere espresso come:

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R} R \left(\gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right)$$

Effetto delle azioni e resistenza sono espresse in funzione delle azioni di progetto $\gamma_F F_k$, dei parametri di progetto del terreno X_k/γ_M e della geometria di progetto a_d . L'effetto delle azioni può anche essere valutato direttamente come $E_d = \gamma_E E_k$. Nella formulazione delle resistenze R_d , compare esplicitamente un coefficiente γ_R che opera direttamente sulle resistenze del sistema. La verifica della suddetta condizione deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3).

5.2 Verifiche agli Stati Limite

I diversi gruppi di coefficienti di sicurezza sono scelti nell'ambito di due approcci di analisi distinti e alternativi:

Approccio 1

Combinazione 1: (A1+M1+R1) – SLU (STR)

Combinazione 2: (A2+M2+R2) – SLU (GEO)

Approccio 2

Combinazione 1: (A1+M1+R3)

Le verifiche vengono effettuate tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tab. 6.2.I, 6.2.II e 6.4.I del D.M. 17/01/2018. In particolare di seguito vengono riportate le suddette tabelle.

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

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_{Q1}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

Tabella 2 – Coefficienti parziali Azioni

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	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	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

Tabella 3 – Coefficienti parziali Parametri

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE		
	(R1)	(R2)	(R3)
Capacità portante	$\gamma_R = 1.0$	$\gamma_R = 1.8$	$\gamma_R = 2.3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1.0$	$\gamma_R = 1.1$	$\gamma_R = 1.1$

Tabella 4– Coefficienti parziali Resistenze

5.3 Capacità Portante Fondazione

La verifica della capacità portante del terreno di fondazione è svolta in accordo con le NTC2018. La verifica della capacità portante consiste nel confronto tra il carico verticale di esercizio in fondazione e il carico limite per il terreno. La stabilità della base della fondazione nei riguardi di un superamento della capacità portante viene assicurata applicando alla capacità portante ultima calcolata un fattore di sicurezza maggiore uguale a 2,3.

Per il calcolo della capacità portante si è adottato il metodo descritto in "Lancellotta- Geotecnica- Ed. Zanichelli .-1993" basato sulle indicazioni teoriche di diversi autori (Terzaghi, Meyerof, Vesic e

ELABORATI GENERALI

**Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR
maggiorata e ormeggio trefoli**

COMMESSA
IA7K

LOTTO
00 D 18

CODIFICA
CL

DOCUMENTO
LC0000 002

REV.
A

FOGLIO
30 di 65

Brinch Hansen) che fornisce la seguente espressione generale per la valutazione della pressione limite di rottura del terreno:

$$q_{lim} = c' N_c D_c S_c + q_o' N_q D_q S_q + 0,5 \gamma A' N_\gamma D_\gamma S_\gamma$$

dove:

- γ = Peso di volume efficace del terreno di fondazione;
- c', ϕ' = Parametri di resistenza al taglio del terreno di fondazione in condizioni drenate;
- A' = Dimensione efficace della fondazione, funzione dell'eccentricità dei carichi;
- q_0' = Pressione efficace litostatica verticale al livello del piano di posa della fondazione;
- N_q, N_c, N_γ = Fattori di capacità portante funzione della resistenza al taglio;
- S_g, S_c, S_γ = Fattori di forma dipendenti dal rapporto fra le dimensioni dell'impronta della fondazione;
- D_g, D_c, D_γ = Fattori di profondità funzione del rapporto fra l'approfondimento del piano di posa e le dimensioni reali della fondazione;

Altri simboli utilizzati nelle verifiche:

- B = dimensione reale della fondazione longitudinale al binario;
- A = dimensione reale della fondazione trasversale al binario;
- A_{ef} = $B' \times A'$ = area efficace della fondazione;
- e_T = eccentricità del carico rapporto tra momento flettente e carico verticale in direzione trasversale al binario;
- e_L = eccentricità del carico rapporto tra momento flettente e carico verticale in direzione longitudinale al binario;

La pressione ammissibile netta vale:

$$P_{amm} = (q_{lim} - q_0') / FS + q_0'$$

Le dimensioni efficaci della fondazione sono valutate tramite le seguenti espressioni (Meyeroff, 1953):

$$B' = B - 2e_T$$

$$A' = A - 2e_L$$

Per il calcolo dei fattori di capacità portante N_q e N_c si farà riferimento alle espressioni ricavate da Prandtl (1921) e da Reissner (1924). Per il fattore N_γ si fa riferimento all'espressione proposta da Caquot e Kérisel (1953):

$$N_q = \tan^2(\pi/4 + \phi'/2) e^{\pi \tan \phi'}$$

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

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

Per i coefficienti di forma si adottano le seguenti espressioni:

ELABORATI GENERALI

**Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
fuori standard: sostegno TE in rettilo con DR
maggiorata e ormeggio trefoli**

COMMESSA
IA7K

LOTTO
00 D 18

CODIFICA
CL

DOCUMENTO
LC0000 002

REV.
A

FOGLIO
31 di 65

$$s\gamma = 1 + 0.1 \cdot (B'/A') \cdot K_p$$

$$K_p = (1 + \sin\phi') / (1 - \sin\phi')$$

$$s_c = 1 + 0.2 \cdot (B'/A') \cdot K_p$$

$$s_q = s_\gamma$$

Per tener conto dell'approfondimento del piano di posa si adottano le seguenti espressioni:

$$d\gamma = 1$$

$$d_q = 1 + 2 \cdot \tan\phi' \cdot (1 - \sin\phi')^2 \cdot k$$

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

essendo:

$$k = (D_f / A) \quad \text{per } D_f/A \leq 1$$

$$k = \tan^{-1}(D_f / A) \quad \text{per } D_f/A > 1$$

La forza verticale limite vale:

$$F_{zlim} = q_{lim} \times A_{ef}$$

Il fattore di sicurezza della capacità portante può essere espresso come:

$$FC = q_{LIM} / [(N_{Ed} + P_b) / A_{ef}]$$

Dove q_0 è la pressione litostatica verticale al livello del piano di posa della fondazione.

5.4 Verifica a Ribaltamento (EQU-M2-R2)

La verifica è svolta secondo le prescrizioni della NTC 2018 e CEI EN 50119 par. 6.5.7, considerando tutte le combinazioni EQU-M2 (con riduzione tg angolo di attrito e coesione)

Per fondazioni caricate mediante sollecitazioni trasversali e longitudinali rispetto al binario si avrà:

$$M_{rib,T} = M_T + (T_T \times (C+C1) + MS_{a,T} + c_x \cdot MS_{i,BI}(\text{solo caso sismico})) \quad (\text{momento ribaltante trasversale})$$

$$M_{rib,L} = M_L + (T_L \times (C+C1) + MS_{a,L} + c_y \cdot MS_{i,BI}(\text{solo caso sismico})) \quad (\text{momento ribaltante longitudinale})$$

$$M_{res,T} = [N_{ed} \times A_2 + (A_x B_x C_x g_{cls})] \times (A/2) \times 0.9 + ((A_1 \times B_1 \times C_1 \times g_{cls})) \times A_2 \times 0.9 + M_{sp,T} [N_{ed} \times (A-A_2) + (A_x B_x C_x g_{cls})] \times (A/2) \times 0.9 + ((A_1 \times B_1 \times C_1 \times g_{cls})) \times (A-A_2) \times 0.9 + M_{sp,T} \cdot \text{ContrTerreno} \quad (\text{momento stabilizzante trasversale nel caso di Momento ribaltante totale positivo})$$

$$M_{res,T} = [N_{ed} \times A_2 + (A_x B_x C_x g_{cls})] \times (A/2) + ((A_1 \times B_1 \times C_1 \times g_{cls})) \times A_2 + M_{sp,T} [N_{ed} \times (A-A_2) + (A_x B_x C_x g_{cls})] \times (A/2) \times 0.9 + ((A_1 \times B_1 \times C_1 \times g_{cls})) \times (A-A_2) \times 0.9 + M_{sp,T} \cdot \text{ContrTerreno} \quad (\text{momento stabilizzante trasversale nel caso di Momento ribaltante totale negativo})$$

$$M_{res,L} = (N_{Ed} + P_b + \gamma \times C_1 \times A \times B) \times B/2 + M_{sp,L} \quad (\text{momento stabilizzante longitudinale})$$

$$S_{p,T} = \frac{1}{2} \times k_p \times \gamma \times (C+C1)^2 \times B \quad (\text{da non considerare nel lato opposto al binario})$$

$$S_{p,T} = \frac{1}{2} \times k_p \times \gamma \times (C+C1)^2 \times B_x (1 - k_v) \quad (\text{da non considerare nel lato opposto al binario nel caso sismico})$$

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR maggiorata e ormeggio trefoli

COMMESSA
IA7K

LOTTO
00 D 18

CODIFICA
CL

DOCUMENTO
LC0000 002

REV.
A

FOGLIO
32 di 65

$$S_{p,L} = \frac{1}{2} \times k_p \times \gamma \times (C+C1)^2 \times A$$

$$S_{p,L} = \frac{1}{2} \times k_p \times \gamma \times (C+C1)^2 \times A (1+k_v) \text{ (nel caso sismico)}$$

$$S_{i,BI} = P_{bl} \times K_h \text{ (nel caso sismico)}$$

$$(K_p = (1+\text{sen}\phi') / (1-\text{sen}\phi')) \quad \text{(coefficiente di spinta passiva)}$$

$$M_{sp,T} = (C+C1)/3 \times S_{p,T} \quad \text{(momento dovuto alla spinta passiva in direzione trasversale)}$$

$$M_{sp,L} = (C+C1)/3 \times S_{p,L} \quad \text{(momento dovuto alla spinta passiva in direzione longitudinale)}$$

$$M_{si,BL} = (C+C1)/2 \times S_{i,BI} \text{ (momento dovuto alla massa inerziale nel caso sismico)}$$

dove:

N_{Ed} = carico verticale totale agente alla base del blocco [kN]

P_b = peso del blocco di fondazione

A = lato inferiore fondazione direzione trasv. al binario [m]

B = lato inferiore fondazione direzione long. al binario [m]

C = Altezza lato opposto al binario del blocco di fondazione [m]

$A1$ = lato superiore fondazione direzione trasv. al binario [m]

$B1$ = lato superiore fondazione direzione long. al binario [m]

$C1$ = Differenza Altezza del blocco di fondazione- ($C_{tot}-C$) [m]

C_{tot} = Altezza totale lato binario del blocco di fondazione [m]

K_h = coefficiente sismico orizzontale

K_v = coefficiente sismico verticale

c_x = coefficiente amplificazione dei carichi sismici in direzione trasversale

c_y = coefficiente amplificazione dei carichi sismici in direzione longitudinale

T_T = azione di taglio trasversale agente nel punto di incastro del palo [kN]

T_L = azione di taglio longitudinale agente nel punto di incastro del palo [kN]

γ = peso di unità di volume del terreno di fondazione

ϕ' = angolo di attrito del terreno

La verifica è soddisfatta se:

$$M_{rib,T} / (M_{res,T}) + M_{rib,L} / (M_{res,L}) \leq 1 \text{ (formula 15 della CEI EN 50119)}$$

5.5 Verifica a Scorrimento (approccio 2-A1-M1-R3)

Per la verifica a scorrimento del blocco lungo il piano di fondazione deve risultare, che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa, che tendono a fare scorrere la fondazione, deve essere minore di tutte le forze parallele al piano di scorrimento, che si oppongono allo scivolamento, secondo un certo coefficiente di sicurezza. In particolare, la Normativa, richiede che il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scorrimento F_R e la risultante delle forze che tendono a fare scorrere il muro F_s sia:

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR maggiorata e ormeggio trefoli

COMMESSA
IA7K

LOTTO
00 D 18

CODIFICA
CL

DOCUMENTO
LC0000 002

REV.
A

FOGLIO
33 di 65

$$FR / F_s \geq R_3 = 1,1 \text{ per l'approccio 2}$$

Con F_s , somma delle componenti della spinta parallela al piano di posa (taglio massimo), e con FR , la forza resistente.

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione, N_{Ed} e P_b sono rispettivamente il carico totale di calcolo agente sul blocco e il peso del blocco stesso, indicando con " δ " l'angolo d'attrito fondazione si avrà:

$$F_r = (N_{Ed} + P_b) \times \tan \delta$$

Si assume un valore di " δ " pari a 2/3 dell'angolo d'attrito del terreno.

5.6 Verifica elementi strutturali

Di seguito si riportano i criteri di verifica delle armature per le fondazioni considerate.

5.6.1 Limiti Normativi

L'armatura longitudinale non deve essere inferiore allo 0.2% della sezione (p.to 7.2.5 NTC2018).

5.6.2 Criteri di verifica

Le verifiche saranno svolte sul baggiolo di fondazione, in quanto risulta essere l'elemento più debole.

Le verifiche saranno svolte con l'ausilio del programma VCASLU del prof. Gelfi. Tale programma esegue le verifiche a presso flessione di sezioni in C.A. armate di qualsiasi geometria con il metodo degli Stati Limite, nel rispetto delle NTC2018.

6 METODO DI CALCOLO

Tutti i calcoli saranno svolti con dei fogli sviluppati in Excel che rispettano tutte le prescrizioni e la metodologia di calcolo, descritte nei paragrafi precedenti.

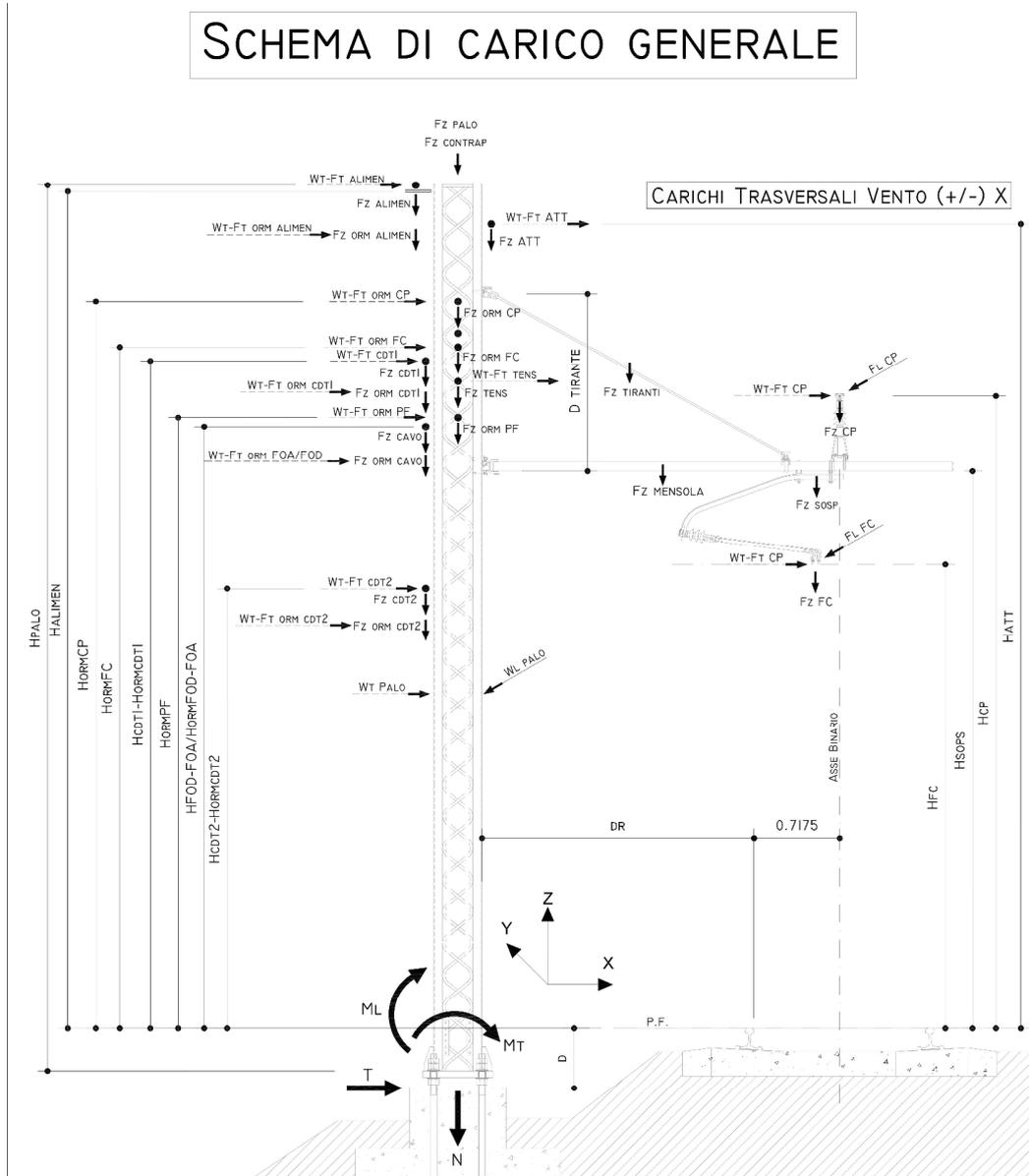
7 DESCRIZIONE DEL SOSTEGNO IMPIEGATI FUORI STANDARD

La presente relazione di calcolo prende in considerazione la configurazione di carico illustrata al par. 7.2 della presente relazione di calcolo.

7.1 Schema di carico Generale

Di seguito viene illustrato lo schema di carico generale dove sono riportate le denominazioni delle forze e momenti utilizzati nelle schede di calcolo dei carichi (vedi allegato A della presente relazione)

SCHEMA DI CARICO GENERALE



7.2 Sostegno tipo 1

Il sostegno è caratterizzato dalla seguente configurazione di carico:

Tipologia: Palo Normale LSU16b in rettilo a DR maggiorata con mensola singola e ormeggio corde di terra.

