

22/09/2010	PRIMA EMISSIONE	
 <p>D B A PROGETTI</p>	<p>Sede Legale: Piazza Roma, 19 32045 S.Stefano di Cadore (BL) Tel. 0435/62518 - Fax 0435/429027</p> <p>Sede secondaria: Viale Felissent, 20/D 31050 Villorba (TV) Tel. 0422/318811-Fax 0422/31888</p>	<p>PROGETTISTA: ING. ALESSANDRO BERTINO</p>
		<p>REDATTO: ING. DIEGO MENUZZO</p>
		<p>VERIFICATO: ING. ALESSANDRO BERTINO</p>
		<p>APPROVATO: ING. ALESSANDRO BERTINO</p>

NUMERO E DATA ORDINE : L. A. 3000034653 del 28.06.2010				
REVISIONI				
	00	22/09/2010	E. FARCI	SRI-PRI RM
	N.	DATA	VERIFICA RISPONDEZA	UNITA' TERNA
				MAIL TERNA S.P.A. DEL 11/01/2011
TIPOLOGIA DELL'ELABORATO		CODIFICA DELL'ELABORATO		
RELAZIONE		RCFR10014CER01810		
PROGETTO		TITOLO		
TE-FR-10-014		STAZIONE 380/150kV di MONTESANO		
RCAVATO DAL DOC. TERNA				
CLASSIFICAZIONE DI SICUREZZA		VALIDAZIONE FONDAZIONE PORTALE DI LINEA 132-150kV		
RCFR10014CER01810 RCFR10014CER01810_00.doc		SCALA CAD	FORMATO A4	SCALA
		FOGLIO		
<p>Questo documento contiene informazioni di proprietà Terna S.p.A. e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. E' vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Terna S.p.A.</p> <p>This document contains information proprietary to Terna S.p.A. and it will have to be used exclusively for the purposes for which it has been furnished. Whichever shape of spreading or reproduction without the written permission of Terna S.p.A. is prohibited.</p>				



Azienda certificata **ISO 9001:2008**
RINA n. 5923/01/s IQNet n. IT-19510

Sede legale:
Piazza Roma, 19
32045 S. Stefano di Cadore (BL)
tel 0435.62518 fax 0435.429027

Sede secondaria:
Viale Felissent, 20/D
31050 Villorba (TV)
tel 0422.318811 fax 0422.318888

DBA PROGETTI

INDICE

1	PREMESSA	3
2	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	4
3	METODO DI VERIFICA	4
4	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'OPERA	5
5	CAPACITA' PORTANTE	6
6	CONCLUSIONI	9



Azienda certificata **ISO 9001:2008**
RINA n. 5923/01/s IQNet n. IT-19510

Sede legale:
Piazza Roma, 19
32045 S. Stefano di Cadore (BL)
tel 0435.62518 fax 0435.429027

Sede secondaria:
Viale Felissent, 20/D
31050 Villorba (TV)
tel 0422.318811 fax 0422.318888

DBA PROGETTI

1 PREMESSA

La seguente relazione ha lo scopo di validare la relazione tecnica di relativa alla fondazione tipo G 1014 con tensioni ammissibili del terreno $\sigma_{amm} \leq 2 \text{ daN/cm}^2$ e $2 \text{ daN/cm}^2 \leq \sigma_{amm} \leq 3,9 \text{ daN/cm}^2$ fornita da Terna col documento F004D28_1 e F004D28_2 del 27/08/2008, all'interno del progetto di realizzazione della nuova Stazione Elettrica di Trasformazione 220/150 kV (futura 380/150 kV) di Montesano sulla Marcellana, ubicata in Via Tempa San Pietro del Comune di Montesano sulla Marcellana (SA), individuata catastalmente al foglio N°22 particelle n°74, 78, 79, 80, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 285, 286, 287, 288, 507, 512, 616 dell'ufficio catastale di Montesano sulla Marcellana.

Il sito in cui ricade l'opera in oggetto è dichiarato zona sismica di 1^a categoria ai sensi dell'Ordinanza del P.C.M. 3274 e successive modifiche.

Le opere in oggetto risultano essere opere di sostegno delle linee elettriche e pertanto per le verifiche deve farsi riferimento sia alle norme specifiche emanate dal CEI, che alla normativa vigente per le opere da realizzarsi in zone dichiarate sismiche.