Attrezzaggio:

Trefoli di terra n. 2 ormeggiati (ripartono a tiro ridotto lato opposto per passaggio su travi MEC su pensilina);

Asse Condutture:

L.d.C. n. 1 : 440 mm² C.P.R. , D.R. = 4,00m

Ormeggio: 2 trefoli di terra con tirante a terra

Di seguito viene riportata la scheda degli INPUT di calcolo:

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR maggiorata e ormeggio trefoli

COMMESSA
IA7K

LOTTO
00 D 18

CODIFICA
CL

DOCUMENTO
LC0000 002

REV.
A

FOGLIO
36 di 65

7.3 Verifica Armature Blocco di fondazione tipo B3

I calcoli per la verifica delle armature del blocco di fondazione tipo B3 in oggetto della presente relazione, si svolgono a presso-flessione retta allo stato limite per entrambe le direzioni considerando dimensioni e armature previste da capitolato. A vantaggio di sicurezza si considerano solo i ferri inferiori. Allo scopo, è stato utilizzato il software "Verifica Ca-SLU" considerando, a vantaggio di sicurezza, la sezione maggiormente sollecitata del blocco alla base come fosse un elemento trave incastrata.

$$M_{tr\,transv\,tot.} = M_{tr\,ed} + T_x * (C/2 + C1) = 69 + 38 * (1.1 / 2 + 0.50) = 108,9 \text{ kNm}$$

Di seguito si riportano gli input ed output del programma, considerando solo il momento agente in direzione trasversale, dato l'ordine di grandezza di quello agente longitudinalmente. Facendo riferimento al capitolato, $b = B = 190 \text{ cm}$, $h = C = 110 \text{ cm}$, $\text{copriferro} = 5 \text{ cm}$:

Titolo :

N° strati barre

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	190	110	1	18,08	105

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/> kN
M _{xEd}	<input type="text" value="109"/>	<input type="text" value="0"/> kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

Tipo rottura

Lato acciaio - Acciaio snervato

Materiali

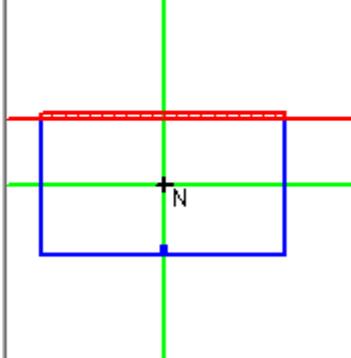
<input type="text" value="B450C"/>	<input type="text" value="C25/30"/>
ε _{su} <input type="text" value="80"/> ‰	ε _{c2} <input type="text" value="2"/> ‰
f _{yd} <input type="text" value="391,3"/> N/mm²	ε _{cu} <input type="text" value="3,5"/>
E _s <input type="text" value="200.000"/> N/mm²	f _{cd} <input type="text" value="14,17"/>
E _s /E _c <input type="text" value="15"/>	f _{cc} /f _{cd} <input type="text" value="0,8"/> ?
ε _{syd} <input type="text" value="1,957"/> ‰	σ _{c,adm} <input type="text" value="9,75"/>
σ _{s,adm} <input type="text" value="260"/> N/mm²	τ _{co} <input type="text" value="0,6"/>
	τ _{c1} <input type="text" value="1,829"/>

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi

a T Circolare

Rettangoli Coord.



Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-

Metodo n

Tipo flessione

Retta Deviata

N° rett.

o cm

Precompresso

M_{xRd} kN m

σ_c N/mm²

σ_s N/mm²

E_c ‰

ε_s ‰

d cm

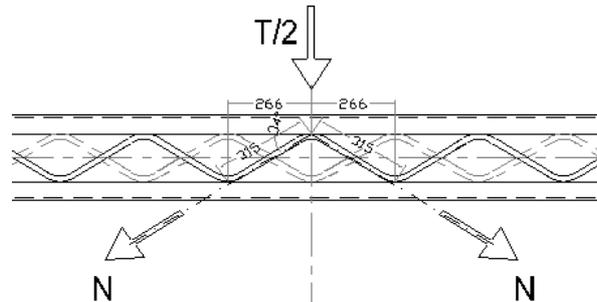
x x/d

δ

Le armature sono 16Ø12, (trasversali al binario) . La sezione risulta verificata.

8 Verifica Instabilità tralicciature

La verifica di instabilità a carico di punta delle tralicciature viene effettuata considerando che su queste venga trasferita l'azione di taglio massima agente sul sostegno con il seguente schema di carico:



Lo sforzo normale agente sulla tralicciatura:

$$N_{ed} = T_x / (2 \sin \alpha)$$

$\beta = (2/3)$ coefficiente considerato per il calcolo della lunghezza libera di inflessione

Resistenza instabilità dell'asta (tralicciatura)

$$N_{b,Rd} = \chi A f_{yk} / \gamma_{m1}$$

Dove:

$$\chi = 1 / (\Phi + \text{rad}(\Phi^2 - \lambda^2)) < 1 \quad 4.2.45 \text{ (NTC 2018)}$$

Di seguito si riportano le verifiche di instabilità delle tralicciature soggette a compressione sui sostegni oggetto della presente relazione di calcolo:

verifica stabilità tralicciatura PALO LSU16 caso 1 condizione considerata: STR3-V+x				
descrizione	simbolo		unità di misura	formula
distanza verticale tralicciatura	a	0,27	m	
distanza obliqua	d	0,30	m	
distanza ORIZZONTALE	B	0,13		
angolo	α	25,71	°c	
azione di taglio massima agente amplificata	T _{edx}	744	daN	T _x
Azione normale progetto tralicciatura	N _{ed}	857,51		T _x /2/sin α
inerzia tondo	J _t	0,79	cm ⁴	
carico critico euleriano	N _{cr}	410255,44		$\pi^2 E J_t / L^2$
L _{cr}		0,20	m	βd
β	β	0,67		2/3
snellezza adimensionale	λ	0,52		rad(A f _{yk} /N _{cr})
diametro sezione asta		2,00	cm	
area sezione FI 20	A	3,14	cm ²	
fattore imperfezione	a	0,49		tab.4,2.VI Ntc
	Φ	0,71		0,5(1+a(λ -0,2)+ λ^2)
coefficiente	χ	0,83		1/(Φ +rad(Φ^2 - λ^2))<1
Resistenza instabilità dell'asta (tralicciatura)	N _{b,Rd}	8822,37	daN	$\chi A f_{yk} / \gamma_{m1}$
Coeff sicurezza istabilità	γ_{m1}	1,05		
verifica		0,10	OK	N _{ed} /N _{b,Rd} <1

ELABORATI GENERALI
**Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
 fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR
 maggiorata e ormeggio trefoli**

 COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
 IA7K 00 D 18 CL LC0000 002 A 38 di 65

10 Schede dei carichi alla base del sostegno

CARICHI AGENTI SUDDIVISI PER CASI DI CARICO E ASSE : SOSTEGNO LSU16b n°Rettilineo

CONDIZIONE A1 : (-20°)						
CARICHI VERTICALI						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
Fz,m,lunga,+x	Azione verticale mensola	43,98		daN	$P_{mens} \times L_{mens} + F_{zcarp} \text{ Mensola}$	
Fz,tirante	Azione verticale tiranti	11,52		daN	$P_{tir} \times L_{tir} + F_{zcarp} \text{ tiranti}$	
Fz,orm,c.d.t.1	Azione verticale ormeggio corda di terra 1	799,95		daN	$T_{c.d.t.,orm} \times tana + F_{z} \text{ orm cdt}/2$	
Fz,orm,c.d.t.2	Azione verticale ormeggio corda di terra 2	799,95		daN	$T_{c.d.t.,orm} \times tana + F_{z} \text{ orm cdt}/2$	
Fz,c.d.t.,1	Azione verticale corda di terra 1	28,42		daN	$P_{c.d.t.} \times C_{m,c.d.t.} + F_{z} \text{ carp cdt}/2$	
Fz,c.d.t.,2	Azione verticale corda di terra 2	28,42		daN	$P_{c.d.t.} \times C_{m,c.d.t.} + F_{z} \text{ carp cdt}/2$	
Fz,palo	Azione verticale sostegno	517,49		daN	P_{palo}	
Fz,tot	Azione verticale totale	2229,73		daN		
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI VENTO+X						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
FT,tot	Azione trasversale totale	0,00		daN		
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI VENTO-X						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
FT,tot	Azione trasversale totale	0,00		daN		
CARICHI ORIZZONTALI LONGITUDINALI +Y						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
Fl,tot	Azione longitudinale totale	0,00		daN		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI AI CARICHI VERTICALI						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
MFz,m,1-2,+x	Momento dovuto al peso della mensola 1-2 dx	124,56		daNm	$\sum(i)F_{z,mi} \times ((L_{mi} \times X/2 + 1/2 \text{ palo}))$	
MFz,tirante,1	Momento dovuto al peso del tirante mensola n.1	15,36		daNm	$F_{z,tirante,1} \times d_{tirante,1/2} + 1/2 \text{ palo}$	
MFz,c.d.t.,1	Momento dovuto al peso della corda di terra 1	-5,68		daNm	$F_{z,c.d.t.,1} \times d_{cdt1} + 1/2 \text{ palo}$	
MFz,c.d.t.,2	Momento dovuto al peso della corda di terra 2	-5,68		daNm	$F_{z,c.d.t.,2} \times d_{cdt2} + 1/2 \text{ palo}$	
MFz,tot	Momento trasversale azioni verticali totale	128,55		daNm		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI AI CARICHI ORIZZONTALI E VENTO +X						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
MT,tot	Momento trasversale azioni orizzontali totale	0,00		daNm		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI AI CARICHI ORIZZONTALI VENTO -X						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
MT,tot	Momento trasversale azioni orizzontali totale per vento -X	0,00		daNm		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI LONGITUDINALI						
ML,tot	Momento longitudinale totale	0,00		daNm		
ALTRI CARICHI						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
Fh	Azione sismica alla base del sostegno	472,37		daN	$\lambda \times S_v(T1) \times \text{MassaEcc} / g$	

ELABORATI GENERALI
Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR
maggiorata e ormeggio trefoli

COMMESSA IA7K LOTTO 00 D 18 CODIFICA CL DOCUMENTO LC0000 002 REV. A FOGLIO 39 di 65

Mecc	Massa sismica partecipante eccitata	629,82		daN		
carichi verticali x Z per la Ripartizione carichi sismici						
Simbolo	Descrizione	Valore		U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
RipFz,m,1-2,+x	Ripartizione sul peso della mensola 1-2 dx	232,09		daNm	MFz,m,1-2,+x *(hmensola+d)	
RipFz,tirante,1	Ripartizione sul peso del tirante mensola n.1	46,94		daNm	FZ,tirante,1 x (apitrante,1/2+ Hmensola+d)	
RipFz,c.d.t.,1	Ripartizione sul peso della corda di terra 1	142,08		daNm	Fz,c.d.t.,1 x (hcdt1 + d)	
RipFz,c.d.t.,2	Ripartizione sul peso della corda di terra 2	210,27		daNm	Fz,c.d.t.,2 x (hcdt2 + d)	
RipFz,palo	Ripartizione sull'Azione verticale sostegno	2485,75		daNm	Fz,palo x ((hpalo/2)+d)	
RipFz,tot	SOMMATORIA RIPARTIZIONE AZIONE SISMICA	3117,14			daNm	
CARICHI ORIZZONTALI SISMA						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
SFz,m,1-2,+x	Azione sismica mensola 1-2 +dx	35,17		daN	RipFz,m,1-2,+x /RipFz,tot x Fh	
SFz,tirante,1	Azione sismica tirante mensola n.1	7,11		daN	RipFz,tirante,1 /RipFz,tot x Fh	
SFz,c.d.t.,1	Azione sismica della corda di terra 1	21,53		daN	RipFz,c.d.t.,1 /RipFz,tot x Fh	
SFz,c.d.t.,2	Azione sismica della corda di terra 2	31,86		daN	RipFz,c.d.t.,2 /RipFz,tot x Fh	
SFz,palo	Azione sismica sostegno	376,69		daN	RipFz,palo /RipFz,tot x Fh	
SFz,tot	Azione sismica trasversale totale	472,37		daN		
MOMENTI TRASVERSALI/LONGITUDINALI DOVUTI AI CARICHI SISMICI						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
MSFz,m,1-2,+x	Momento dovuto all'Azione sismica mensola 1-2 +dx	211,02		daNm	SFz,m,1-2,+x * (H mensola+d)	
MSFz,tirante,1	Momento dovuto all'Azione sismica tirante mensola n.1	51,22		daNm	SFz,tirante,1 x (apitrante,1/2+ Hmensola+d)	
MSFz,c.d.t.,1	Momento dovuto all'Azione sismica della corda di terra 1	107,65		daNm	SFz,c.d.t.,1 x (hcdt1 + d)	
MSFz,c.d.t.,2	Momento dovuto all'Azione sismica della corda di terra 2	235,79		daNm	SFz,c.d.t.,2 x (hcdt2 + d)	
MSFz,palo	Momento dovuto all'Azione sismica sostegno	1809,41		daNm	SFz,palo x (hpalo/2)	
MS,tot	Momento trasversale/longitudinale azioni orizzontali Sismiche totale	2415,10			daNm	
CARICHI VERTICALI ECCEZIONALI DA ROTTURA FC-ORM PF						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
Fz,tot,ecc	Azione verticale eccezionale totale	0,00		daN		
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI ECCEZIONALI DA ROTTURA FC-ORM PF						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
Ft,tot,ecc	Azione trasversale eccezionale totale	0,00		daN		
CARICHI ORIZZONTALI LONGITUDINALI +Y ECCEZIONALI DA ROTTURA FC-ORM PF						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
Fl,tot,ECC	Azione longitudinale eccezionale totale	0,00		daN		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI AI CARICHI ORIZZONTALI ECCEZIONALI DA ROTTURA FC-ORM PF						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
MT,tot,ECC	Momento trasversale eccezionale totale	0,00			daNm	
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI LONGITUDINALI ECCEZIONALI DA ROTTURA FC-ORM PF						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
CONDIZIONE A2 : (+5°)						
CARICHI VERTICALI						

ELABORATI GENERALI
Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR
maggiorata e ormeggio trefoli

 COMMESSA
 IA7K

 LOTTO
 00 D 18

 CODIFICA
 CL

 DOCUMENTO
 LC0000 002

 REV.
 A

 FOGLIO
 40 di 65

Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
F _{z,m,lunga,+x}	Azione verticale mensole	43,98	daN	$P_{mens} \times L_{mens} + F_{z,carp} \text{ Mensole}$	
F _{z,tirante}	Azione verticale tiranti mensole	11,52	daN	$P_{tir} \times L_{tir} + F_{z,carp} \text{ tiranti}$	
F _{z,orm,c.d.t.1}	Azione verticale ormeggio corda di terra 1	432,74	daN	$T_{c.d.t.,orm} \times \tan \alpha + F_{z,orm} \text{ cdt}/2$	
F _{z,orm,c.d.t.2}	Azione verticale ormeggio corda di terra 2	432,74	daN	$T_{c.d.t.,orm} \times \tan \alpha + F_{z,orm} \text{ cdt}/2$	
F _{z,c.d.t.,1}	Azione verticale corda di terra 1	28,42	daN	$P_{c.d.t.} \times C_{m,c.d.t.} + F_{z,carp} \text{ cdt}/2$	
F _{z,c.d.t.,2}	Azione verticale corda di terra 2	28,42	daN	$P_{c.d.t.} \times C_{m,c.d.t.} + F_{z,carp} \text{ cdt}/2$	
F _{z,palo}	Azione verticale sostegno	517,49	daN	P _{palo}	
F _{z,tot}	Azione verticale totale	1495,30	daN		
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI VENTO+X					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
F _{T,tot}	Azione trasversale totale	0,00	daN		
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI VENTO-X					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
F _{T,tot}	Azione trasversale totale	0,00	daN		
CARICHI ORIZZONTALI LONGITUDINALI +Y					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
F _{l,tot}	Azione longitudinale totale	0,00	daN		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI AI CARICHI VERTICALI					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
M _{Fz,m,1-2,+x}	Momento dovuto al peso della mensola 1-2 dx	124,56	daNm	$\Sigma(i)F_{z,mi} \times ((L_{mi}Sx/2 + 1/2palo))$	
M _{Fz,tirante,1}	Momento dovuto al peso del tirante mensola n.1	15,36	daNm	$F_{z,tirante,1} \times d_{tirante,1}/2 + 1/2palo$	
M _{Fz,c.d.t.,1}	Momento dovuto al peso della corda di terra 1	-5,68	daNm	$F_{z,c.d.t.,1} \times d_{cdt1} + 1/2 \text{ palo}$	
M _{Fz,c.d.t.,2}	Momento dovuto al peso della corda di terra 2	-5,68	daNm	$F_{z,c.d.t.,2} \times d_{cdt2} + 1/2 \text{ palo}$	
M _{Fz,tot}	Momento trasversale azioni verticali totale	128,55	daNm		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI AI CARICHI ORIZZONTALI E VENTO +X					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
M _{T,tot}	Momento trasversale azioni orizzontali totale	0,00		daNm	
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI AI CARICHI ORIZZONTALI VENTO -X					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
M _{T,tot}	Momento trasversale azioni orizzontali totale per vento -X	0,00		daNm	
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI LONGITUDINALI					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
M _{L,tot}	Momento longitudinale totale	0,00		daNm	
ALTRI CARICHI					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
CONDIZIONE B : (+5°)+VENTO					
CARICHI VERTICALI					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
F _{z,m,lunga,+x}	Azione verticale mensole	43,98	daN	$P_{mens} \times L_{mens} + F_{z,carp} \text{ Mensole}$	
F _{z,tirante}	Azione verticale tiranti mensole	11,52	daN	$P_{tir} \times L_{tir} + F_{z,carp} \text{ tiranti}$	
F _{z,orm,c.d.t.1}	Azione verticale ormeggio corda di terra 1	580,48	daN	$T_{c.d.t.,orm} \times \tan \alpha + F_{z,orm} \text{ cdt}/2$	
F _{z,orm,c.d.t.2}	Azione verticale ormeggio corda di terra 2	580,48	daN	$T_{c.d.t.,orm} \times \tan \alpha + F_{z,orm} \text{ cdt}/2$	
F _{z,c.d.t.,1}	Azione verticale corda di terra 1	28,42	daN	$P_{c.d.t.} \times C_{m,c.d.t.} + F_{z,carp} \text{ cdt}/2$	
F _{z,c.d.t.,2}	Azione verticale corda di terra 2	28,42	daN	$P_{c.d.t.} \times C_{m,c.d.t.} + F_{z,carp} \text{ cdt}/2$	
F _{z,palo}	Azione verticale sostegno	517,49	daN	P _{palo}	
F _{z,tot}	Azione verticale totale	1790,77	daN		
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI VENTO+X					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
W _{T,c.d.t.,1}	Azione vento su corda di terra 1	48,54	daN	$W_{c.d.t.} \times \text{diam}_{c.d.t.} \times C_m$	
W _{T,c.d.t.,2}	Azione vento su corda di terra 2	48,54	daN	$W_{c.d.t.} \times \text{diam}_{c.d.t.} \times C_m$	

ELABORATI GENERALI
**Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR
maggiorata e ormeggio trefoli**