Si fa riferimento alle relazioni di calcolo fornite a Terna per le stazioni da 380 kV e in zone ad alta sismicità a firma dell'Ing. Fabrizio Gatti di CESI Spa, rapporti:

rel. A8014758 Statica	del 21 Maggio 2008
rel. A8014759 Sismica	del 21 Maggio 2008
rel. A8014761	del 27 Maggio 2008

La presente relazione si sviluppa nei punti seguenti:

- Confronto tra la caratterizzazione sismica del sito generico preso come riferimento per l'alta sismicità e quella del sito d'interesse nel comune di Montesano sulla Marcellana, con particolare riferimento al valore dello spettro di progetto S_d nel plateau orizzontale utilizzato nel progetto.
- Verifica della capacità portante del terreno.
- A sintesi della relazione si riportano le conclusioni delle verifiche condotte.



2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Nella presente relazione si osservano le seguenti leggi o decreti:

- Legge 5.11.1971 n.1086: "Norme per la disciplina delle opere di c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche"
- Legge 2.2.1974 n.64: "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"
- Ordinanza n.3274 del 20.3.2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"
- Ordinanza n.3316 del 2.10.2003 "Modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20 Marzo 2003"
- DM 14.01.2008 "Nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni"
- CEI 11.1 (1999-01) "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata"

3 METODO DI VERIFICA

Il metodo di verifica adottato è il "**metodo agli Stati Limite**" secondo il testo unico delle norme tecniche per le costruzioni (D.M. 14/01/2008).

Secondo il metodo agli stati limite, la sicurezza nei riguardi delle condizioni ritenute pregiudizievoli (stati limite) viene garantita, per quanto possibile, su basi statistiche.

Si definisce "stato limite" uno stato raggiunto il quale, la struttura o uno dei suoi elementi costitutivi, non può più assolvere la sua funzione o non soddisfa più le condizioni per cui è stata concepita.

Gli stati limite si suddividono in due categorie:

a) stati limite ultimi, corrispondenti al valore estremo, della capacità portante o comunque al raggiungimento di condizioni estreme;

b) stati limite di esercizio, legati alle esigenze di impiego normale e di durata.

Nel seguito si indicherà con "**E**" un generico **effetto** indotto dalle "azioni" sulla struttura, quali le sollecitazioni interne, momento flettente, forza normale, taglio, le deformazioni, ecc.) e con "**F**" una generica **azione** (intesa come ogni causa o insieme di cause -carichi permanenti, carichi variabili, deformazioni impresse, agenti chimico-fisici - capaci di indurre stati limite in una struttura).

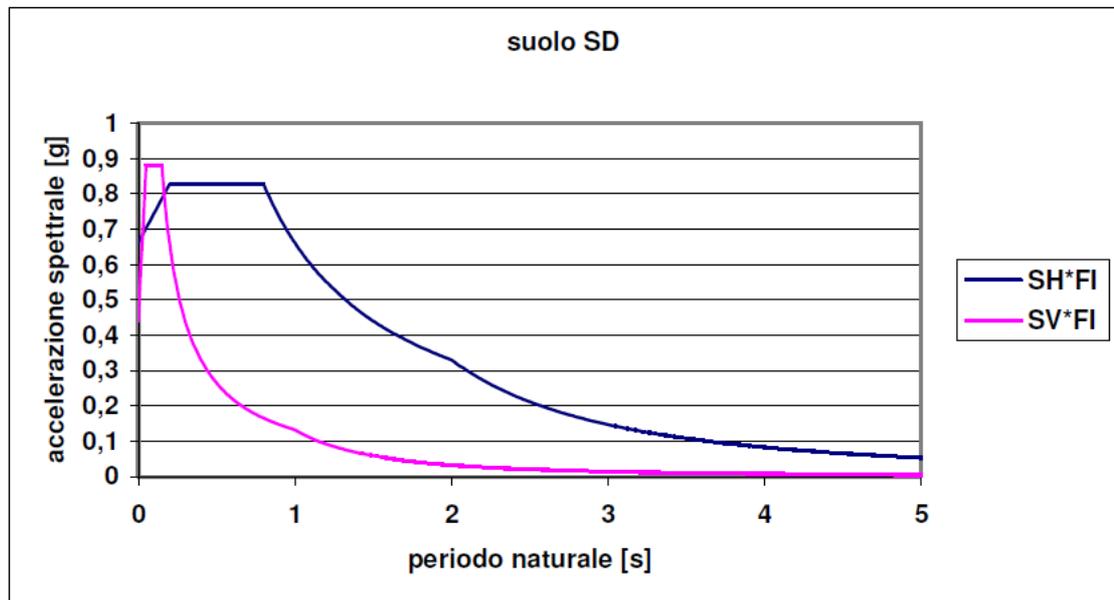


4 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'OPERA

L'area oggetto dell'opera è dichiarata sismica di 1^a categoria ai sensi dell'O.P.C.M. 3274 del 20.03.2003; pertanto l'opera in oggetto è soggetta a verifica nei confronti dell'azione sismica.

Con fattore di struttura per il sisma orizzontale $q=2$ e per il sisma verticale $q=1.5$:

Nella figura seguente sono tracciati gli spettri dell'azione orizzontale e di quella verticale.



Nel sito in oggetto abbiamo la seguente caratterizzazione sismica con fattore di struttura per il sisma orizzontale $q=2$ e per il sisma verticale $q=1.5$ suolo tipo C:



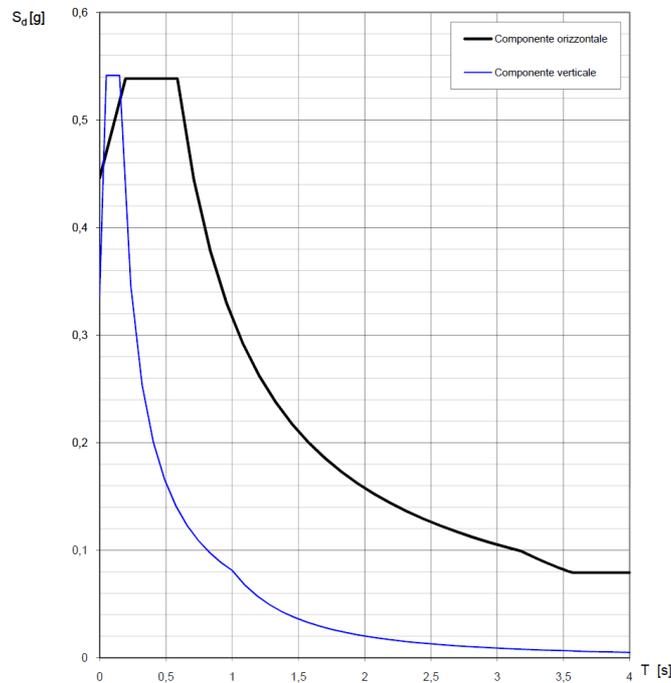
Azienda certificata **ISO 9001:2008**
RINA n. 5923/01/s IQNet n. IT-19510

Sede legale:
Piazza Roma, 19
32045 S. Stefano di Cadore (BL)
tel 0435.62518 fax 0435.429027

Sede secondaria:
Viale Felissent, 20/D
31050 Villorba (TV)
tel 0422.318811 fax 0422.318888

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver.1.0.2"

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV



La verifica dell' idoneità del programma, l' utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell' utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall' utilizzo dello stesso.

Dai due grafici sopra esposti si evince che il parametro sismico di progetto del sito di Montesano sulla Marcellana per l' azione orizzontale $S_d=0.538$ g e quella verticale $S_d=0.541$, è inferiore ai parametri di progetto standard, quindi possiamo adottare le relazioni degli standard Terna.

5 CAPACITA' PORTANTE

Nel calcolo della portata limite si è adottato il metodo dell' Eurocodice 7 (BRINCH-HANSEN) modificato per tenere conto anche dell' eventuale profondità del piano di campagna.

Il calcolo della capacità portante del terreno è stato svolto per ciascuna delle combinazioni fornite dal rapporto CESI.