COMMESSA IA7K LOTTO 00 D 18 CODIFICA CL DOCUMENTO LC0000 002 REV. A FOGLIO 41 di 65

W _{T,palo}	Azione del vento su sostegno	291,02		daN	W _{palo} x A _{palo}	
F _{T,tot}	Azione trasversale totale	388,11		daN		
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI VENTO-X						
Simbolo	Descrizione	Valore		U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
W _{T,c.d.t.,1}	Azione vento su corda di terra 1	-48,54		daN	W _{c.d.t.} x diam _{c.d.t.} x C _m	sempre singola
W _{T,c.d.t.,2}	Azione vento su corda di terra 2	-48,54		daN	W _{c.d.t.} x diam _{c.d.t.} x C _m	sempre singola
W _{T,palo}	Azione del vento su sostegno	-291,02		daN	W _{palo} x A _{palo}	Solo pali LSF
F _{T,tot}	Azione trasversale totale	-388,11		daN		
CARICHI ORIZZONTALI LONGITUDINALI +Y						
Simbolo	Descrizione	Valore		U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
W _{L,palo}	Azione del vento su sostegno	203,71		daN	W _{palo} x A _{palo}	solo pali LSF -LS -LSU
F _{L,tot}	Azione longitudinale totale	203,71		daN		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI AI CARICHI VERTICALI						
Simbolo	Descrizione	Valore		U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
M _{Fz,m,1-2,+x}	Momento dovuto al peso della mensola 1-2 dx	124,56		daNm	Σ(i)F _{z,mi} x ((L _{misx} /2 + 1/2palo)	
M _{Fz,tirante,1}	Momento dovuto al peso del tirante mensola n.1	15,36		daNm	F _{z,tirante,1} x d _{tirante,1} /2 + 1/2palo	
M _{Fz,c.d.t.,1}	Momento dovuto al peso della corda di terra 1	-5,68		daNm	F _{z,c.d.t.,1} x d _{cdt1} + 1/2 palo	
M _{Fz,c.d.t.,2}	Momento dovuto al peso della corda di terra 2	-5,68		daNm	F _{z,c.d.t.,2} x d _{cdt2} + 1/2 palo	
M _{Fz,tot}	Momento trasversale azioni verticali totale	128,55		daNm		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI AI CARICHI ORIZZONTALI E VENTO +X						
Simbolo	Descrizione	Valore		U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
M _{WT,c.d.t.,1}	Momento dovuto all'azione del vento sulla cdt1	242,71		daNm	W _{T,c.d.t.,1} x (H _{cdt1} + d)	
M _{WT,c.d.t.,2}	Momento dovuto all'azione del vento sulla cdt2	359,22		daNm	W _{T,c.d.t.,2} x (H _{cdt2} + d)	
M _{WT,palo}	Momento dovuto all'azione del vento su sostegno	1397,93		daNm	W _{T,palo} x H _{palo} / 2	valida per pali LSF
M _{T,tot}	Momento trasversale azioni orizzontali totale	1999,86		daNm		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI AI CARICHI ORIZZONTALI VENTO -X						
Simbolo	Descrizione	Valore		U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
M _{WT,c.d.t.,1}	Momento dovuto all'azione del vento sulla cdt1	-242,71		daNm	W _{T,c.d.t.,1} x (H _{cdt1} + d)	
M _{WT,c.d.t.,2}	Momento dovuto all'azione del vento sulla cdt2	-359,22		daNm	W _{T,c.d.t.,2} x (H _{cdt2} + d)	
M _{WT,palo}	Momento dovuto all'azione del vento su sostegno	-1397,93		daNm	W _{T,palo} x H _{palo} / 2	valida per pali LSF
M _{T,tot}	Momento trasversale azioni orizzontali totale per vento -X	-1999,86		daNm		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI LONGITUDINALI						
M _{WL,palo}	Azione del vento su sostegno	978,54			W _{palo} x H _{palo} / 2	solo pali LSF -LS -LSU
M _{L,tot}	Momento longitudinale totale	978,54		daNm		
ALTRI CARICHI						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI AERODINAMICI						
Simbolo	Descrizione	Valore		U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
W _{AER,c.d.t.,1}	Azione AERODINAMICA su corda di terra 1	38,29		daN	Paer x diam _{c.d.t.} x C _m	
W _{AER,palo}	Azione AERODINAMICA su sostegno	44,80		daN	Paer x A _{palo} X5/Hpal	
W _{AER,tot}	Azione trasversale totale	83,09		daN		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI AERODINAMICI						
Simbolo	Descrizione	Valore		U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
M _{WAER,c.d.t.,1}	Momento dovuto all'azione AERODINAMICA su corda di terra 1	191,44		daNm	W _{AER,c.d.t.,1} x (H _{cdt1} + d)	
M _{WAER,palo}	Azione AERODINAMICA su sostegno	112,00		daNm	W _{AER,palo} x (5/2-d)	
M _{AER,tot}	Momento trasversale azioni aerodinamiche totale	303,44		daNm		
CONDIZIONE C : (-5°)+GHIACCIO						
CARICHI VERTICALI						

ELABORATI GENERALI
Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR
maggiorata e ormeggio trefoli

 COMMESSA
 IA7K

 LOTTO
 00 D 18

 CODIFICA
 CL

 DOCUMENTO
 LC0000 002

 REV.
 A

 FOGLIO
 42 di 65

Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
F _{z,m,lunga,+x}	Azione verticale mensole	43,98	daN	$P_{mens} \times L_{mens} + F_{z,carp} \text{ Mensole}$	
F _{z,tirante}	Azione verticale tiranti mensole	11,52	daN	$P_{tir} \times L_{tir} + F_{z,carp} \text{ tiranti}$	
F _{z,orm,c.d.t.1}	Azione verticale ormeggio corda di terra 1	686,54	daN	$T_{c.d.t.,orm} \times \tan \alpha + F_{z,orm} \text{ cdt}/2$	
F _{z,orm,c.d.t.2}	Azione verticale ormeggio corda di terra 2	686,54	daN	$T_{c.d.t.,orm} \times \tan \alpha + F_{z,orm} \text{ cdt}/2$	
F _{z,c.d.t.,1}	Azione verticale corda di terra 1	58,52	daN	$P_{c.d.t.} \times C_{m,c.d.t.} + F_{z,carp} \text{ cdt}/2$	
F _{z,c.d.t.,2}	Azione verticale corda di terra 2	58,52	daN	$P_{c.d.t.} \times C_{m,c.d.t.} + F_{z,carp} \text{ cdt}/2$	
F _{z,palo}	Azione verticale sostegno	517,49	daN	P_{palo}	
F _{z,tot}	Azione verticale totale	2063,11	daN		
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI VENTO+X					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
F _{T,tot}	Azione trasversale totale	0,00	daN		
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI VENTO-X					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
F _{T,tot}	Azione trasversale totale	0,00	daN		
CARICHI ORIZZONTALI LONGITUDINALI +Y					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
F _{l,tot}	Azione longitudinale totale	0,00	daN		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI AI CARICHI VERTICALI					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
M _{Fz,m,1-2,+x}	Momento dovuto al peso della mensola 1-2 dx	124,56	daNm	$\Sigma(i)F_{z,mi} \times ((L_{misx}/2 + 1/2palo))$	
M _{Fz,tirante,1}	Momento dovuto al peso del tirante mensola n.1	15,36	daNm	$F_{z,tirante,1} \times d_{tirante,1}/2 + 1/2palo$	
M _{Fz,c.d.t.,1}	Momento dovuto al peso della corda di terra 1	-11,70	daNm	$F_{z,c.d.t.,1} \times d_{cdt1} + 1/2 \text{ palo}$	
M _{Fz,c.d.t.,2}	Momento dovuto al peso della corda di terra 2	-11,70	daNm	$F_{z,c.d.t.,2} \times d_{cdt2} + 1/2 \text{ palo}$	
M _{Fz,tot}	Momento trasversale azioni verticali totale	116,51	daNm		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI AI CARICHI ORIZZONTALI E VENTO +X					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
M _{T,tot}	Momento trasversale azioni orizzontali totale	0,00		daNm	
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI AI CARICHI ORIZZONTALI VENTO -X					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
M _{T,tot}	Momento trasversale azioni orizzontali totale per vento -X	0,00		daNm	
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI LONGITUDINALI					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
M _{L,tot}	Momento longitudinale totale	0,00		daNm	
ALTRI CARICHI					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
CONDIZIONE D : (-5°)+GHIACCIO+50%VENTO					
CARICHI VERTICALI					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
F _{z,m,lunga,+x}	Azione verticale mensole	43,98	daN	$P_{mens} \times L_{mens} + F_{z,carp} \text{ Mensole}$	
F _{z,tirante}	Azione verticale tiranti mensole	11,52	daN	$P_{tir} \times L_{tir} + F_{z,carp} \text{ tiranti}$	
F _{z,orm,c.d.t.1}	Azione verticale ormeggio corda di terra 1	776,38	daN	$T_{c.d.t.,orm} \times \tan \alpha + F_{z,orm} \text{ cdt}/2$	
F _{z,orm,c.d.t.2}	Azione verticale ormeggio corda di terra 2	776,38	daN	$T_{c.d.t.,orm} \times \tan \alpha + F_{z,orm} \text{ cdt}/2$	
F _{z,c.d.t.,1}	Azione verticale corda di terra 1	58,52	daN	$P_{c.d.t.} \times C_{m,c.d.t.} + F_{z,carp} \text{ cdt}/2$	
F _{z,c.d.t.,2}	Azione verticale corda di terra 2	58,52	daN	$P_{c.d.t.} \times C_{m,c.d.t.} + F_{z,carp} \text{ cdt}/2$	
F _{z,palo}	Azione verticale sostegno	517,49	daN	P_{palo}	
F _{z,tot}	Azione verticale totale	2242,79	daN		
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI VENTO+X					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
W _{T,c.d.t.,1}	Azione vento su corda di terra 1	55,82	daN	$W_{c.d.t.} \times \text{diam}_{c.d.t.} \times C_m$	
W _{T,c.d.t.,2}	Azione vento su corda di terra 2	55,82	daN	$W_{c.d.t.} \times \text{diam}_{c.d.t.} \times C_m$	

ELABORATI GENERALI
Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR
maggiorata e ormeggio trefoli

COMMESSA IA7K LOTTO 00 D 18 CODIFICA CL DOCUMENTO LC0000 002 REV. A FOGLIO 43 di 65

$W_{T,palo}$	Azione del vento su sostegno	150,94		daN	$W_{palo} \times A_{palo}$	
$F_{T,tot}$	Azione trasversale totale	262,58		daN		
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI VENTO-X						
Simbolo	Descrizione	Valore		U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
$W_{T,c.d.t.,1}$	Azione vento su corda di terra 1	-55,82		daN	$W_{c.d.t.} \times diam_{c.d.t.} \times C_m$	sempre singola
$W_{T,c.d.t.,2}$	Azione vento su corda di terra 2	-55,82		daN	$W_{c.d.t.} \times diam_{c.d.t.} \times C_m$	sempre singola
$W_{T,palo}$	Azione del vento su sostegno	-150,94		daN	$W_{palo} \times A_{palo}$	Solo pali LSF
$F_{T,tot}$	Azione trasversale totale	-262,58		daN		
CARICHI ORIZZONTALI LONGITUDINALI +Y						
Simbolo	Descrizione	Valore		U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
$W_{L,palo}$	Azione del vento su sostegno	105,65		daN	$W_{palo} \times A_{palo}$	solo pali LSF -LS -LSU
$F_{L,tot}$	Azione longitudinale totale	105,65		daN		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI AI CARICHI VERTICALI						
Simbolo	Descrizione	Valore		U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
$M_{Fz,m,1-2,+x}$	Momento dovuto al peso della mensola 1-2 dx	124,56		daNm	$\sum(i)F_{z,mi} \times ((L_{misx}/2 + 1/2palo)$	
$M_{Fz,tirante,1}$	Momento dovuto al peso del tirante mensola n.1	15,36		daNm	$F_{z,tirante,1} \times d_{tirante,1}/2 + 1/2palo$	
$M_{Fz,c.d.t.,1}$	Momento dovuto al peso della corda di terra 1	-11,70		daNm	$F_{z,c.d.t.,1} \times d_{cdt1} + 1/2 palo$	
$M_{Fz,c.d.t.,2}$	Momento dovuto al peso della corda di terra 2	-11,70		daNm	$F_{z,c.d.t.,2} \times d_{cdt2} + 1/2 palo$	
$M_{Fz,tot}$	Momento trasversale azioni verticali totale	116,51		daNm		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI AI CARICHI ORIZZONTALI E VENTO +X						
Simbolo	Descrizione	Valore		U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
$M_{WT,c.d.t.,1}$	Momento dovuto all'azione del vento sulla cdt1	279,11		daNm	$W_{T,c.d.t.,1} \times (H_{cdt1} + d)$	
$M_{WT,c.d.t.,2}$	Momento dovuto all'azione del vento sulla cdt2	413,08		daNm	$W_{T,c.d.t.,2} \times (H_{cdt2} + d)$	
$M_{WT,palo}$	Momento dovuto all'azione del vento su sostegno	725,03		daNm	$W_{T,palo} \times H_{palo} / 2$	valida per pali LSF
$M_{T,tot}$	Momento trasversale azioni orizzontali totale	1417,22		daNm		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI AI CARICHI ORIZZONTALI VENTO -X						
Simbolo	Descrizione	Valore		U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
$M_{WT,c.d.t.,1}$	Momento dovuto all'azione del vento sulla cdt1	-279,11		daNm	$W_{T,c.d.t.,1} \times (H_{cdt1} + d)$	
$M_{WT,c.d.t.,2}$	Momento dovuto all'azione del vento sulla cdt2	-413,08		daNm	$W_{T,c.d.t.,2} \times (H_{cdt2} + d)$	
$M_{WT,palo}$	Momento dovuto all'azione del vento su sostegno	-725,03		daNm	$W_{T,palo} \times H_{palo} / 2$	valida per pali LSF
$M_{T,tot}$	Momento trasversale azioni orizzontali totale per vento -X	-1417,22		daNm		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI LONGITUDINALI						
$M_{WL,palo}$	Azione del vento su sostegno	507,51			$W_{L,palo} \times H_{palo} / 2$	solo pali LSF -LS -LSU
$M_{L,tot}$	Momento longitudinale totale	507,51		daNm		
ALTRI CARICHI						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI AERODINAMICI						
Simbolo	Descrizione	Valore		U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
$W_{AER,c.d.t.,1}$	Azione AERODINAMICA su corda di terra 1	42,45		daN	$Paer \times diam_{c.d.t.} \times C_m$	
$W_{AER,palo}$	Azione AERODINAMICA su sostegno	44,80		daN	$Paer \times A_{palo} \times X5/Hpal$	
$W_{AER,tot}$	Azione trasversale totale	87,25		daN		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI AI CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI AERODINAMICI						
Simbolo	Descrizione	Valore		U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
$M_{WAER,c.d.t.,1}$	Momento dovuto all'azione AERODINAMICA su corda di terra 1	212,25		daNm	$W_{AER,c.d.t.,1} \times (H_{cdt1} + d)$	
$M_{WAER,palo}$	Azione AERODINAMICA su sostegno	112,00		daNm	$W_{AER,palo} \times (5/2-d)$	
$M_{AER,tot}$	Momento trasversale azioni aerodinamiche totale	324,25		daNm		
CONDIZIONE A1 - ASSE A						
CARICHI VERTICALI						

ELABORATI GENERALI
**Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
 fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR
 maggiorata e ormeggio trefoli**

 COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
 IA7K 00 D 18 CL LC0000 002 A 44 di 65

Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
Fz,CP	Azione verticale corda portante+eventuale asse punto fisso	94,16	daN	PC.P. x Cm+ Fzcarp PF	
Fz,FC	Azione verticale filo di contatto+pendini	94,07	daN	PF.C. x Cm	
Fz,sosp	Azione verticale sospensione	17,00	daN	Psosp	
Fz,tot	Azione verticale totale	205,23	daN		
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI - VENTO +X					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
FT,CP	Azione d'angolo C.P.	-20,45	daN	$nc \times TC.P. \times (C1/2R + C2/2R) + nc \times TC.P. \times [(Dp-Dp1)/C1+(Dp-Dp2)/C2]$	
FT,FC	Azione d'angolo F.C.	-18,18	daN	$nc \times TF.C. \times (C1/2R + C2/2R) + nc \times TF.C. \times [(Dp-Dp1)/C1+(Dp-Dp2)/C2]$	
FT,tot	Azione trasversale totale	-38,636	daN		
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI - VENTO -X					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
FT,tot	Azione trasversale totale	-38,64	daN		
CARICHI ORIZZONTALI LONGITUDINALI					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
FL,mens,CP	Azione dovuta alla rotazione della mensola C.P.	-1,57	daN	$(FT,CP+WT,CP) \times z / (a-x)$	z = 0,4m
FL,mens,FC	Azione dovuta alla rotazione della mensola F.C.	-1,39	daN	$(FT,FC+WT,FC) \times z / (a-x)$	z = 0,4m
Fl,tot	Azione longitudinale totale	-2,96	daN		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI VERTICALI					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
MFz,CP	Momento dovuto al peso della C.P.	505,64	daNm	Fz,CP x dC.P.	
MFz,FC	Momento dovuto al peso del F.C. + pendini	505,17	daNm	Fz,FC x dF.C.	
MFz,sosp	Momento dovuto al peso della sospensione	91,29	daNm	Fz,sosp x dsosp	
MFz,tot	Momento trasversale azioni verticali totale	1102,10	daNm		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI TRASVERSALI - VENTO +X					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
MFT,CP	Momento dovuto all'azione d'angolo C.P.	-131,93	daNm	FT,CP x HCP	
MFT,FC	Momento dovuto all'azione d'angolo F.C.	-94,55	daNm	FT,FC x HFC	
MT,tot	Momento trasversale azioni orizzontali totale vento +X	-226,48	daNm		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI TRASVERSALI - VENTO -X					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
MT,tot	Momento trasversale azioni orizzontali totale vento -X	-226,48	daNm		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI LONGITUDINALI					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
ML,mens,CP	Momento dovuto alla rotazione della mensola	-10,11	daNm	FL,mens,CP x HCP	
ML,mens,FC	Momento dovuto alla rotazione della mensola	-7,24	daNm	FL,mens,CP x HFC	
ML,tot	Momento longitudinale totale	-17,35	daNm		
ALTRI CARICHI					
Fh	Azione sismica alla base del sostegno	153,92	daN	$\lambda \times Sv(T1) \times Fztot / g$	
carichi verticali x Z per la Ripartizione carichi sismici					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
RipFz,CP	Ripartizione sull'Azione verticale corda portante	607,33	daNm	Fz,CPx(Hcp+d)	
RipFz,FC	Ripartizione sull'Azione verticale filo di contatto+pendini	489,17	daNm	Fz,FC x(Hfc+d)	
RipFz,tot	SOMMATORIA RIPARTIZIONE AZIONE SISMICA	1096,51	daNm		
CARICHI ORIZZONTALI SISMA					
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Note/Riferimento normativo

ELABORATI GENERALI
Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR
maggiorata e ormeggio trefoli

 COMMESSA
 IA7K

 LOTTO
 00 D 18

 CODIFICA
 CL

 DOCUMENTO
 LC0000 002

 REV.
 A

 FOGLIO
 45 di 65

SFz,CP	Azione sismica corda portante	85,26		daN	RipFz,CP/ RipFz,tot x Fh	
SFz,FC	Azione sismica filo di contatto+pendini	68,67		daN	RipFz,FC/RipFz,tot x Fh	
SFz,tot	Azione sismica trasversale totale	153,92		daN		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI AI CARICHI SISMICI						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
M,SFz,CP	Momento dovuto all'Azione sismica corda portante	549,90		daNm	SFz,CPx(Hcp+d)	
M,SFz,FC	Momento dovuto all'Azione sismica filo di contatto+pendini	357,08		daNm	SFz,FC x(Hfc+d)	
MS,tot	Momento trasversale azioni orizzontali Sismiche totale	906,97			daNm	
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI ECCEZIONALI DA ROTTURA F.C.						
Simbolo	Descrizione	Valore		U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
FT,ecc	Azione dovuta allo strallo di punto fisso indotta dalla rottura dei fili di contatto			daN	n.xTFC x (C/2R) ± n.xTFC x a (1/C)	-(e.c.) + (i.c.)
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI TRASVERSALI ECCEZIONALI DA ROTTURA F.C.						
Simbolo	Descrizione	Valore		U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
MT,tot,ecc	Momento trasversale azioni orizzontali eccezionali totale	0,00			daNm	
CONDIZIONE A2 - ASSE A						
CARICHI VERTICALI						
Simbolo	Descrizione	Valore		U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
Fz,CP	Azione verticale corda portante+eventuale asse punto fisso	94,16		daN	P _{C.P.} x Cm+ Fz _{carp} PF	
Fz,FC	Azione verticale filo di contatto+pendini	94,07		daN	P _{F.C.} x Cm	
Fz,sosp	Azione verticale sospensione	17,00		daN	P _{sosp}	
Fz,tot	Azione verticale totale	205,23		daN		
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI - VENTO +X						
Simbolo	Descrizione	Valore		U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
F _{T,CP}	Azione d'angolo C.P.	-20,45		daN	nc x T _{C.P.} x (C1/2R + C2/2R)+ nc x T _{C.P.} x [(Dp-Dp1)/C1+(Dp-Dp2)/C2]	
F _{T,FC}	Azione d'angolo F.C.	-18,18		daN	nc x T _{F.C.} x (C1/2R + C2/2R)+ nc x T _{F.C.} x [(Dp-Dp1)/C1+(Dp-Dp2)/C2]	
F_{T,tot}	Azione trasversale totale	-38,64		daN		
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI - VENTO -X						
Simbolo	Descrizione	Valore		U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
F_{T,tot}	Azione trasversale totale	-38,64		daN		
CARICHI ORIZZONTALI LONGITUDINALI						
Simbolo	Descrizione	Valore		U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
F _{L,mens,CP}	Azione dovuta alla rotazione della mensola C.P.	-1,57		daN	(F _{T,CP} +W _{T,CP}) x z / (a-x)	z = 0,4m
F _{L,mens,FC}	Azione dovuta alla rotazione della mensola F.C.	-1,39		daN	(F _{T,FC} +W _{T,FC}) x z / (a-x)	z = 0,4m
F_{L,tot}	Azione longitudinale totale	-2,96		daN		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI VERTICALI						
Simbolo	Descrizione	Valore		U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
M _{Fz,CP}	Momento dovuto al peso della C.P.	505,64		daNm	Fz,CP x d _{C.P.}	
M _{Fz,FC}	Momento dovuto al peso del F.C. + pendini	505,17		daNm	Fz,FC x d _{F.C.}	
M _{Fz,sosp}	Momento dovuto al peso della sospensione	91,29		daNm	Fz,sosp x d _{sosp}	
M_{Fz,tot}	Momento trasversale azioni verticali totale	1102,10			daNm	
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI TRASVERSALI - VENTO +X						
Simbolo	Descrizione	Valore		U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
M _{FT,CP}	Momento dovuto all'azione d'angolo C.P.	-131,93		daNm	F _{T,CP} x H _{CP}	
M _{FT,FC}	Momento dovuto all'azione d'angolo F.C.	-94,55		daNm	F _{T,FC} x H _{FC}	
M_{T,tot}	Momento trasversale azioni orizzontali totale	-226,48			daNm	

ELABORATI GENERALI
Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR
maggiorata e ormeggio trefoli

COMMESSA IA7K LOTTO 00 D 18 CODIFICA CL DOCUMENTO LC0000 002 REV. A FOGLIO 46 di 65

vento +X					
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI TRASVERSALI - VENTO -X					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
$M_{T,tot}$	Momento trasversale azioni orizzontali totale vento -X	-226,48		daNm	
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI LONGITUDINALI					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
$M_{L,mens,CP}$	Momento dovuto alla rotazione della mensola	-10,11	daNm	$F_{L,mens,CP} \times H_{CP}$	
$M_{L,mens,FC}$	Momento dovuto alla rotazione della mensola	-7,24	daNm	$F_{L,mens,CP} \times H_{FC}$	
$M_{L,tot}$	Momento longitudinale totale	-17,35		daNm	
CONDIZIONE B - ASSE A					
CARICHI VERTICALI					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
$F_{z,CP}$	Azione verticale corda portante+eventuale asse punto fisso	94,16	daN	$P_{C.P.} \times C_m + F_{Z_{carp}} \times PF$	
$F_{z,FC}$	Azione verticale filo di contatto+pendini	94,07	daN	$P_{F.C.} \times C_m$	
$F_{z,sosp}$	Azione verticale sospensione	17,00	daN	P_{sosp}	
$F_{z,tot}$	Azione verticale totale	205,23	daN		
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI - VENTO +X					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
$F_{T,CP}$	Azione d'angolo C.P.	-20,45	daN	$nc \times T_{C.P.} \times (C1/2R + C2/2R) + nc \times T_{C.P.} \times [(Dp-Dp1)/C1 + (Dp-Dp2)/C2]$	
$F_{T,FC}$	Azione d'angolo F.C.	-18,18	daN	$nc \times T_{F.C.} \times (C1/2R + C2/2R) + nc \times T_{F.C.} \times [(Dp-Dp1)/C1 + (Dp-Dp2)/C2]$	
$W_{T,CP}$	Azione del vento su C.P.	78,72	daN	$W_{C.P.} \times diam_{C.P.} \times C_m$	
$W_{T,FC}$	Azione del vento su F.C.	66,35	daN	$W_{F.C.} \times diam_{F.C.} \times C_m$	
$F_{T,tot}$	Azione trasversale totale	106,44	daN		
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI - VENTO -X					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
$W_{T,CP}$	Azione del vento su C.P.	-78,72	daN	$W_{C.P.} \times diam_{C.P.} \times C_m$	
$W_{T,FC}$	Azione del vento su F.C.	-66,35	daN	$W_{F.C.} \times diam_{F.C.} \times C_m$	
$F_{T,tot}$	Azione trasversale totale	-183,71	daN		
CARICHI ORIZZONTALI LONGITUDINALI					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
$F_{L,mens,CP}$	Azione dovuta alla rotazione della mensola C.P.	-7,60	daN	$(F_{T,CP} + W_{T,CP}) \times z / (a-x)$	$z = 0,4m$
$F_{L,mens,FC}$	Azione dovuta alla rotazione della mensola F.C.	-6,48	daN	$(F_{T,FC} + W_{T,FC}) \times z / (a-x)$	$z = 0,4m$
$F_{l,tot}$	Azione longitudinale totale	-14,08	daN		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI VERTICALI					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
$M_{Fz,CP}$	Momento dovuto al peso della C.P.	505,64	daNm	$F_{z,CP} \times d_{C.P.}$	
$M_{Fz,FC}$	Momento dovuto al peso del F.C. + pendini	505,17	daNm	$F_{z,FC} \times d_{F.C.}$	
$M_{Fz,sosp}$	Momento dovuto al peso della sospensione	91,29	daNm	$F_{z,sosp} \times d_{sosp}$	
$M_{Fz,tot}$	Momento trasversale azioni verticali totale	1102,10		daNm	
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI TRASVERSALI - VENTO +X					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
$M_{FT,CP}$	Momento dovuto all'azione d'angolo C.P.	-131,93	daNm	$F_{T,CP} \times H_{CP}$	
$M_{FT,FC}$	Momento dovuto all'azione d'angolo F.C.	-94,55	daNm	$F_{T,FC} \times H_{FC}$	
$M_{WT,CP}$	Momento dovuto all'azione del vento su C.P.	507,77		daNm	
$M_{WT,FC}$	Momento dovuto all'azione del vento su F.C.	345,04		daNm	
$M_{T,tot}$	Momento trasversale azioni orizzontali totale vento +X	626,34		daNm	
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI TRASVERSALI - VENTO -X					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo

ELABORATI GENERALI
Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR
maggiorata e ormeggio trefoli

COMMESSA IA7K LOTTO 00 D 18 CODIFICA CL DOCUMENTO LC0000 002 REV. A FOGLIO 47 di 65

M _{WT,CP}	Momento dovuto all'azione del vento su C.P.	-507,77		daNm	
M _{WT,FC}	Momento dovuto all'azione del vento su F.C.	-345,04		daNm	
M _{T,tot}	Momento trasversale azioni orizzontali totale vento -X	-1079,29		daNm	
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI LONGITUDINALI					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
M _{L,mens,CP}	Momento dovuto alla rotazione della mensola	-49,02	daNm	F _{L,mens,CP} X H _{CP}	
M _{L,mens,FC}	Momento dovuto alla rotazione della mensola	-33,68	daNm	F _{L,mens,CP} X H _{FC}	
M _{L,tot}	Momento longitudinale totale	-82,70		daNm	
CONDIZIONE C - ASSE A					
CARICHI VERTICALI					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
F _{z,CP}	Azione verticale corda portante+eventuale asse punto fisso	155,76	daN	P _{C,P} X Cm+ F _{Zcarp} PF	
F _{z,FC}	Azione verticale filo di contatto+pendini	155,67	daN	P _{F,C} X Cm	
F _{z,sosp}	Azione verticale sospensione	17,00	daN	P _{sosp}	
F _{z,tot}	Azione verticale totale	328,43	daN		
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI - VENTO +X					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
F _{T,CP}	Azione d'angolo C.P.	-20,45	daN	nc x T _{C,P} x [(C1/2R + C2/2R)+ nc x T _{C,P} x [(Dp-Dp1)/C1+(Dp-Dp2)/C2]	
F _{T,FC}	Azione d'angolo F.C.	-18,18	daN	nc x T _{F,C} x [(C1/2R + C2/2R)+ nc x T _{F,C} x [(Dp-Dp1)/C1+(Dp-Dp2)/C2]	
F _{T,tot}	Azione trasversale totale	-38,64	daN		
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI - VENTO -X					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
F _{T,tot}	Azione trasversale totale	-38,64	daN		
CARICHI ORIZZONTALI LONGITUDINALI					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
F _{L,mens,CP}	Azione dovuta alla rotazione della mensola C.P.	-1,57	daN	(F _{T,CP} +W _{T,CP}) x z / (a-x)	z = 0,4m
F _{L,mens,FC}	Azione dovuta alla rotazione della mensola F.C.	-1,39	daN	(F _{T,FC} +W _{T,FC}) x z / (a-x)	z = 0,4m
F _{L,tot}	Azione longitudinale totale	-2,96	daN		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI VERTICALI					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
M _{Fz,CP}	Momento dovuto al peso della C.P.	836,43	daNm	F _{z,CP} X d _{C,P}	
M _{Fz,FC}	Momento dovuto al peso del F.C. + pendini	835,96	daNm	F _{z,FC} X d _{F,C}	
M _{Fz,sosp}	Momento dovuto al peso della sospensione	91,29	daNm	F _{z,sosp} X d _{sosp}	
M _{Fz,tot}	Momento trasversale azioni verticali totale	1763,68		daNm	
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI TRASVERSALI - VENTO +X					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
M _{FT,CP}	Momento dovuto all'azione d'angolo C.P.	-131,93	daNm	F _{T,CP} X H _{CP}	
M _{FT,FC}	Momento dovuto all'azione d'angolo F.C.	-94,55	daNm	F _{T,FC} X H _{FC}	
M _{T,tot}	Momento trasversale azioni orizzontali totale vento +X	-226,48		daNm	
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI TRASVERSALI - VENTO -X					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
M _{T,tot}	Momento trasversale azioni orizzontali totale vento -X	-226,48		daNm	
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI LONGITUDINALI					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
M _{L,mens,CP}	Momento dovuto alla rotazione della mensola	-10,11	daNm	F _{L,mens,CP} X H _{CP}	
M _{L,mens,FC}	Momento dovuto alla rotazione della mensola	-7,24	daNm	F _{L,mens,CP} X H _{FC}	
M _{L,tot}	Momento longitudinale totale	-17,35		daNm	

ELABORATI GENERALI
**Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
 fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR
 maggiorata e ormeggio trefoli**

COMMESSA IA7K LOTTO 00 D 18 CODIFICA CL DOCUMENTO LC0000 002 REV. A FOGLIO 48 di 65

CONDIZIONE D - ASSE A					
CARICHI VERTICALI					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
F _{z,CP}	Azione verticale corda portante+eventuale asse punto fisso	155,76	daN	$P_{C.P.} \times C_m + F_{z_{carp}} PF$	
F _{z,FC}	Azione verticale filo di contatto+pendini	155,67	daN	$P_{F.C.} \times C_m$	
F _{z,sosp}	Azione verticale sospensione	17,00	daN	P_{sosp}	
F_{z,tot}	Azione verticale totale	328,43	daN		
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI - VENTO +X					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
F _{T,CP}	Azione d'angolo C.P.	-20,45	daN	$nc \times T_{C.P.} \times (C1/2R + C2/2R) + nc \times T_{C.P.} \times [(Dp - Dp1)/C1 + (Dp - Dp2)/C2]$	
F _{T,FC}	Azione d'angolo F.C.	-18,18	daN	$nc \times T_{F.C.} \times (C1/2R + C2/2R) + nc \times T_{F.C.} \times [(Dp - Dp1)/C1 + (Dp - Dp2)/C2]$	
W _{T,CP}	Azione del vento su C.P.	100,44	daN	$W_{C.P.} \times diam_{C.P.} \times C_m$	
W _{T,FC}	Azione del vento su F.C.	98,01	daN	$W_{F.C.} \times diam_{F.C.} \times C_m$	
F_{T,tot}	Azione trasversale totale	159,81	daN		
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI - VENTO -X					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
W _{T,CP}	Azione del vento su C.P.	-100,44	daN	$W_{C.P.} \times diam_{C.P.} \times C_m$	
W _{T,FC}	Azione del vento su F.C.	-98,01	daN	$W_{F.C.} \times diam_{F.C.} \times C_m$	
F_{T,tot}	Azione trasversale totale	-237,08	daN		
CARICHI ORIZZONTALI LONGITUDINALI					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
F _{L,mens,CP}	Azione dovuta alla rotazione della mensola C.P.	-9,26	daN	$(F_{T,CP} + W_{T,CP}) \times z / (a-x)$	z = 0,4m
F _{L,mens,FC}	Azione dovuta alla rotazione della mensola F.C.	-8,90	daN	$(F_{T,FC} + W_{T,FC}) \times z / (a-x)$	z = 0,4m
F_{L,tot}	Azione longitudinale totale	-18,17	daN		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI VERTICALI					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
M _{Fz,CP}	Momento dovuto al peso della C.P.	836,43	daNm	$F_{z,CP} \times d_{C.P.}$	
M _{Fz,FC}	Momento dovuto al peso del F.C. + pendini	835,96	daNm	$F_{z,FC} \times d_{F.C.}$	
M _{Fz,sosp}	Momento dovuto al peso della sospensione	91,29	daNm	$F_{z,sosp} \times d_{sosp}$	
M_{Fz,tot}	Momento trasversale azioni verticali totale	1763,68	daNm		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI TRASVERSALI - VENTO +X					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
M _{F_T,CP}	Momento dovuto all'azione d'angolo C.P.	-131,93	daNm	$F_{T,CP} \times H_{CP}$	
M _{F_T,FC}	Momento dovuto all'azione d'angolo F.C.	-94,55	daNm	$F_{T,FC} \times H_{FC}$	
M _{W_T,CP}	Momento dovuto all'azione del vento su C.P.	647,84	daNm		
M _{W_T,FC}	Momento dovuto all'azione del vento su F.C.	509,64	daNm		
M_{T,tot}	Momento trasversale azioni orizzontali totale vento +X	931,00	daNm		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI TRASVERSALI - VENTO -X					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
M _{W_T,CP}	Momento dovuto all'azione del vento su C.P.	-647,84	daNm		
M _{W_T,FC}	Momento dovuto all'azione del vento su F.C.	-509,64	daNm		
M_{T,tot}	Momento trasversale azioni orizzontali totale vento -X	-1383,95	daNm		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI LONGITUDINALI					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
M _{L,mens,CP}	Momento dovuto alla rotazione della mensola	-59,75	daNm	$F_{L,mens,CP} \times H_{CP}$	
M _{L,mens,FC}	Momento dovuto alla rotazione della mensola	-46,30	daNm	$F_{L,mens,FC} \times H_{FC}$	
M_{L,tot}	Momento longitudinale totale	-106,05	daNm		
CARICHI ECCEZIONALI DA SOSTITUZIONE DEI F.C.					
CARICHI VERTICALI ECCEZIONALI DA SOSTITUZIONE F.C. - ASSE "A"					

ELABORATI GENERALI
**Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
 fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR
 maggiorata e ormeggio trefoli**

COMMESSA IA7K LOTTO 00 D 18 CODIFICA CL DOCUMENTO LC0000 002 REV. A FOGLIO 49 di 65

Fz,FC_ECC	Azione verticale fill di contatto+pendini sostituzione fili	94,07		daN	P _{F.C.} x Cm	-(e.c.) + (i.c.)
FT,tot,ecc	Azione Verticale eccezionale totale	94,07		daN		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI VERTICALI ECCEZIONALI DA SOSTITUZIONE F.C. - ASSE "A"						
MFz,FC_ECC	Momento dovuto all'Azione verticale fill di contatto+pendini sostituzione fili	505,17		daNm	Fz,FC_ECC X d _{fc}	
Mztot,ecc	Momento trasversale azioni orizzontali eccezionali totale	505,17		daNm		
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI ECCEZIONALI DA SOSTITUZIONE F.C. - ASSE "A"						
FT,FC;ECC	Azione d'angolo F.C. eccezionale per sostituzione fili di contatto	-18,18		daN	=F _{T,FC}	
FT,tot,ecc	Azione trasversale eccezionale totale	-18,18		daN		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI TRASVERSALI ECCEZIONALI DA SOSTITUZIONE F.C. - ASSE "A"						
MFT,FC	Momento dovuto all'azione d'angolo ECCEZ. Indotta dalla sostituzione F.C	-94,55		daNm	F _{T,FC.ECC} X H _{FC}	
MT,tot,ecc	Momento trasversale azioni orizzontali eccezionali totale	-94,55		daNm		