I carichi da utilizzare sono riferiti alla base della fondazione:

$N = \text{peso fondazione} + \text{peso terreno sovrastante} + \text{carico massimo sul terreno} =$
 $N \text{ plinto} = 3180.84 \text{ kN}$



Azienda certificata **ISO 9001:2008**
RINA n. 5923/01/s IQNet n. IT-19510

Sede legale:
Piazza Roma, 19
32045 S. Stefano di Cadore (BL)
tel 0435.62518 fax 0435.429027

Sede secondaria:
Viale Felissent, 20/D
31050 Villorba (TV)
tel 0422.318811 fax 0422.318888



Rapporto

Approvato

A8014761

Pag. 41/66

		H9	H12	H15	H18
fondazione monoblocco a 2 riseghe		P502DF001	P502DF002	P502DF003	P502DF004
peso fondazione + terreno sovrastante	daN	175046.19	215560.20	228729.90	288157.63
carico massimo sul terreno	daN	14854.14	26517.26	28390.69	29926.23
Mx rib. massimo	daNm	323793.07	402127.09	476977.15	551827.11
My rib. massimo	daNm	200599.80	283040.40	308355.70	452711.00
ex/Lx [-]		0.17	0.17	0.17	0.18
ey/Ly		0.27	0.24	0.26	0.21
A	cm ²	3.97E+05	4.90E+05	5.18E+05	6.56E+05
k [-]		5.28	4.47	4.84	4.15
σt massima terreno	daN/cm ²	2.53	2.21	2.40	2.01

Di seguito si riportano i risultati per il calcolo della capacità portante per le combinazioni EQU e A1+M1+R3 secondo il D.M. 14-01-2008 (I valori delle sollecitazioni sono riferiti alla base del piano di posa della fondazione):



DETERMINAZIONE DELLA PRESSIONE LIMITE				
FORMULA GENERALE DI BRINCH-HANSEN (1970)				
Metodo eurocode 7				
Formula generale:				
$Q_{lim} = 1/2 \cdot g' \cdot B \cdot N_s \cdot i_s \cdot b_s \cdot g_s + c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q$				
Dati d'ingresso:				
Terreno di fondazione				
Coesione (c)	13	kPa		
Angolo di attrito (ϕ')	27	°		
Peso di volume terreno di fondazione (γ_1)	18,0	kN/m ³		
Peso di volume terreno sopra fondazione (γ_2)	16,0	kN/m ³		
Inclinazione piano campagna (β)	0	°		
Fondazione				
Larghezza (B)	8,10	m		
Lunghezza (L)	8,10	m		
Profondità piano di posa (D)	2,30	m		
Eccentricità dei carichi in dir B (eb)	2,37	m		
Eccentricità dei carichi in dir L (el)	2,89	m		
Inclinazione piano di posa (α)	0	°		
Carichi inclinati				
Componente orizzontale (H)	0,000	t		
angolo di H con dir di L (α^2)	0,000	°		
Componente verticale (N)	286,272	t		
Larghezza equivalente (B')	3,36	m		
Lunghezza equivalente (L')	2,32	m		
Fattori capacità portante				
N _s	14,47			
N _c	23,94			
N _q	13,20			
Fattori forma della fondazione				
s _s	0,57			
s _c	1,71			
s _q	1,66			
Fattori inclinazione del carico				
i _s	1,00	m	1,59	
i _c	1,00	mB	1,41	
i _q	1,00	mL	1,59	
Fattori inclinazione piano di posa				
b _s	1,00			
b _c	1,00			
b _q	1,00			
Fattori inclinazione piano campagna				
g _s	1,00			
g _c	1,00			
g _q	1,00			
Fattori profondità piano di posa				
d _c	1,23			
d _q	1,21			
				F _s
Risultato:	Pressione limite (Q _{lim})	1845,1 kPa	14346,93 kN	5,0
	Coefficiente di sicurezza	3		
	Pressione ammissibile (Q _{amm})	639,6 kPa	4782,31 kN	

Comb. EQU



DETERMINAZIONE DELLA PRESSIONE LIMITE			
FORMULA GENERALE DI BRINCH-HANSEN (1970)			
Metodo eurocode 7			
Formula generale:			
$Q_{lim} = 1/2 \cdot g' \cdot B \cdot N_s \cdot s_r \cdot i_r \cdot b_r \cdot g_r + c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q$			
Dati d'ingresso:			
Terreno di fondazione			
Coesione (c)	13	kPa	
Angolo di attrito (ϕ')	27	°	
Peso di volume terreno di fondazione (γ_1)	18,0	kN/m ³	
Peso di volume terreno sopra fondazione (γ_2)	16,0	kN/m ³	
Inclinazione piano campagna (β)	0	°	
Fondazione			
Larghezza (B)	8,10	m	
Lunghezza (L)	8,10	m	
Profondità piano di posa (D)	2,30	m	
Eccentricità dei carichi in dir B (eb)	1,42	m	
Eccentricità dei carichi in dir L (el)	1,73	m	
Inclinazione piano di posa (α)	0	°	
Carichi inclinati			
Componente orizzontale (H)	0,000	t	
angolo di H con dir di L (α')	0,000	°	
Componente verticale (N)	318,080	t	
Larghezza equivalente (B')	5,25	m	
Lunghezza equivalente (L')	4,63	m	
Fattori capacità portante			
N _s	14,47		
N _c	23,94		
N _q	13,20		
Fattori forma della fondazione			
s _r	0,66		
s _c	1,56		
s _q	1,52		
Fattori inclinazione del carico			
i _r	1,00	m	1,53
i _c	1,00	mB	1,47
i _q	1,00	mL	1,53
Fattori inclinazione piano di posa			
b _r	1,00		
b _c	1,00		
b _q	1,00		
Fattori inclinazione piano campagna			
g _r	1,00		
g _c	1,00		
g _q	1,00		
Fattori profondità piano di posa			
d _c	1,14		
d _q	1,13		
Risultato:			F_s
Pressione limite (Q _{lim})	1789,4	kPa	43527,40 kN
Coefficiente di sicurezza	3		
Pressione ammissibile (Q _{amm})	621,0	kPa	14509,13 kN

Comb. A1+M1+R3

La pressione ammissibile è stata ottenuta applicando il coefficiente di sicurezza 3 alla pressione ammissibile.

Da quanto visto si deduce che $\sigma_{adm} = 6,21 \text{ daN/cm}^2$.

Dal documento terna F004D28_1 e F004D28_2 del 27/08/2008, si individuano le dimensioni del plinto da utilizzare in funzione della σ ammissibile del terreno: si fa riferimento al caso $2 \text{ daN/cm}^2 \leq \sigma_{amm} \leq 3,9 \text{ daN/cm}^2$.

6 CONCLUSIONI

Viste le considerazioni di cui sopra si assevera l'idoneità della fondazione tipo G 1014 con tensioni ammissibili del terreno $\sigma_{amm} \leq 2 \text{ daN/cm}^2$ e $2 \text{ daN/cm}^2 \leq \sigma_{amm} \leq 3,9 \text{ daN/cm}^2$ descritte negli elaborati forniti a Terna a firma dell'Ing. Fabrizio Gatti di CESI Spa:



Azienda certificata **ISO 9001:2008**
RINA n. 5923/01/s IQNet n. IT-19510

Sede legale:
Piazza Roma, 19
32045 S. Stefano di Cadore (BL)
tel 0435.62518 fax 0435.429027

Sede secondaria:
Viale Felissent, 20/D
31050 Villorba (TV)
tel 0422.318811 fax 0422.318888

rel. A8014758 Statica del 21 Maggio 2008
rel. A8014759 Sismica del 21 Maggio 2008
rel. A8014761 del 27 Maggio 2008

relativamente al caso $\sigma_{lim} < 2,4 \text{ daN/cm}^2$.

IL COMMITTENTE

TERNA S.p.A.

IL PROGETTISTA

DBA Progetti S.p.A.

Ing. Alessandro Bertino

Cliente	Terna S.p.A.
Oggetto	<p>VERIFICHE STRUTTURALI E REDAZIONE DEI DISEGNI COSTRUTTIVI DEL PORTALE DI LINEA 132-150 KV A TIRO PIENO. Scheda ING14 Rev. 00 GATTO150</p> <p>Linea Elettrica Aerea a 132-150 kV</p> <p>Conduttori alluminio-acciaio Ø 31,5 (EDS 21% zona A; EDS 18% zona B)</p> <p>Calcolo di verifica dei portali di linea con testa a 0° con e senza portaterminali, con testa a 22°30' senza portaterminali. Zone "A-B"</p> <p>Allungati da H09 a H18</p>
Ordine	Contratto 3000025378 Fornitura di servizi di ricerca, sviluppo e supporto specialistico per l'anno 2008 – Lettera A8015319
Note	Rev. 00

PUBBLICATO A8014758 (PAD - 1058718)

La parziale riproduzione di questo documento è permessa solo con l'autorizzazione scritta del CESI.