Combinazioni di carico NTC 2018									
CMB	Case name	Coeff. Amplif.	Riferimento	N	Fx	Fy	M trasv. MY	M long. Mx	CMB
STR1	G1:C.P.S.	1,30	CMB A1 EN50119	3548,94	-57,95	-4,44	1506,25	-26,03	STR1
	G2:C.P.N.S.	1,50							
STR2-V+X	G1:C.P.S.	1,30	CMB D EN50119	3753,33	461,67	-27,25	5186,89	-159,07	STR2-V+X
	G2:C.P.N.S.	1,50		3753,33	-577,58	-27,25	-225,76	-159,07	STR2-V-X
	Q1: ICE	1,50							
	Q3: WIND X (ICE)	0,90							
STR3-V+X	G1:C.P.S.	1,30	CMB D EN50119	3753,33	764,46	-27,25	6828,99	-159,07	STR3-V+X
	G2:C.P.N.S.	1,50		3753,33	-880,37	-27,25	-1867,86	-159,07	STR3-V-X
	Q1: ICE	0,75							
	Q3: WIND X (ICE)	1,50							
STR4-V+X	G1:C.P.S.	1,30	CMB B EN50119	2890,51	866,46	-21,12	6240,41	-124,06	STR4-V+X
	G2:C.P.N.S.	1,50		2890,51	-982,37	-21,12	-3227,91	-124,06	STR4-V-X
	Q2: WIND X (NO ICE)	1,50							
STR5-V+Y	G1:C.P.S.	1,30	CMB B EN50119	2890,51	-57,95	284,46	1506,25	1343,76	STR5-V+Y
	G2:C.P.N.S.	1,50		2890,51	-57,95	-326,69	1506,25	-1591,87	STR5-V-Y
	Q2: WIND Y (NO ICE)	1,50							
STR6-V+X	G1:C.P.S.	1,30	CMB B EN50119	2890,51	589,13	192,78	4820,16	903,41	STR6-V+X
	G2:C.P.N.S.	1,50		2890,51	-705,04	192,78	-2361,45	903,41	STR6-V-X
	Q2: WIND X (NO ICE)	1,05							
	Q2: WIND Y (NO ICE)	1,05							
STR7	G1:C.P.S.	1,00	CMB A1 EN50119	2529,03	-56,82	-2,96	1414,79	-17,35	STR7
	G2:C.P.N.S.	1,00							
	ECC1	1,00							
SLV1	G1:C.P.S.	1,00	CMB A1 EN50119	2434,96	587,65	184,93	4326,24	979,27	SLV1
	G2:C.P.N.S.	1,00							
	Sisma X	1,00							
	Sisma Y	0,30							
SLV2	G1:C.P.S.	1,00	CMB A1 EN50119	2434,96	587,65	-190,85	4326,24	-1013,98	SLV2
	G2:C.P.N.S.	1,00							
	Sisma X	1,00							

ELABORATI GENERALI
**Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
 fuori standard: sostegno TE in rettilo con DR
 maggiorata e ormeggio trefoli**

COMMESSA IA7K LOTTO 00 D 18 CODIFICA CL DOCUMENTO LC0000 002 REV. A FOGLIO 50 di 65

	Sisma Y	-0,30							
SLV3	G1:C.P.S.	1,00	CMB A1 EN50119	2434,96	-664,93	184,93	-2317,91	979,27	SLV3
	G2:C.P.N.S.	1,00							
	Sisma X	-1,00							
	Sisma Y	0,30							
SLV4	G1:C.P.S.	1,00	CMB A1 EN50119	2434,96	-664,93	-190,85	-2317,91	-1013,98	SLV4
	G2:C.P.N.S.	1,00							
	Sisma X	-1,00							
	Sisma Y	-0,30							
SLV5	G1:C.P.S.	1,00	CMB A1 EN50119	2434,96	149,25	623,33	2000,79	3304,72	SLV5
	G2:C.P.N.S.	1,00							
	Sisma X	0,30							
	Sisma Y	1,00							
SLV6	G1:C.P.S.	1,00	CMB A1 EN50119	2434,96	-226,52	623,33	7,54	3304,72	SLV6
	G2:C.P.N.S.	1,00							
	Sisma X	-0,30							
	Sisma Y	1,00							
SLV7	G1:C.P.S.	1,00	CMB A1 EN50119	2434,96	149,25	-629,25	2000,79	-3339,43	SLV7
	G2:C.P.N.S.	1,00							
	Sisma X	0,30							
	Sisma Y	-1,00							
SLV8	G1:C.P.S.	1,00	CMB A1 EN50119	2434,96	-226,52	-629,25	7,54	-3339,43	SLV8
	G2:C.P.N.S.	1,00							
	Sisma X	-0,30							
	Sisma Y	-1,00							
GEO1-SLU	G1:C.P.S.	1,00	CMB A1 EN50119	3010,20	-50,23	-3,85	1305,42	-22,56	GEO1-SLU
	G2:C.P.N.S.	1,30							
GEO2-SLU	G1:C.P.S.	1,00	CMB D EN50119	3187,34	400,12	-23,62	4495,31	-137,86	GEO2-SLU
	G2:C.P.N.S.	1,30							
	Q1: ICE	1,30							
	Q3: WIND X (ICE)	0,78							
GEO3-SLU	G1:C.P.S.	1,00	CMB D EN50119	3187,34	662,54	-23,62	5918,46	-137,86	GEO3-SLU
	G2:C.P.N.S.	1,30							
	Q1: ICE	0,65							
	Q3: WIND X (ICE)	1,30							
GEO4-SLU	G1:C.P.S.	1,00	CMB B EN50119	2439,56	750,93	-18,30	5408,36	-107,52	GEO4-SLU
	G2:C.P.N.S.	1,30							
	Q2: WIND X (NO ICE)	1,30							
GEO5-SLU	G1:C.P.S.	1,00	CMB B EN50119	2439,56	-50,23	246,53	1305,42	1164,59	GEO5-SLU
	G2:C.P.N.S.	1,30							
	Q2: WIND Y(NO ICE)	1,30							
GEO6-SLU	G1:C.P.S.	1,00	CMB B EN50119	2439,56	510,58	167,08	4177,47	782,96	GEO6-SLU
	G2:C.P.N.S.	1,30							
	Q2: WIND X(NO ICE)	0,91							
	Q2: WIND Y(NO ICE)	0,91							
GEO7-SLU	G1:C.P.S.	1,00	CMB A1 EN50119	2623,10	-56,82	-2,96	1414,79	-17,35	GEO7-SLU
	G2:C.P.N.S.	1,00							

ELABORATI GENERALI
**Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
 fuori standard: sostegno TE in rettilo con DR
 maggiorata e ormeggio trefoli**

COMMESSA IA7K LOTTO 00 D 18 CODIFICA CL DOCUMENTO LC0000 002 REV. A FOGLIO 51 di 65

	ECC1	1,00							
Equ1	G1:C.P.S.	0,90	CMB A1 EN50119	2191,46	-57,95	-4,44	1506,25	-26,03	Equ1
	G2:C.P.N.S.	1,50							
Equ2-V+X	G1:C.P.S.	0,90	CMB D EN50119	2519,47	461,67	-27,25	5186,89	-159,07	Equ2-V+X
Equ2-V-X	G2:C.P.N.S.	1,50		2519,47	-577,58	-27,25	-225,76	-159,07	Equ2-V-X
	Q1: ICE	1,50							
	Q3: WIND X (ICE)	0,90							
Equ3-V+X	G1:C.P.S.	0,90	CMB D EN50119	2314,10	764,46	-27,25	6828,99	-159,07	Equ3-V+X
Equ3-V-X	G2:C.P.N.S.	1,50		2314,10	-880,37	-27,25	-1867,86	-159,07	Equ3-V-X
	Q1: ICE	0,75							
	Q3: WIND X (ICE)	1,50							
Equ4-V+X	G1:C.P.S.	0,90	CMB B EN50119	1796,40	866,46	-21,12	6240,41	-124,06	Equ4-V+X
Equ4-V-X	G2:C.P.N.S.	1,50		1796,40	-982,37	-21,12	-3227,91	-124,06	Equ4-V-X
	Q2: WIND X (NO ICE)	1,50							
Equ5-V+Y	G1:C.P.S.	0,90	CMB B EN50119	1796,40	-57,95	284,46	1506,25	1343,76	Equ5-V+Y
Equ5-V-Y	G2:C.P.N.S.	1,50		1796,40	-57,95	-326,69	1506,25	-1591,87	Equ5-V-Y
	Q2: WIND Y (NO ICE)	1,50							
Equ6-V+X	G1:C.P.S.	0,90	CMB B EN50119	1796,40	589,13	192,78	4820,16	903,41	Equ6-V+X
Equ6-V-X	G2:C.P.N.S.	1,50		1796,40	-705,04	192,78	-1807,67	903,41	Equ6-V-X
	Q2: WIND X (NO ICE)	1,05							
	Q2: WIND Y (NO ICE)	1,05							
Equ7	G1:C.P.S.	0,90	CMB A1 EN50119	2477,28	-56,82	-2,96	1414,79	-17,35	Equ7
	G2:C.P.N.S.	1,00							
	ECC1	1,00							

CARICHI TOT. BASE DEL SOSTEGNO COMB. EN50119 - AMPLIFICATI(1.3)	COND A1	COND A2	COND B	COND C	COND D
CARICHI VERTICALI [daN]	3165,45	2210,69	2594,80	3109,00	3342,58
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI DIR X [daN]	50,23	50,23	743,37	50,23	649,56
CARICHI ORIZZONTALI LONGITUDINALI Y [daN]	3,85	3,85	246,53	3,85	113,73
MOMENTI TRASVERSALI [daN]	1305,42	1305,42	5013,89	2149,82	5496,93
MOMENTI LONGITUDINALI [daN]	22,56	22,56	1164,59	22,56	521,90

11 Schede di verifica del sostegno e del blocco di fondazione

TIPOLOGIA SOSTEGNO : LSU16b - NUMERO SOSTEGNO : Rettifilo
Caratteristiche sezione

descrizione	Simbolo	Valore	U.M.	Formula/Rif. Normativo
Area della sezione	A	48	cm ²	
Modulo elastico dir. X	W _{elz}	566	cm ³	
Modulo elastico dir. Y	W _{ely}	232	cm ³	
Momento inerzia dir. X	J _x	8483	cm ⁴	
Momento inerzia dir. Y	J _y	1850	cm ⁴	
Modulo plastico dir. X	W _{plx}	631	cm ³	
Modulo plastico dir. Y	W _{ply}	276	cm ³	
Area di taglio della sezione UPN	Av	36,24	cm ²	Eq 4.2.19 NTC 2018
Altezza palo fuori terra	hft	9,607	m	
Altezza per calcolo lunghezza libera di inflessione	hc1	6,2	m	Trasversale

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR maggiorata e ormeggio trefoli

COMMESSA
IA7K

LOTTO
00 D 18

CODIFICA
CL

DOCUMENTO
LC0000 002

REV.
A

FOGLIO
52 di 65

Altezza ali UPN	h_f	6,5	cm
spessore ali UPN	t_f	1,1	cm
Altezza anima UPN	h_w	11,5	cm
spessore anima UPN	t_w	0,75	cm
Raggio di curvatura	r	1,05	cm
Costante di warping	I_w	7818,3	cm ⁶

Materiali

Qualità acciaio		S 355 JR	
Modulo elastico	E	21000	N/mm ²
Modulo di taglio	G	80769	N/mm ²
Coefficiente di Poisson	ν	0,3	
Densità	ρ	7850	kg/m ³
Tensione di snervamento caratt.	f_{yk}	355	N/mm ²
Tensione di rottura caratt.	f_{uk}	510	N/mm ²
coeff. Di sicurezza	γ_{ms}	1,10	EN 50119 §6.4.3 tab. 2
Tensione di snervamento di calc.	f_{yd}	322,73	N/mm ²
Tensione di rottura di calc.	f_{ud}	463,64	N/mm ²

CONDIZIONE VENTO +X

1. Verifica di Resistenza

descrizione	Simbolo	U.M.	Formula/Rif. Normativo
Azione normale plastica di calcolo	$N_{pl,Rd}$	15490 9,09	daN $Af_{yk}/\gamma_{Ms} \times 10^{-1}$
limitazione piano x-x		38727, 27	daN $0,25 \times N_{pl,Rd}$
limitazione piano x-x		13917, 61	daN $0,5hwtwfy/\gamma_{Ms} \times 10^{-1}$
limitazione piano y-y		27835, 23	daN $hwtwfy/\gamma_{Ms} \times 10^{-1}$

Verifica combinazione

piano x-x		<i>No contributo azione normale</i>	
piano y-y		<i>No contributo azione normale</i>	
Rapporto	n	0,02	$N_{Ed}/N_{pl,Rd}$
Momento ridotto del contr. Sforzo normale dir. X	$M_{N,x,Rd}$	20364, 09	daNm $W_{pl,x} f_{yk}/\gamma_{Ms}$
Momento ridotto del contr. Sforzo normale dir. Y	$M_{N,y,Rd}$	8907,2 7	daNm $W_{pl,y} \times f_{yk}/\gamma_{Ms}$
Verifica di resistenza		0,35	OK $(M_{x,Ed}/M_{N,x,Rd}) + (M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd}) \leq 1$
Taglio resistente di calcolo	$V_{c,Rd}$	67524 8	daN $(A_v * f_{yk}) / (3^{1/2} * \gamma_{ms})$
Verifica	$V_{ed} < 50\% V_{c,Rd}$		<i>No Taglio</i>

2. Verifica di Stabilità

2.1.1 Direzione x-x

descrizione	Simbolo	U.M.	Formula/Rif. Normativo
Lunghezza libera di inflessione	βx	2	
Carico critico euleriano	$L_{0,x}$	12,4	m
	$N_{cr,x}$	11434 70	$\pi^2 \times E \times J_t / L_{0,x}^2$
Snellezza adimensionale	λx	1,22	$\sqrt{A \times f_{yk} / N_{cr,x}}$
Fattore di imperfezione	α	0,49	Tab. 4.2.VIII NTC 2018
		25,58579 87	$0,5[1 + \alpha(\lambda x - 0,2) + \lambda x^2]$
Coefficiente di riduzione per instabilità compressione	χX	0,4240	$1/\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda x^2} \leq 1$

2.1.2 Direzione y-y

ELABORATI GENERALI
Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR maggiorata e ormeggio trefoli

 COMMESSA
IA7K

 LOTTO
00 D 18

 CODIFICA
CL

 DOCUMENTO
LC0000 002

 REV.
A

 FOGLIO
53 di 65

descrizione	Simbolo		U.M.	Formula/Rif. Normativo
	βy	0,8		
Lunghezza libera di inflessione	$L_{0,y}$	4,96	m	$\beta z \times hc^2$
Carico critico euleriano	$N_{Cr,y}$	15585		$\pi^2 \times E \times J_t / L_{0,y}^2$
		73		
Snellezza adimensionale	λy	1,05		$\sqrt{A \times f_{yk} / N_{Cr,y}}$
Fattore di imperfezione	α	0,49		Tab. 4.2.VIII NTC 2018
	Φ	1,25		$0,5[1+\alpha(\lambda y-0,2)+\lambda y^2]$
Coefficiente di riduzione per instabilità compressione	χy	0,5139		$1/\Phi+\sqrt{\Phi^2-\lambda y^2} \leq 1$
Altezza per calcolo lunghezza libera di inflessione	hc^2	6,2	m	

2.2 Coefficienti riduzione per instabilità a flessione deviata per elementi deformabili torsionalmente

descrizione	Simbolo		U.M.	Formula/Rif. Normativo
	λ_{LTO}	0,40		
	β	0,75		
Aliquota momenti flettenti di estremità	ψ	0,25		
	kc	0,802		$1/(1,33-0,33\psi)$
Coefficiente correttivo	α_{LT}	0,34		Tab. 4.2.IX NTC 2018
Coefficiente che dipende dalle cond. di carico e vincoli	C_1	1,0		Valore unitario conservativo
Coefficiente di lunghezza efficace	k	0,70		
Coefficiente di ingobbamento di un estremo	kw	1,0		Valore unitario conservativo
Distanza ritegni torsionali	L	4,96	m	
Momento critico elastico di instabilità flessio-torsionale	M_{cr}	18470,	daNm	Appendice F ENV 1993-1-1
		88		
Coefficiente di snellezza adimensionale	λ_{LT}	0,67		$\sqrt{W y \times f_{yk} / M_{cr}}$
	f	0,904		$1-0,5(1-kc)[1-2,0(\lambda_{LT}-0,8)^2]$
	Φ_{LT}	0,71		$0,5[1+\alpha_{LT}(\lambda_{LT}-\lambda_{LTO})+\beta \times \lambda_{LT}^2]$
	χ_{LT}	0,98		$1/f \times 1/\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2-\beta \lambda_{LT}^2}$
coefficiente di sicurezza	γ_{m1}	1,1		1,12
Coefficiente correttivo	α_{my}	0,7	$\geq 0,4$	tab. C4.2.VI Circ. n.7/2019
Coefficiente correttivo	α_{mz}	0,7	$\geq 0,4$	tab. C4.2.VI Circ. n.7/2019
Coefficiente correttivo	α_{mLT}	0,7	$\geq 0,4$	tab. C4.2.VI Circ. n.7/2019
coefficiente di interazione	k_{yy}	0,741	\leq	0,732
coefficiente di interazione	k_{yz}	0,450		
coefficiente di interazione	k_{zy}	0,945	\geq	0,948
coefficiente di interazione	k_{zz}	0,749	\leq	0,746

2.3 Verifica a instabilità palo

descrizione	Simbolo		U.M.	Formula/Rif. Normativo
primo termine		0,057		$(N_{ed}-P_{palo}) \times \gamma_{m1} / (\chi_x \times A \times f_{yk}) + P_{palo} \times \gamma_{m1} / (\chi_x \times A \times f_{yk})$
secondo termine		0,279		$k_{yy} \times M_{x,Ed} \times \gamma_{m1} / (\chi_{LT} \times W_x \times f_{yk})$
terzo termine		0,009		$k_{yz} \times M_{y,Ed} \times \gamma_{m1} / (\chi_{LT} \times W_y \times f_{yk})$
somma		0,345	\leq	1 OK
primo termine		0,047		$(N_{ed}-P_{palo}) \times \gamma_{m1} / (\chi_y \times A \times f_{yk}) + P_{palo} \times \gamma_{m1} / (\chi_y \times A \times f_{yk})$
secondo termine		0,362		$k_{zy} \times M_{x,Ed} \times \gamma_{m1} / (\chi_{LT} \times W_x \times f_{yk})$
terzo termine		0,014		$k_{zz} \times M_{y,Ed} \times \gamma_{m1} / (\chi_{LT} \times W_y \times f_{yk})$
somma		0,423	\leq	1 OK

3. Calcolo Strapiombo (Condizione A2)

descrizione	Simbolo		U.M.	Formula/Rif. Normativo
	h_m	5,98	m	
Somma momenti carichi permanenti vert. e orizz.	$M_p + M_H$	1004,1	daNm	
		7		
Forza applicata per calcolo strapiombo	F	167,92	daN	$(M_p + M_H) / h_m$
Freccia provocata dalla forza F	f_0	0,67	cm	$(F \times h_m^3 \times 10^6) / 3 \times E \times I_x$
Strapiombo calcolato alla quota della mensola	S_t	-1,12	mm/m	$-(f_0 \times 10) / h_m$

4. Verifica di Resistenza in combinazione sismica

descrizione	Simbolo		U.M.	Formula/Rif. Normativo
Azione normale plastica di calcolo	$N_{pl,Rd}$	15490	daN	$A f_{yk} / \gamma_{Ms} \times 10^{-1}$

ELABORATI GENERALI
Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR maggiorata e ormeggio trefoli

 COMMESSA
IA7K

 LOTTO
00 D 18

 CODIFICA
CL

 DOCUMENTO
LC0000 002

 REV.
A

 FOGLIO
54 di 65

limitazione piano x-x	9,09 38727,	daN	0,25 x N _{pl,Rd}
limitazione piano x-x	27 13917,	daN	0,5hwtwfy/γ _{M5} x10 ⁻¹
limitazione piano y-y	61 27835,	daN	hwtwfy/γ _{M5} x10 ⁻¹
	23		

Verifica combinazione

piano x-x				<i>No contributo azione normale</i>
piano y-y				<i>No contributo azione normale</i>
Rapporto	n	0,02		N _{Ed} /N _{pl,Rd}
Momento ridotto del contr. Sforzo normale dir. X	M _{N,x,Rd}	20364,	daNm	W _{pl,x} f _{yk} /γ _{M5}
		09		
Momento ridotto del contr. Sforzo normale dir. Y	M _{N,y,Rd}	8907,2	daNm	W _{pl,y} x f _{yk} /γ _{M5}
		7		
Verifica di resistenza		0,47	OK	(M _{x,Ed} /M _{N,x,Rd})+(M _{y,Ed} /M _{N,y,Rd})≤1
Taglio resistente di calcolo	V _{c,Rd}	67524	daN	(A _v * f _{yk}) / (3^(1/2) * γ _{M5})
		8		
Verifica	Ved<50%V _{c,Rd}			<i>No Taglio</i>

5. Verifica di Stabilità in combinazione sismica
5.1.1 Direzione x-x

descrizione	Simbolo	Valore	U.M.	Formula/Rif. Normativo
	β _x	2		
Lunghezza libera di inflessione	L _{0,x}	12,4	m	β _x x hc1
Carico critico euleriano	N _{cr,x}	11434		π ² x E x Jt/L _{0,x} ²
		70		
Snellezza adimensionale	λ _x	1,22	-	√A x f _{yk} / N _{cr,x}
Fattore di imperfezione	α	0,49		Tab. 4.2.VIII NTC 2018
	Φ	1,50		0,5[1+α(λ _x -0,2)+λ _x ²]
Coefficiente di riduzione per instabilità compressione	χ _X	0,4240		1/Φ+√Φ ² -λ _x ² ≤1
Altezza per calcolo lunghezza libera di inflessione	hc1	6,2	m	

5.1.2 Direzione y-y

descrizione	Simbolo	Valore	U.M.	Formula/Rif. Normativo
	β _y	0,8		
Lunghezza libera di inflessione	L _{0,y}	4,96	m	β _y x hc2
Carico critico euleriano	N _{cr,y}	15585		π ² x E x Jt/L _{0,y} ²
		73		
Snellezza adimensionale	λ _y	1,05		√A x f _{yk} / N _{cr,y}
Fattore di imperfezione	α	0,49		Tab. 4.2.VIII NTC 2018
	Φ	1,25		0,5[1+α(λ _y -0,2)+λ _y ²]
Coefficiente di riduzione per instabilità compressione	χ _Y	0,5139		1/Φ+√Φ ² -λ _y ² ≤1
Altezza per calcolo lunghezza libera di inflessione	hc2	6,2	m	

5.2 Coefficienti riduzione per instabilità a flessione deviata per elementi deformabili torsionalmente

descrizione	Simbolo	Valore	U.M.	Formula/Rif. Normativo
	λ _{LTO}	0,40		
	β	0,75		
Aliquota momenti flettenti di estremità	ψ	0,25		
	kc	0,802		1/1,33-0,33ψ
Coefficiente correttivo	α _{LT}	0,34		Tab. 4.2.IX NTC 2018
Coefficiente che dipende dalle cond. di carico e vincoli	C ₁	1,0		Valore unitario conservativo
Coefficiente di lunghezza efficace	k	0,70		
Coefficiente di ingobbamento di un estremo	kw	1,0		Valore unitario conservativo
Distanza ritegni torsionali	L	4,96	m	
Momento critico elastico di instabilità flessor-torsionale	M _{cr}	18470,	daNm	Appendice F ENV 1993-1-1
		88		
Coefficiente di snellezza adimensionale	λ _{LT}	0,67		√Wy x f _{yk} / M _{cr}
	5,98 f	0,904		1-0,5(1-kc)[1-2,0(λ _{LT} -0,8) ²]
	Φ _{LT}	0,71		0,5[1+α _{LT} (λ _{LT} -λ _{LTO})+β x λ _{LT} ²]

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR maggiorata e ormeggio trefoli

COMMESSA
IA7K

LOTTO
00 D 18

CODIFICA
CL

DOCUMENTO
LC0000 002

REV.
A

FOGLIO
55 di 65

coefficiente di sicurezza	χ_{LT}	0,98		$1/f \times 1/\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \lambda_{LT}^2}$	
Coefficiente correttivo	γ_{m1}	1,1			1,12
Coefficiente correttivo	α_{my}	0,7	$\geq 0,4$	tab. C4.2.VI Circ. n.7/2019	
Coefficiente correttivo	α_{mz}	0,7	$\geq 0,4$	tab. C4.2.VI Circ. n.7/2019	
Coefficiente correttivo	α_{mLT}	0,7	$\geq 0,4$	tab. C4.2.VI Circ. n.7/2019	
coefficiente di interazione	k_{yy}	0,726	\leq	0,721	NO
coefficiente di interazione	k_{yz}	0,439			
coefficiente di interazione	k_{zy}	0,964	\geq	0,966	
coefficiente di interazione	k_{zz}	0,732	\leq	0,730	NO

5.3 Verifica a instabilità palo

descrizione	Simbolo	Valore	U.M.	Formula/Rif. Normativo	
primo termine		0,037		$(N_{Ed} - P_{palo}) \times \gamma_{m1} / (\chi_y \times A \times f_{yk}) + P_{palo} \times \gamma_{m1} / (\chi_x \times A \times f_{yk})$	
secondo termine		0,081		$k_{yy} \times M_{t,Ed} \times \gamma_{m1} / (\chi_{LT} \times W_x \times f_{yk})$	
terzo termine		0,178		$k_{yz} \times M_{l,Ed} \times \gamma_{m1} / (\chi_{LT} \times W_y \times f_{yk})$	
somma		0,296	\leq	1	OK
primo termine		0,031		$(N_{Ed} - P_{palo}) \times \gamma_{m1} / (\chi_x \times A \times f_{yk}) + P_{palo} \times \gamma_{m1} / (\chi_y \times A \times f_{yk})$	
secondo termine		0,108		$k_{zy} \times M_{t,Ed} \times \gamma_{m1} / (\chi_{LT} \times W_x \times f_{yk})$	
terzo termine		0,296		$k_{zz} \times M_{l,Ed} \times \gamma_{m1} / (\chi_{LT} \times W_y \times f_{yk})$	
somma		0,435	\leq	1	OK

CONDIZIONE VENTO -X

1. Verifica di Resistenza

descrizione	Simbolo	Valore	U.M.	Formula/Rif. Normativo
Azione normale plastica di calcolo	$N_{Pl,Rd}$	15490	daN	$A f_{yk} / \gamma_{Ms} \times 10^{-1}$
		9,09		
limitazione piano x-x		38727,	daN	$0,25 \times N_{Pl,Rd}$
		27		
limitazione piano x-x		13917,	daN	$0,5 h w t w f y / \gamma_{Ms} \times 10^{-1}$
		61		
limitazione piano y-y		27835,	daN	$h w t w f y / \gamma_{Ms} \times 10^{-1}$
		23		

Verifica combinazione

piano x-x		No contributo azione normale		
piano y-y		No contributo azione normale		
Rapporto	n	0,02		$N_{Ed} / N_{pl,Rd}$
Momento ridotto del contr. Sforzo normale dir. X	$M_{N,x,Rd}$	20364,	daNm	$W_{pl,x} f_{yk} / \gamma_{Ms}$
		09		
Momento ridotto del contr. Sforzo normale dir. Y	$M_{N,y,Rd}$	8907,2	daNm	$W_{pl,y} \times f_{yk} / \gamma_{Ms}$
		7		
Verifica di resistenza		0,25	OK	$(M_{x,Ed} / M_{N,x,Rd}) + (M_{y,Ed} / M_{N,y,Rd}) \leq 1$
Taglio resistente di calcolo	$V_{c,Rd}$	67524	daN	$(A_v \times f_{yk}) / (3^{(1/2)} \times \gamma_{ms})$
		8		
Verifica	$V_{ed} < 50\% V_{c,Rd}$			No Taglio

2. Verifica di Stabilità

2.1.1 Direzione x-x

descrizione	Simbolo	Valore	U.M.	Formula/Rif. Normativo
Lunghezza libera di inflessione	βx	2		
Carico critico euleriano	$L_{0,x}$	12,4	m	$\beta x \times h c 1$
	$N_{Cr,x}$	11434		$\pi^2 \times E \times J_t / L_{0,x}^2$
		70		
Snellezza adimensionale	λx	1,22	-	$\sqrt{A \times f_{yk} / N_{Cr,x}}$
Fattore di imperfezione	α	0,49		Tab. 4.2.VIII NTC 2018
	Φ	1,50		$0,5 [1 + \alpha (\lambda x - 0,2) + \lambda x^2]$
Coefficiente di riduzione per instabilità compressione	χX	0,4240		$1 / \Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda x^2} \leq 1$

2.1.2 Direzione y-y

descrizione	Simbolo	Valore	U.M.	Formula/Rif. Normativo
	βy	0,8		

ELABORATI GENERALI
Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR maggiorata e ormeggio trefoli

 COMMESSA
 IA7K

 LOTTO
 00 D 18

 CODIFICA
 CL

 DOCUMENTO
 LC0000 002

 REV.
 A

 FOGLIO
 56 di 65

Lunghezza libera di inflessione	$L_{0,y}$	4,96	m	$\beta z \times hc^2$
Carico critico euleriano	$N_{cr,y}$	15585		$\pi^2 \times E \times Jt / L_{0,y}^2$
		73		
Snellezza adimensionale	λ_y	1,05		$\sqrt{A \times f_{yk} / N_{cr,y}}$
Fattore di imperfezione	α	0,49		Tab. 4.2.VIII NTC 2018
	Φ	1,25		$0,5[1+\alpha(\lambda_y-0,2)+\lambda_y^2]$
Coefficiente di riduzione per instabilità compressione	χ_y	0,5139		$1/\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda_y^2} \leq 1$
Altezza per calcolo lunghezza libera di inflessione	hc^2	6,2	m	

2.2 Coefficienti riduzione per instabilità a flessione deviata per elementi deformabili torsionalmente

descrizione	Simbolo	U.M.	Formula/Rif. Normativo	
	λ_{LTO}	0,40		
	β	0,75		
Aliquota momenti flettenti di estremità	ψ	0,25		
	kc	0,802		$1/1,33-0,33\psi$
Coefficiente correttivo	α_{LT}	0,34		Tab. 4.2.IX NTC 2018
Coefficiente che dipende dalle cond. di carico e vincoli	C_1	1,0		Valore unitario conservativo
Coefficiente di lunghezza efficace	k	0,70		
Coefficiente di ingobbamento di un estremo	kw	1,0		Valore unitario conservativo
Distanza ritegni torsionali	L	4,96	m	
Momento critico elastico di instabilità flessio-torsionale	M_{cr}	18470,	daNm	Appendice F ENV 1993-1-1
		88		
Coefficiente di snellezza adimensionale	λ_{LT}	0,67		$\sqrt{W_y \times f_{yk} / M_{cr}}$
	f	0,904		$1-0,5(1-kc)[1-2,0(\lambda_{LT}-0,8)^2]$
	Φ_{LT}	0,71		$0,5[1+\alpha_{LT}(\lambda_{LT}-\lambda_{LTO})+\beta \times \lambda_{LT}^2]$
	χ_{LT}	0,98		$1/f \times 1/\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \lambda_{LT}^2}$
coefficiente di sicurezza	γ_{m1}	1,1		1,12
Coefficiente correttivo	α_{my}	0,7	$\geq 0,4$	tab. C4.2.VI Circ. n.7/2019
Coefficiente correttivo	α_{mz}	0,7	$\geq 0,4$	tab. C4.2.VI Circ. n.7/2019
Coefficiente correttivo	α_{mLT}	0,7	$\geq 0,4$	tab. C4.2.VI Circ. n.7/2019
coefficiente di interazione	k_{yy}	0,731	\leq	0,725
coefficiente di interazione	k_{yz}	0,443		
coefficiente di interazione	k_{zy}	0,958	\geq	0,960
coefficiente di interazione	k_{zz}	0,738	\leq	0,736
				NO

2.3 Verifica a instabilità palo

descrizione	Simbolo	U.M.	Formula/Rif. Normativo	
primo termine		0,044		$(N_{ed}-P_{palo}) \times \gamma_{m1} / (\chi_x \times A \times f_{yk}) + P_{palo} \times \gamma_{m1} / (\chi_x \times A \times f_{yk})$
secondo termine		0,061		$k_{yy} \times M_{x,Ed} \times \gamma_{m1} / (\chi_{LT} \times W_x \times f_{yk})$
terzo termine		0,086		$k_{yz} \times M_{y,Ed} \times \gamma_{m1} / (\chi_{LT} \times W_y \times f_{yk})$
somma		0,191	\leq	1 OK
primo termine		0,036		$(N_{ed}-P_{palo}) \times \gamma_{m1} / (\chi_y \times A \times f_{yk}) + P_{palo} \times \gamma_{m1} / (\chi_y \times A \times f_{yk})$
secondo termine		0,081		$k_{zy} \times M_{x,Ed} \times \gamma_{m1} / (\chi_{LT} \times W_x \times f_{yk})$
terzo termine		0,142		$k_{zz} \times M_{y,Ed} \times \gamma_{m1} / (\chi_{LT} \times W_y \times f_{yk})$
somma		0,259	\leq	1 OK

3. Calcolo Strapiombo (Condizione A2)

descrizione	Simbolo	U.M.	Formula/Rif. Normativo
Quota di attacco della mensola	h_m	5,98	m
Somma momenti carichi permanenti vert. e orizz.	$M_p + M_H$	1004,1	daNm
		7	
Forza applicata per calcolo strapiombo	F	167,92	daN
Freccia provocata dalla forza F	f_0	0,67	cm
Strapiombo calcolato alla quota della mensola	S_t	-1,12	mm/m
			$-(f_0 \times 10)/h_m$

BLOCCO DI FONDAZIONE : B3
Materiali - CLS

descrizione	Simbolo	Valore	U.M.	Formula/Rif. Normativo
Resistenza a compressione cilindrica	f_{ck}	25	N/mm ²	

ELABORATI GENERALI
Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR maggiorata e ormeggio trefoli

COMMESSA IA7K LOTTO 00 D 18 CODIFICA CL DOCUMENTO LC0000 002 REV. A FOGLIO 57 di 65

Coefficiente di sicurezza cls per calcestruzzo non armato	γ_c	1,5		par. 4.1.2 NTC2018
	acpl e acptl	1,0		Per blocchi armati valore 1,0
Resistenza a compressione di calcolo	fcd	16,67	N/mm ²	$\alpha_{cc} \times acpl \times f_{ck} / \gamma_c$; $\alpha_{cc} = 0,85$
Resistenza caratteristica cilindrica media	fcm	33	N/mm ²	fck+8
Resistenza caratteristica a trazione	fctk	1,80	N/mm ²	$0,7 \times 0,3 \times f_{ck}^{2/3}$
Resistenza di calcolo a trazione	fctd	1,20	N/mm ²	acptl x fctk / γ_c
Modulo elastico	Ecm	31476	N/mm ²	$22000 \times (f_{cm}/10)^{0,3}$
Peso specifico CLS	γ_{cls}	25	kN/m ³	Tabella 3.1.I NTC2018

Materiali - Armatura

descrizione	Simbolo	Valore	U.M.	Formula/Rif. Normativo
	Blocco Armato	SI		
Tensione di snervamento armatura	f _{yk}	450,00	N/mm ²	Par. 11.3.2.1 NTC2018
Coefficiente di sicurezza acciaio da armatura	γ_s	1,15		
Tensione di snervamento armatura di calcolo	f _{yd}	391,30	N/mm ²	f _{yk} / γ_s

Terreno di Fondazione

descrizione	Simbolo	Valore	U.M.	Formula/Rif. Normativo
Altezza Strato	h	3,0		
Peso di unità di volume naturale	γ_d	19	kN/m ³	
Coesione drenata efficace	c'	0,0		
Coesione non drenata	c _u	0,0		
Angolo di resistenza a taglio terreno	ϕ'	25	°	

Dimensioni Blocco di Fondazione

descrizione	Simbolo	Valore	U.M.	Formula/Rif. Normativo
Dimensione fondazione trasv. Binario	A	2,50	m	Dis. E64865
Dimensione fondazione long. Binario	B	1,90	m	Dis. E64865
Altezza fondazione	C	1,10	m	Dis. E64865
Dimensione baggiolo trav. Binario	A1	0,80	m	Dis. E64865
Dimensione baggiolo long. Binario	B1	0,80	m	Dis. E64865
Altezza baggiolo (risega per blocco rilevato)	C1	0,50	m	Dis. E64865
Profondità di interrimento blocco	D _f	1,35	m	C + (C1/2) ; C+0,17 per Rilevato
Area di base blocco di fondazione	A _b	4,75	m ²	A x B
Volume blocco di fondazione	V	5,4	m ³	V _{min} Dis. E64865
Peso blocco di fondazione	P _b	134,5	kN	$\gamma_{cls} \times V$
Eccentricità carico	E _{ccx}	0,45	m	

VERIFICHE GEOTECNICHE
CONDIZIONE VENTO +X
1. Verifica a Ribaltamento - NTC2018+ CEI EN 50119

descrizione	Simbolo	Valore	U.M.	Formula/Rif. Normativo
Momento ribaltante di calcolo direzione trasversale	M _{rib,T}	84,38	kNm	$M_T + (T_T \times (C1+C)) + MSa,T$
Coefficiente di spinta passiva	k _p	2,07		$[(1 + \text{sen}(\arctang(\text{tang } \phi'/1,25)))/(1 - \text{sen}(\arctang(\text{tang } \phi'/1,25)))]$
Spinta passiva del terreno direzione trasversale	S _{p,T}	45,31	kN	$1/2 k_p \times \gamma_d \times C^2 \times B$
Spinta attiva del terreno direzione trasversale	S _{a,T}	10,53	kN	$1/2 \times \gamma_d \times C^2 \times B / k_p$
Momento resistente dovuto alla spinta passiva dir trasv	M _{sp,T}	16,61	kNm	C/3 x S _p
Momento ribaltante dovuto alla spinta attiva dir trasversale	M _{sa,T}	3,86	kNm	C/3 x S _a
Momento resistente totale direzione trasversale	M _{res,T}	187,84	kNm	$[Ned \times A2] + (AxBxCx\gamma_{cls}) \times (A/2) \times 0,9 + ((A1xB1xC1x\gamma_{cls})) \times A2 \times 0,9 + M_{sp,T}; [Ned \times (A-A2) + (AxBxCx\gamma_{cls})] \times (A/2) \times 0,9$

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR maggiorata e ormeggio trefoli