N. pagine 60 **N. pagine fuori testo** -

Data 21/05/2008

Elaborato SRC - Fratelli Maurizio Gianni
A8014758 114969 AUT

Verificato SRC - Gatti Fabrizio
A8014758 114965 VER

Approvato TER - Il Responsabile - Ferrari Luigi
A8014758 114967 APP



Mod. RISM v. 02

Indice

DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	3
SOMMARIO.....	4
1 CRITERI DI PROGETTAZIONE	5
1.1 Introduzione	5
1.2 Criteri di progettazione	5
1.2.1 Norme e documenti di riferimento	5
1.2.2 Prescrizioni sul calcolo dei sostegni.....	5
2 CALCOLO DI VERIFICA STRUTTURALE AI CARICHI STATICI	6
2.1 Introduzione	6
2.2 Criteri di modellazione e gestione dei casi di carico.....	6
2.3 Casi e combinazioni dei carichi	7
2.4 Criteri di verifica.....	8
2.4.1 Sollecitazioni ammissibili per i sostegni	8
2.4.2 Snellezza	8
2.4.3 Collegamenti bullonati	8
2.5 Carichi in Zona A e Zona B, normali ed eccezionali.....	9
2.6 Ipotesi di carico impiegate nell'analisi	10
2.7 Risultati delle analisi.....	11
2.7.1 Risultati inviluppo sulle singole aste.....	11
2.7.2 Sforzi massimi di compressione e strappamento sulla fondazione	11
3 CONCLUSIONI.....	12
ALLEGATO 1 TABELLE DELLE IPOTESI DI CARICO IMPIEGATE NELLE ANALISI STATICHE.....	13
ALLEGATO 2 SCHEMI UNIFILARI DELLE VARIE PARTI COMPONENTI IL SOSTEGNO	15
ALLEGATO 3 NOMENCLATURA PARTI INFERIORI DEL SOSTEGNO	19
ALLEGATO 4 TABELLE DEI RISULTATI DELLE ANALISI STATICHE.....	23
ALLEGATO 5 ANALISI STATICHE SFORZI MASSIMI DI COMPRESSIONE, STRAPPAMENTO E TAGLIO SULLA FONDAZIONE.....	59

STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
00	21/05/2008	A8014758	Prima emissione

DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- [1] D.M. 21.03.1988 di cui alla legge N. 339 del 28.06.1986 *Norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne*
- [2] D.P.R. 21.06.1968, n. 1062 *Regolamento di esecuzione della legge 13 dicembre 1964, n. 1341, recante norme tecniche per la disciplina della costruzione ed esercizio di linee elettriche aeree esterne*
- [3] UNI ENV 1993-1-1 *Eurocodice 3. Progettazione delle strutture di acciaio. Parte 1-1: Regole generali – Regole generali e regole per gli edifici*, Maggio 2004
- [4] UNI ENV 1993-1-8 *Eurocodice 3. Progettazione delle strutture di acciaio. Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti*, agosto 2005
- [5] CNR 10011-1997 *Costruzioni in acciaio: istruzioni per il calcolo, l'esecuzione e la manutenzione*
- [6] CEI EN50341-1 *Linee elettriche aeree a tensione alternata maggiore di 45 kV. Parte 1: prescrizioni generali – specifiche comuni*, Luglio 2005
- [7] D.M. 9.1.1996 - *Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche.*
- [8] Decreto 14/09/2005 pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale il 23/09/2005 come supplemento 159 alla serie generale 222 "Norme tecniche per le costruzioni "
- [9] Doc. CESI A5020461 *Verifica ai carichi di esercizio e sismici di tralicci tipo per linee elettriche serie 132-150 kV a semplice e doppia terna. Scheda RIS01 Specifiche per la procedura software per la costruzione dei modelli FEM e la gestione delle analisi*, Rev. 00, aprile 2005
- [10] Prescrizione tecnica Terna UX LS10020 *Prescrizioni per la progettazione dei sostegni a traliccio per linee elettriche aeree AT e relativi disegni costruttivi*, rev. 00, 31-12-2007
- [11] E-mail Terna 22/04/2008 contenente prescrizioni aggiuntive rispetto al doc. [10]
- [12] Prescrizione tecnica Terna UX LS10018 *Prescrizioni per la realizzazione di disegni unifilari in Autocad*, rev. 00, 31-12-2007
- [13] E-mail Terna Scheda GATTO150 - *Azioni TPL*, 04/02/2008

SOMMARIO

Il presente documento descrive le attività e i risultati relativi alla verifica strutturale del portale di linea 132-150 kV a tiro pieno, in accordo alla normativa di esecuzione delle linee elettriche aeree esterne [1].