COMMESSA
IA7K

LOTTO
00 D 18

CODIFICA
CL

DOCUMENTO
LC0000 002

REV.
A

FOGLIO
58 di 65

					$+(A_1 \times B_1 \times C_1 \times g_{cls}) \times (A - A_2) \times 0,9 + M_{sp}, T^*$
					ContrTerreno
	η_t	0,449			$M_{rib}, T / (M_{res}, T)$
Momento ribaltante di calcolo direzione long	M_{rib}, L	-7,11	kNm		$M_L + (T_L \times (C_1 + C)) + M_{sa}, L$
Coefficiente di spinta passiva	k_p	2,07			$[(1 + \text{sen}(\arctang(\text{tang } \phi' / 1,25))) / (1 - \text{sen}(\arctang(\text{tang } \phi' / 1,25)))]$
Spinta passiva del terreno direzione longitudinale	S_p, L	59,62	kN		$1/2 k_p \times \gamma_d \times C^2 \times A$
Spinta attiva del terreno direzione longitudinale	S_a, L	13,85	kN		$1/2 \times \gamma_d \times C^2 \times A / k_p$
Momento resistente dovuto alla spinta passiva dir long	M_{sp}, L	21,86	kNm		$C/3 \times S_p$
Momento ribaltante dovuto alla spinta attiva dir longitudinale	M_{sa}, L	-5,08	kNm		$C/3 \times S_a$
Momento resistente totale direzione long	M_{res}, L	158,84	kNm		$[N_{ed} + P_b \times 0,9] \times (B/2) + M_{sp}, L$
Verifica	η_L	0,49			$M_{rib}, L / (M_{res}, L)$
		OK			$M_{rib}, T / M_{res}, T + M_{rib}, L / M_{res}, L \leq 1$

2. Verifica a Scorrimento (Approccio 2 A1-M1-R3) - NTC2018

descrizione	Simbolo	Valore	U.M.	Formula/Rif. Normativo
Coefficiente di attrito fondazione - terreno	δ	16,67		$2/3 \phi'$
Azione verticale di calcolo	N_{ed}	2890,5	N	$\gamma_{G1} \times (N_{ed, min})$
Forza resistente	F_r	46,92	kN	$(N_{ed} + \gamma_{G1} \times P_b) \times \tan \delta$
Azione di taglio di calcolo - direzione trasversale	F_s	8,67	kN	(T_{ris})
Verifica	η_t	5,41		$(F_r / F_s) > 1,1$
		OK		Tabella 6.4.I NTC2018

3. Carico Limite del terreno (Approccio 2 A1-M1-R3) - NTC2018

descrizione	Simbolo	Valore	U.M.	Formula/Rif. Normativo
Azione verticale di calcolo	N_{ed}	37,53	kN	N_{ed}
Azione di taglio in direzione trasversale	T_T	7,64	kN	T_T
Momento flettente trasversale	M_T	68,29	kNm	M_T
Azione di taglio in direzione longitudinale	T_L	-0,27	kN	T_L
Momento flettente longitudinale	M_L	-1,59	kNm	M_L
Momento ribaltante di calcolo direzione trasversale	M_{rib}, T	84,38	kNm	$M_T + [T_T \times (C + C_1)] + M_{sa}, T$
Momento ribaltante di calcolo direzione longitudinale	M_{rib}, L	-7,11	kNm	$M_L + [T_L \times (C + C_1)] + M_{sa}, L$
Momento resistente dovuto al contributo del terreno	M_t	8,31	kNm	$(\gamma_{2d} \times k_p \times (B \times C^3 / 6)) \times 0,5$ vedi E64864 rev C
eccentricità in direzione trasversale	e_T	0,54	m	$(M_{Ttot} - M_t + N_{ed} \times \text{eccx}) / [P_b + N_{ed}]$
eccentricità in direzione longitudinale	e_L	0,00	m	$(M_{Ltot} - M_t) / [P_b + N_{ed}]$
Base equivalente	B'	1,90	m	$B - 2e_L$
Base equivalente	A'	1,42	m	$A - 2e_T$
Fattore di capacità portante	N_q	10,66		$\tan^2(\pi/4 + \phi'/2) e^{\pi \tan \phi'}$
Fattore di capacità portante	N_c	20,72		$(N_q - 1) / \tan \phi'$
Fattore di capacità portante	N_γ	10,88		$2 \times (N_q + 1) \times \tan \phi'$
Fattore di forma	s_c	1,56		$1 + 0,2 \times (B'/A') \times K_p$
Fattore di forma	s_q	1,28		$1 + 0,1 \times (B'/A') \times K_p$
Fattore di forma	s_γ	1,28		s_q
Fattore di affondamento	d_c	1,57		$d_q \times (1 - d_q) / (N_c \times \tan \phi')$
Fattore di affondamento	d_q	1,52		$1 + 2 \times \tan \phi' \times (1 - \sin \phi')^2 \times 1 / \tan(D_f/A)$
Fattore di affondamento	d_γ	1,00		
Sovraccarico laterale	q_0'	25,65	kN/m ²	$\gamma_{2d} \times (C + C_1/2)$
Carico limite Fondazione	q_{lim}	718,06	kN/m ²	$c' N_c D c_{sc} + q_0' N_q D q_{sq} + 0,5 \gamma A' N_\gamma D \gamma_{sy}$
Carico limite Fondazione	F_{zlim}	1936,2	kN	$q_{lim} \times A' \times B'$
		7		
Fattore di sicurezza capacità portante	FC	11,26		$F_{zlim} / [(N_{ed} + P_b) / A' \times B']$
		>2,3		Tabella 6.4.I NTC2018
		OK		

4. Rottura del Collare - SOLO PALI M E LS INFISSI NEL BLOCCO

Tale verifica consiste nel valutare la forza di trazione agente nel cuneo di calcestruzzo e verificare che sia inferiore alla sua resistenza a trazione

descrizione	Simbolo	Valore	U.M.	Formula/Rif. Normativo
-------------	---------	--------	------	------------------------

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR maggiorata e ormeggio trefoli

COMMESSA
IA7K

LOTTO
00 D 18

CODIFICA
CL

DOCUMENTO
LC0000 002

REV.
A

FOGLIO
59 di 65

Diametro palo	dp	cm	dp
Altezza in pianta cuneo	Hc	cm	
Infissione palo	t	cm	
Lunghezza cuneo	L	cm	$dp+2 \times Hc \times \tan 30^\circ$
Braccio forze interne	z	cm	$2/3 \times t$
Forza di trazione	Hu	kN	$3/2 \times (M_T/t) + 1/4 \times T_T$
Forza di compressione	H0	kN	$3/2 \times (M_T/t) + 5/4 \times T_T$
Azione di trazione agente su cuneo a 30°	Tc	kN	$Hu/2/\cos 30^\circ$
Lato frattura a 30°	Lc	cm	$Hc/\cos 30^\circ$
Altezza zona di trazione	Tt	cm	$t/2$
Tensione media su ciascun piano di rottura	σ_m	MPa	$Tc/(t \times Lc)$
Tensione massima di trazione	σ_t	MPa	$Tc/(t \times Lc/2)$

<fctd

VERIFICHE GEOTECNICHE IN COMBINAZIONE SISMICA

5. Verifica a Ribaltamento - NTC2018+ CEI EN 50119

descrizione	Simbolo	Valore	U.M.	Formula/Rif. Normativo
Momento ribaltante di calcolo direzione trasversale	Mrib,T	33,17	kNm	$M_T + (T_T \times (C1+C)) + MSa,T + c \times MSi,BI$
Coefficiente di spinta passiva	kp	3,24		Kpe
Spinta passiva del terreno direzione trasversale	Sp,T	64,21	kN	$1/2 \times kp \times (1-kv) \times \gamma_d \times C^2 \times B$
Spinta attiva del terreno direzione trasversale	Sa,T	13,01	kN	$1/2 \times \gamma_d \times C^2 \times B \times ka (1+kv)$
	kh	0,19		$\beta \text{ ag/g}$
	kv	0,09		$0,5 \times kh$
Spinta inerziale sismica blocco	Si,BI	25,02		Pbl x Kh
Momento ribaltante dovuto alla spinta inerziale blocco	Msi,BI	20,01	kNm	$(C+C1)/2 \times Si,BI$
Momento resistente dovuto alla spinta passiva dir trasv	Msp,T	23,55	kNm	$C/3 \times Sp$
Momento ribaltante dovuto alla spinta attiva dir trasversale	Msa,T	4,77	kNm	$C/3 \times Sa$
Momento resistente totale direzione trasversale	Mres,T	195,74	kNm	$[Ned \times A2] + (AxBxCx\gamma c1s) \times (A/2) \times 0,9 + ((A1xB1xC1x\gamma c1s) \times A2 \times 0,9 + Msp,T) + [Ned \times (A-A2) + (AxBxCx\gamma c1s) \times (A/2) \times 0,9 + ((A1xB1xC1x\gamma c1s) \times (A-A2) \times 0,9 + Msp,T) \times \text{ContrTerreno}]$
	η_t	0,169		$Mrib,T/(Mres,T)$
Momento ribaltante di calcolo direzione long	Mrib,L	-69,75	kNm	$M_L + (T_L \times (C1+C)) + MSa,L \times cyMSi,BI$
Coefficiente di spinta attiva	ka	0,55		kae
Spinta passiva del terreno direzione longitudinale	Sp,L	84,49	kN	$1/2 \times kp(1-kv) \times \gamma_d \times C^2 \times A \times \text{ContTerreno}$
Spinta attiva del terreno direzione longitudinale	Sa,L	17,12	kN	$1/2 \times \gamma_d \times C^2 \times A \times ka \times (1+kv)$
Momento resistente dovuto alla spinta passiva dir long	Msp,L	30,98	kNm	$C/3 \times Sp$
Momento ribaltante dovuto alla spinta attiva dir longitudinale	Msa,L	-6,28	kNm	$C/3 \times Sa$
Momento resistente totale direzione long	Mres,L	169,11	kNm	$[Ned + Pb \times 0,9] \times (B/2) + Msp,L$
	η_L	0,412		$Mrib,L/(Mres,L)$
Verifica		0,58		$Mrib,T/Mres,T + Mrib,L/Mres,L \leq 1$
		OK		

6. Verifica a Scorrimento (Approccio 2 SIS-M1-R3) - NTC2018

descrizione	Simbolo	Valore	U.M.	Formula/Rif. Normativo
Coefficiente di attrito fondazione - terreno	δ	16,67		$2/3 \phi'$
Azione verticale di calcolo	N _{Ed}	2435,0	N	(N _{Ed})
Forza resistente	Fr	47,56	kN	$(N_{Ed} + \gamma_{G1} \times Pb) \times \tan \delta$
Azione di taglio di calcolo - direzione trasversale	Fs	6,92	kN	T _{ris}
Verifica	η_t	6,87		$(Fr/Fs) > 1,1$
		OK		Tabella 6.4.I NTC2018

7. Carico Limite del terreno (Approccio 2 SIS-M1-R3) - NTC2018

descrizione	Simbolo	Valore	U.M.	Formula/Rif. Normativo
Azione verticale di calcolo	N _{Ed}	24,35	kN	N _{Ed}

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR maggiorata e ormeggio trefoli

COMMESSA IA7K LOTTO 00 D 18 CODIFICA CL DOCUMENTO LC0000 002 REV. A FOGLIO 60 di 65

Azione di taglio in direzione trasversale	T_T	1,49	kN	T_T
Momento flettente trasversale	M_T	20,01	kNm	M_T
Azione di taglio in direzione longitudinale	T_L	-6,29	kN	T_L
Momento flettente longitudinale	M_L	-33,39	kNm	M_L
Momento ribaltante di calcolo direzione trasversale	$M_{rib,T}$	34,68	kNm	$M_T + [T_T \times (C+C1)] + M_{Si,Bl} \times c_x + M_{Sa,T}$
Momento ribaltante di calcolo direzione longitudinale	$M_{rib,L}$	-68,25	kNm	$M_L + [T_L \times (C+C1)] + M_{Si,Bl} \times c_y + M_{Sa,L}$
Momento resistente dovuto al contributo del terreno	M_t	11,77	kNm	$(\gamma_{2d} \times k_p(1-K_v) \times (B \times C^3/6) \times 0,5)$ -vedi E64864 rev c
eccentricità in direzione trasversale	e_T	0,21	m	$(M_T - M_t + N_{ed} \times ecc_x) / [P_b + N_{ed}]$
eccentricità in direzione longitudinale	e_L	-0,36	m	$(M_L - M_t) / [P_b + N_{ed}]$
Base equivalente	B'	1,19	m	$B - 2e_L$
Base equivalente	A'	2,07	m	$A - 2e_T$
Fattore di capacità portante	N_q	10,66		$\tan^2(\pi/4 + \phi'/2) e^{\pi \tan \phi'}$
Fattore di capacità portante	N_c	20,72		$(N_q - 1) / \tan \phi'$
Fattore di capacità portante	N_γ	10,88		$2 \times (N_q + 1) \times \tan \phi'$
Fattore di forma	s_c	1,23		$1 + 0.2 \times (B'/A') \times K_p$
Fattore di forma	s_q	1,12		$1 + 0.1 \times (B'/A') \times K_p$
Fattore di forma	s_γ	1,12		s_q
Fattore di affondamento	d_c	1,57		$d_q(1-d_q) / (N_c \times \tan \phi')$
Fattore di affondamento	d_q	1,52		$1 + 2 \times \tan \phi' \times (1 - \sin \phi')^2 \times 1 / \tan(D_f/A)$
Fattore di affondamento	d_γ	1,00		
Sovraccarico laterale	q_0'	25,65	kN/m ²	$\gamma_{2d} \times (C+C1/2)$
Carico limite Fondazione	q_{lim}	702,57	kN/m ²	$c'N_cD_{csc} + q_0'N_qD_{qsq} + 0,5\gamma A'N_\gamma D_{\gamma sq}$
Carico limite Fondazione	Fz_{lim}	1732,18	kN	$q_{lim} \times A' \times B'$
Fattore di sicurezza capacità portante	FC	10,90		$Fz_{lim} / [(N_{ed} + P_b) / A' \times B']$
		>2,3	OK	Tabella 6.4.I NTC2018

8. Rottura del Collare - SOLO PALI M E LS INFISSI NEL BLOCCO COMBINAZIONE SISMICA

Tale verifica consiste nel valutare la forza di trazione agente nel cuneo di calcestruzzo e verificare che sia inferiore alla sua resistenza a trazione

descrizione	Simbolo	Valore	U.M.	Formula/Rif. Normativo
Diametro palo	d_p		cm	d_p
Altezza in pianta cuneo	H_c		cm	
Infissione palo	t		cm	
Lunghezza cuneo	L		cm	$d_p + 2 \times H_c \times \tan 30^\circ$
Braccio forze interne	z		cm	$2/3t$
Momento agente	M_T		kNm	$M_{ed} + M_{si,Bl}$
Forza di Taglio agente	T_T		kN	$T_{ed} + S_{i,Bl}$
Forza di Trazione	H_u		kN	$3/2 \times (M_T/t) + 1/4 \times T_T$
Forza di compressione	H_0		kN	$3/2 \times (M_T/t) + 5/4 \times T_T$
Azione di trazione agente su cuneo a 30°	T_c		kN	$H_u / \cos 30^\circ$
Lato frattura a 30°	L_c		cm	$H_c / \cos 30^\circ$
Altezza zona di trazione	t_t		cm	$t/2$
Tensione media su ciascun piano di rottura	σ_m		MPa	$T_c / (t_t \times L_c)$
Tensione massima di trazione	σ_t		MPa	$T_c / (t_t \times 1/2 \times L_c)$

<fctd

VERIFICHE GEOTECNICHE

CONDIZIONE VENTO -X

1. Verifica a Ribaltamento - NTC2018+ CEI EN 50119

descrizione	Simbolo	Valore	U.M.	Formula/Rif. Normativo
Momento ribaltante di calcolo direzione trasversale	$M_{rib,T}$	-51,86	kNm	$M_T + (T_T \times (C1+C)) + M_{Sa,T}$
Coefficiente di spinta passiva	k_p	2,07		$[(1 + \sin(\arctan(\tan \phi'/1,25)))] / (1 - \sin(\arctan(\tan \phi'/1,25)))]$
Spinta passiva del terreno direzione trasversale	$S_{p,T}$	45,31	kN	$1/2 k_p \times \gamma_d \times C^2 \times B$
Spinta attiva del terreno direzione trasversale	$S_{a,T}$	10,53	kN	$1/2 \times \gamma_d \times C^2 \times B / k_p$
Momento resistente dovuto alla spinta passiva dir trasv	$M_{sp,T}$	16,61	kNm	$C/3 \times S_p$

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR
maggiorata e ormeggio trefoli

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
IA7K 00 D 18 CL LC0000 002 A 61 di 65

Momento ribaltante dovuto alla spinta attiva dir trasversale	Msa,T	-3,86	kNm	C/3 x Sa
Momento resistente totale direzione trasversale	Mres,T	189,73	kNm	[Ned x A2] + (AxBxCxγcls) x (A/2) x 0,9 + ((A1xB1xC1xγcls) x A2 x 0,9 + Msp,T) / [Ned x (A-A2) + (AxBxCxγcls) x (A/2) x 0,9 + ((A1xB1xC1xγcls) x (A-A2) x 0,9 + Msp,T* ContrTerreno Mrib,T/(Mres,T)]
Momento ribaltante di calcolo direzione long	Mrib,L	-6,66	kNm	M _L + (T _L x (C1+C)) + Msa,L
Coefficiente di spinta passiva	kp	2,07		[(1+sen(arc tang(tang φ'/1,25)))/(1-sen(arc tang(tang φ'/1,25)))]
Spinta passiva del terreno direzione longitudinale	Sp,L	59,62	kN	1/2kp x γ _d x C ² x A
Spinta attiva del terreno direzione longitudinale	Sa,L	13,85	kN	1/2x γ _d x C ² x A / kp
Momento resistente dovuto alla spinta passiva dir long	Msp,L	21,86	kNm	C/3 x Sp
Momento ribaltante dovuto alla spinta attiva dir longitudinale	Msa,L	-5,08	kNm	C/3 x Sa
Momento resistente totale direzione long	Mres,L	153,92	kNm	[Ned+ Pb x 0,9] x (B/2) + Msp,L
Verifica	η _L	0,32 OK		Mrib,L/(Mres,L) Mrib,T/Mres,T + Mrib,L/Mres,L ≤ 1

2. Verifica a Scorrimento (Approccio 2 A1-M1-R3) - NTC2018

descrizione	Simbolo	Valore	U.M.	Formula/Rif. Normativo
Coefficiente di attrito fondazione - terreno	δ	16,67		2/3φ'
Azione verticale di calcolo	N _{Ed}	2890,5	N	γ _{G1} x (N _{Ed,min})
Forza resistente	Fr	46,92	kN	(N _{Ed} + γ _{G1} x Pb) x tan δ
Azione di taglio di calcolo - direzione trasversale	F _s	9,83	kN	(T _{ris})
Verifica	η _t	4,78 OK		(Fr/F _s) > 1,1 Tabella 6.4.I NTC2018

3. Carico Limite del terreno (Approccio 2 A1-M1-R3) - NTC2018

descrizione	Simbolo	Valore	U.M.	Formula/Rif. Normativo
Azione verticale di calcolo	N _{Ed}	28,91	kN	N _{Ed}
Azione di taglio in direzione trasversale	T _T	-0,58	kN	T _T
Momento flettente trasversale	M _T	15,06	kNm	M _T
Azione di taglio in direzione longitudinale	T _L	-3,27	kN	T _L
Momento flettente longitudinale	M _L	-15,92	kNm	M _L
Momento ribaltante di calcolo direzione trasversale	M _{rib,T}	18,00	kNm	M _T + [T _T x (C+C1)] + Msa,T
Momento ribaltante di calcolo direzione longitudinale	M _{rib,L}	-26,22	kNm	M _L + [T _L x (C+C1)] + Msa,L
Momento resistente dovuto al contributo del terreno	M _t	8,31	kNm	(γ _{2d} x kp x (B x C ³ /6)) * 0,5 vedi E64864 rev C
eccentricità in direzione trasversale	e _T	0,14	m	(M _T - M _t + Ned x eccx) / [Pb + N _{Ed}]
eccentricità in direzione longitudinale	e _L	-0,11	m	(M _L - M _t) / [Pb + N _{Ed}]
Base equivalente	B'	1,68	m	B - 2e _L
Base equivalente	A'	2,22	m	A - 2e _T
Fattore di capacità portante	N _q	10,66		tan ² (π/4 + φ'/2) e ^{π tan φ'}
Fattore di capacità portante	N _c	20,72		(N _q - 1) / tan φ'
Fattore di capacità portante	N _γ	10,88		2 x (N _q + 1) x tan φ'
Fattore di forma	s _c	1,31		1 + 0.2 x (B'/A') x K _p
Fattore di forma	s _q	1,16		1 + 0.1 x (B'/A') x K _p
Fattore di forma	s _γ	1,16		s _q
Fattore di affondamento	d _c	1,57		d _q - (1 - d _q) / (N _c x tan φ')
Fattore di affondamento	d _q	1,52		1 + 2 x tan φ' x (1 - sin φ') ² x 1 / tan(D _f /A)
Fattore di affondamento	d _γ	1,00		
Sovraccarico laterale	q ₀ '	25,65	kN/m ²	γ _{2d} x (C+C1/2)
Carico limite Fondazione	q _{lim}	746,14	kN/m ²	c'N _c D _{csc} + q ₀ 'N _q D _{qsq} + 0,5γ _A 'N _γ D _{ysy}
Carico limite Fondazione	F _{zlim}	2786,7	kN	q _{lim} x A' x B'
Fattore di sicurezza capacità portante	FC	17,05 OK		F _{zlim} / [(Ned + Pb) / A' x B'] Tabella 6.4.I NTC2018

>2,3

ELABORATI GENERALI
Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR
maggiorata e ormeggio trefoli

COMMESSA IA7K LOTTO 00 D 18 CODIFICA CL DOCUMENTO LC0000 002 REV. A FOGLIO 62 di 65

4. Rottura del Collare - SOLO PALI M E LS INFISSI NEL BLOCCO

Tale verifica consiste nel valutare la forza di trazione agente nel cuneo di calcestruzzo e verificare che sia inferiore alla sua resistenza a trazione

descrizione	Simbolo	Valore	U.M.	Formula/Rif. Normativo
Diametro palo	dp		cm	dp
Altezza in pianta cuneo	Hc		cm	
Infissione palo	t		cm	
Lunghezza cuneo	L		cm	$dp+2 \times Hc \times \operatorname{tg}30^\circ$
Braccio forze interne	z		cm	$2/3xt$
Forza di trazione	Hu		kN	$3/2x(M_T/t)+1/4xT_T$
Forza di compressione	H0		kN	$3/2x(M_T/t)+5/4xT_T$
Azione di trazione agente su cuneo a 30°	Tc		kN	$Hu/2/\cos30^\circ$
Lato frattura a 30°	Lc		cm	$Hc/\cos30^\circ$
Altezza zona di trazione	Tt		cm	$t/2$
Tensione media su ciascun piano di rottura	σ_m		MPa	$Tc/(t \times Lc)$
Tensione massima di trazione	σ_t		MPa	$Tc/(t \times l / 2 \times Lc)$

<ftcd

TIRI CONDUTTORI FISSI ALLE VARIE CONDIZIONI DI CARICO - ASSE A

CONDUTTORI FISSI ASSE A	A1	A2	B	C	D
165 mm ² Corda Portante Fissa :					
220 mm ² Corda Portante Fissa :					
240 mm ² Corda Portante Fissa :					
320 mm ² Corda Portante Fissa :					
440 mm ² Corda Portante Fissa :					
TRAM Corda Portante Fissa :					

TIRI CONDUTTORI FISSI ALLE VARIE CONDIZIONI DI CARICO - ASSE B

CONDUTTORI FISSI ASSE B	A1	A2	B	C	D
165 mm ² Corda Portante Fissa :					
220 mm ² Corda Portante Fissa :					
240 mm ² Corda Portante Fissa :					
320 mm ² Corda Portante Fissa :					
440 mm ² Corda Portante Fissa :					
TRAM Corda Portante Fissa :					

TIRI CONDUTTORI FISSI ALLE VARIE CONDIZIONI DI CARICO - ASSE C

CONDUTTORI FISSI ASSE C	A1	A2	B	C	D
165 mm ² Corda Portante Fissa :					
220 mm ² Corda Portante Fissa :					
240 mm ² Corda Portante Fissa :					
320 mm ² Corda Portante Fissa :					
440 mm ² Corda Portante Fissa :					
TRAM Corda Portante Fissa :					

TIRI CONDUTTORI FISSI ALLE VARIE CONDIZIONI DI CARICO - ASSE D

CONDUTTORI FISSI ASSE D	A1	A2	B	C	D
165 mm ² Corda Portante Fissa :					
220 mm ² Corda Portante Fissa :					
240 mm ² Corda Portante Fissa :					
320 mm ² Corda Portante Fissa :					
440 mm ² Corda Portante Fissa :					
TRAM Corda Portante Fissa :					

CONDUTTORI FISSI ALLE VARIE CONDIZIONI DI CARICO - ASSE E

TIRI CONDUTTORI FISSI ASSE E	A1	A2	B	C	D
165 mm ² Corda Portante Fissa :					

ELABORATI GENERALI

**Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
fuori standard: sostegno TE in rettili con DR
maggiorata e ormeggio trefoli**

COMMESSA
IA7K

LOTTO
00 D 18

CODIFICA
CL

DOCUMENTO
LC0000 002

REV.
A

FOGLIO
63 di 65

220 mm ² Corda Portante Fissa :					
240 mm ² Corda Portante Fissa :					
320 mm ² Corda Portante Fissa :					
440 mm ² Corda Portante Fissa :					
TRAM Corda Portante Fissa :					
TIRI CONDUTTORI FISSI ALLE VARIE CONDIZIONI DI CARICO - ASSE F					
CONDUTTORI FISSI ASSE F	A1	A2	B	C	D
165 mm ² Corda Portante Fissa :					
220 mm ² Corda Portante Fissa :					
240 mm ² Corda Portante Fissa :					
320 mm ² Corda Portante Fissa :					
440 mm ² Corda Portante Fissa :					
TRAM Corda Portante Fissa :					
TIRI CONDUTTORI FISSI ALLE VARIE CONDIZIONI DI CARICO - ASSE G					
CONDUTTORI FISSI ASSE G	A1	A2	B	C	D
165 mm ² Corda Portante Fissa passante :					
220 mm ² Corda Portante Fissa passante :					
240 mm ² Corda Portante Fissa passante :					
320 mm ² Corda Portante Fissa passante :					
440 mm ² Corda Portante Fissa passante :					
TRAM Corda Portante Fissa :					
TIRI CONDUTTORI FISSI ALLE VARIE CONDIZIONI DI CARICO - ORMEGGI					
CONDUTTORI FISSI ORMEGGIO	A1	A2	B	C	D
Ormeggio 165 mm ² Corda Portante Fissa :					
Ormeggio 220 mm ² Corda Portante Fissa :					
Ormeggio 240 mm ² Corda Portante Fissa :					
Ormeggio 320 mm ² Corda Portante Fissa :					
Ormeggio 440 mm ² Corda Portante Fissa :					
Corde di Terra passanti :					
Alimentatore passante :					
Ormeggio Corde di Terra :	879,67	465,08	631,87	751,63	853,06
Ormeggio Alimentatore :					
Strallo PF :					
Fibra Ottica Dielettrica :					
Fibra Ottica Anticaccia :					
Attraversamento Aereo :					

ELABORATI GENERALI
**Relazione di calcolo delle strutture e fondazioni
fuori standard: sostegno TE in rettilineo con DR
maggiorata e ormeggio trefoli**

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
IA7K 00 D 18 CL LC0000 002 A 64 di 65

Case	cx	cy	V.Res +X	V.Res -X	V.Res SISM A	V.Stab +X	V.Stab -X	V.Stab SISM A	V.Rib +X	V.Rib -X	V.Rib SISM A	V.C.Lim +X	V.C.Lim -X	V.C.Lim SISM A	V.Scorr +X	V.Scorr -X	V.Scorr SISM A	V.R.Cono +X	V.R.Cono -X	V.R.Cono SISM A
STR1			0,077	0,077		0,127	0,127					18,615	18,615		83,338	83,338				
STR2-V+X			0,273			0,336						13,371			10,576					
STR2-V-X				0,029			0,075						21,533			8,459				
STR3-V+X			0,353			0,423						11,255			6,394					
STR3-V-X				0,110			0,161						20,126			5,553				
STR4-V+X			0,320			0,382						12,222			5,414					
STR4-V-X				0,172			0,221						18,610			4,775				
STR5-V+Y			0,225			0,237						17,501			16,164					
STR5-V-Y				0,253			0,259						17,054			14,142				
STR6-V+X			0,338			0,376						13,331			7,570					
STR6-V-X				0,217			0,244						18,986			6,420				
STR7			0,071	0,071		0,110	0,110					20,341	20,341		81010	81010				
SLV1	100	0,30			0,322			0,351			0,544			11,799						7,719
SLV2	100	-0,30			0,326			0,354			0,546			11,755						7,697
SLV3	-100	0,30			0,224			0,243			0,440			16,431						6,891
SLV4	-100	-0,30			0,228			0,246			0,443			16,371						6,875
SLV5	0,30	100			0,469			0,432			0,579			10,961						7,420
SLV6	-0,30	100			0,371			0,324			0,434			13,888						7,171
SLV7	0,30	-100			0,473			0,435			0,582			10,905						7,354
SLV8	-0,30	-100			0,375			0,327			0,437			13,817						7,111
Equ1									0,131	0,131										
Equ2-V+X									0,377											
Equ2-V-X										0,120										
Equ3-V+X									0,494											
Equ3-V-X										0,229										
Equ4-V+X									0,479											
Equ4-V-X										0,317										
Equ5-V+Y									0,248											
Equ5-V-Y										0,268										
Equ6-V+X									0,446											
Equ6-V-X										0,287										
Equ7									0,123	0,123										
Case	cx	cy	V.Res +X	V.Res -X	V.Res SISM A	V.Stab +X	V.Stab -X	V.Stab SISM A	V.Rib +X	V.Rib -X	V.Rib SISM A	V.C.Lim +X	V.C.Lim -X	V.C.Lim SISM A	V.Scorr +X	V.Scorr -X	V.Scorr SISM A	V.R.Cono +X	V.R.Cono -X	V.R.Cono SISM A
			0,35	0,253	0,473	0,423	0,259	0,435	0,494	0,317	0,582	11,255	17,054	10,905	5,414	4,775	6,875	0,000	0,000	0,000
			STR3-V+X	STR5-V-Y	SLV7	STR3-V+X	STR5-V-Y	SLV7	Equ3-V+X	Equ4-V-X	SLV7	STR3-V+X	STR5-V-Y	SLV7	STR4-V+X	STR4-V-X	SLV4			
			4	9	19	4	9	19	24	27	19	4	9	19	6	7	16			
N [daN]			3753,33	2890,51	2434,96	3753,33	2890,51	2434,96	2314,10	1796,40	2434,96	3753,33	2890,51	2434,96	2890,51	2890,51	2434,96			
T.Trasv X [daN]			764,46	-57,95	149,25	764,46	-57,95	149,25	764,46	-982,37	149,25	764,46	-57,95	149,25	866,46	-982,37	-664,93			
T.Long Y [daN]			-27,25	-326,69	-629,25	-27,25	-326,69	-629,25	-27,25	-2,112	-629,25	-27,25	-326,69	-629,25	-2,112	-2,112	-190,85			
M.Trasv [daNm]			6828,99	1506,25	2000,79	6828,99	1506,25	2000,79	6828,99	-3227,91	2000,79	6828,99	1506,25	2000,79	6240,41	-3227,91	-2317,91			
M.Long [daNm]			-159,07	-1591,87	-3339,43	-159,07	-1591,87	-3339,43	-159,07	-124,06	-3339,43	-159,07	-1591,87	-3339,43	-124,06	-124,06	-1013,98			

12 Riepilogo dei carichi e delle verifiche effettuate

Di seguito sono riportate le schede riepilogative illustranti:

a.- strapiombi e dati fondazione

b.- gli indici di sfruttamento delle verifiche sui sostegni e blocchi

DATI SISMICI Acc. di progetto Sv(t1) <input type="text" value="0,75"/>		DATI FONDAZIONE (B3) <table border="1"> <tr> <td>A [m]</td><td><input type="text" value="2,5"/></td> <td>V [m³]</td><td><input type="text" value="5,38"/></td> </tr> <tr> <td>B [m]</td><td><input type="text" value="1,9"/></td> <td>Ecc [m]</td><td><input type="text" value="0,45"/></td> </tr> <tr> <td>C [m]</td><td><input type="text" value="1,1"/></td> <td>Blocco Armato</td><td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>A1 [m]</td><td><input type="text" value="0,8"/></td> <td></td><td></td> </tr> <tr> <td>B1 [m]</td><td><input type="text" value="0,8"/></td> <td>Contributo del terreno lato opposto binario [%]</td><td><input type="text" value="0"/></td> </tr> <tr> <td>C1 [m]</td><td><input type="text" value="0,5"/></td> <td></td><td></td> </tr> </table>				A [m]	<input type="text" value="2,5"/>	V [m³]	<input type="text" value="5,38"/>	B [m]	<input type="text" value="1,9"/>	Ecc [m]	<input type="text" value="0,45"/>	C [m]	<input type="text" value="1,1"/>	Blocco Armato	<input type="text"/>	A1 [m]	<input type="text" value="0,8"/>			B1 [m]	<input type="text" value="0,8"/>	Contributo del terreno lato opposto binario [%]	<input type="text" value="0"/>	C1 [m]	<input type="text" value="0,5"/>		
A [m]	<input type="text" value="2,5"/>	V [m³]	<input type="text" value="5,38"/>																										
B [m]	<input type="text" value="1,9"/>	Ecc [m]	<input type="text" value="0,45"/>																										
C [m]	<input type="text" value="1,1"/>	Blocco Armato	<input type="text"/>																										
A1 [m]	<input type="text" value="0,8"/>																												
B1 [m]	<input type="text" value="0,8"/>	Contributo del terreno lato opposto binario [%]	<input type="text" value="0"/>																										
C1 [m]	<input type="text" value="0,5"/>																												
VALORI STRAPIOMBO Strapiombo [mm/m] <input type="text" value="-1,1"/> Strapiombo [cm H mensola] <input type="text" value="-1"/>																													
VERIFICHE SOSTEGNO (LSU16b) <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Vento +X</th> <th>Vento -X</th> <th>SISMICA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Verifica di Resistenza</td> <td><input type="text" value="OK"/> 0,35<1,0</td> <td><input type="text" value="OK"/> 0,25<1,0</td> <td><input type="text" value="OK"/> 0,47<1,0</td> </tr> <tr> <td>Verifica a Stabilità</td> <td><input type="text" value="OK"/> 0,42<1,0</td> <td><input type="text" value="OK"/> 0,26<1,0</td> <td><input type="text" value="OK"/> 0,43<1,0</td> </tr> </tbody> </table>							Vento +X	Vento -X	SISMICA	Verifica di Resistenza	<input type="text" value="OK"/> 0,35<1,0	<input type="text" value="OK"/> 0,25<1,0	<input type="text" value="OK"/> 0,47<1,0	Verifica a Stabilità	<input type="text" value="OK"/> 0,42<1,0	<input type="text" value="OK"/> 0,26<1,0	<input type="text" value="OK"/> 0,43<1,0												
	Vento +X	Vento -X	SISMICA																										
Verifica di Resistenza	<input type="text" value="OK"/> 0,35<1,0	<input type="text" value="OK"/> 0,25<1,0	<input type="text" value="OK"/> 0,47<1,0																										
Verifica a Stabilità	<input type="text" value="OK"/> 0,42<1,0	<input type="text" value="OK"/> 0,26<1,0	<input type="text" value="OK"/> 0,43<1,0																										
VERIFICHE BLOCCO DI FONDAZIONE (B3) <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Vento +X</th> <th>Vento -X</th> <th>SISMICA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ver.Ribaltamento</td> <td><input type="text" value="OK"/> 0,49<1,0</td> <td><input type="text" value="OK"/> 0,32<1,0</td> <td><input type="text" value="OK"/> 0,58<1,0</td> </tr> <tr> <td>Ver.Scorrimento</td> <td><input type="text" value="OK"/> 5,41>1,1</td> <td><input type="text" value="OK"/> 4,78>1,1</td> <td><input type="text" value="OK"/> 6,87>1,1</td> </tr> <tr> <td>Ver.Carico Limite</td> <td><input type="text" value="OK"/> 11,26>2,3</td> <td><input type="text" value="OK"/> 17,05>2,3</td> <td><input type="text" value="OK"/> 10,9>2,3</td> </tr> <tr> <td>Ver.Collare</td> <td><input type="text" value="N/A"/> -</td> <td><input type="text" value="N/A"/> -</td> <td><input type="text" value="N/A"/> -</td> </tr> </tbody> </table>							Vento +X	Vento -X	SISMICA	Ver.Ribaltamento	<input type="text" value="OK"/> 0,49<1,0	<input type="text" value="OK"/> 0,32<1,0	<input type="text" value="OK"/> 0,58<1,0	Ver.Scorrimento	<input type="text" value="OK"/> 5,41>1,1	<input type="text" value="OK"/> 4,78>1,1	<input type="text" value="OK"/> 6,87>1,1	Ver.Carico Limite	<input type="text" value="OK"/> 11,26>2,3	<input type="text" value="OK"/> 17,05>2,3	<input type="text" value="OK"/> 10,9>2,3	Ver.Collare	<input type="text" value="N/A"/> -	<input type="text" value="N/A"/> -	<input type="text" value="N/A"/> -				
	Vento +X	Vento -X	SISMICA																										
Ver.Ribaltamento	<input type="text" value="OK"/> 0,49<1,0	<input type="text" value="OK"/> 0,32<1,0	<input type="text" value="OK"/> 0,58<1,0																										
Ver.Scorrimento	<input type="text" value="OK"/> 5,41>1,1	<input type="text" value="OK"/> 4,78>1,1	<input type="text" value="OK"/> 6,87>1,1																										
Ver.Carico Limite	<input type="text" value="OK"/> 11,26>2,3	<input type="text" value="OK"/> 17,05>2,3	<input type="text" value="OK"/> 10,9>2,3																										
Ver.Collare	<input type="text" value="N/A"/> -	<input type="text" value="N/A"/> -	<input type="text" value="N/A"/> -																										

Riepilogo delle verifiche

13 Conclusioni

In conclusione è emerso che il sostegno ed il relativo blocco di fondazione analizzato per la configurazione di carico in oggetto alla presente relazione è idoneo a sostenere i carichi ad esso applicati.