I portali di linea oggetto del presente documento sono composti dagli allungati da H09 a H18, con testa ruotata a 0° oppure 22°30', con oppure senza struttura portaterminali.

Il documento è completato da 5 allegati, di seguito elencati:

- ALLEGATO 1
TABELLE DELLE IPOTESI DI CARICO IMPIEGATE NELLE ANALISI STATICHE
- ALLEGATO 2
SCHEMI UNIFILARI DELLE VARIE PARTI COMPONENTI IL SOSTEGNO
- ALLEGATO 3
NOMENCLATURA PARTI INFERIORI DEL SOSTEGNO
- ALLEGATO 4
TABELLE DEI RISULTATI DELLE ANALISI STATICHE
- ALLEGATO 5
ANALISI STATICHE SFORZI MASSIMI DI COMPRESSIONE, STRAPPAMENTO E TAGLIO SULLA FONDAZIONE

I modelli ad elementi finiti delle strutture sono stati elaborati dal p.i. Andrea Tartari.

1 CRITERI DI PROGETTAZIONE

1.1 Introduzione

Il lavoro, del quale il presente rapporto costituisce una delle Milestones, consiste nella progettazione di un nuovo portale di linea in 132-150 kV (“palo gatto”) con conduttore di energia Ø31,50 mm a tiro pieno.

La progettazione è svolta utilizzando le seguenti condizioni di carico:

- carichi normali ed eccezionali secondo le norme CEI 11-4 forniti da Terna (rif. [13])

I profili utilizzati sono quelli commercialmente disponibili sul mercato.

Il progetto viene sviluppato partendo dai modelli FEM realizzati per la configurazione a tiro normale.

Vengono redatti i disegni unifilari e i disegni costruttivi del portale, i disegni costruttivi dei monconi e delle fondazioni.

1.2 Criteri di progettazione

Nel seguito sono indicate le principali prescrizioni impiegate per la progettazione dei sostegni oggetto del presente rapporto, tratte dal rif. [10].

1.2.1 Norme e documenti di riferimento

1.2.1.1 Norme applicabili

Oltre alle norme, decreti e leggi elencate nel paragrafo Documenti di riferimento del presente rapporto, si fa riferimento all'esistente Unificato Terna.

1.2.1.2 Materiali

I materiali da impiegare per il calcolo strutturale dei sostegni sono i seguenti:

- a) UNI EN10027-1 S355JR, per profilati e piatti
- b) UNI EN10027-1 S235JR, per profilati
- c) Bulloni Classe 6.8 UNI EN20898

La corrispondenza tra particolare strutturale e tipo di materiale sui disegni costruttivi, è data da una lettera A come suffisso alla designazione del profilo o del piatto nel caso a) e dalla sua assenza nel caso b).

1.2.1.3 Profilati, bulloni

I profilati, i bulloni, le rosette e le imbottiture utilizzati nel calcolo strutturale sono conformi alle prescrizioni Terna, rif. [10] e [11].

1.2.2 Prescrizioni sul calcolo dei sostegni

1.2.2.1 Prescrizioni generali

Si utilizza il materiale S355JR per i seguenti componenti:

- tutti i montanti del sostegno a partire dal cimino,
- tutti i tiranti e i puntoni delle mensole installate,
- tutti i componenti del sostegno dove sono collegati gli equipaggiamenti di sospensione o di amarro dei conduttori di energia e gli equipaggiamenti della corda di guardia,
- tutti i riquadri trasversali e longitudinali del sostegno dove si connettono i tiranti e i puntoni delle mensole installate,
- tutte le aste di crociere,
- tutte le aste costituenti le “forchette” di attacco dei conduttori.

1.2.2.2 Collegamenti fra due aste aventi funzione di montante

Tutti i collegamenti fra i montanti del sostegno devono essere realizzati a sovrapposizione o a doppio coprigiunto (“due piatti esterni” e “profilato ad L interno”). In linea generale vige la prescrizione che la somma degli spessori di uno dei due piatti e dell’angolare interno sia maggiore almeno di $1,2 \div 1,5$ volte lo spessore del montante. I piatti e l’angolare interno sono in materiale S355JR.

1.2.2.3 Collegamenti fra due aste

Quando un collegamento tra aste si realizza con l’impiego di una piastra di giunzione questa deve essere dimensionata al massimo carico agente. I tiranti e le aste permanentemente tese devono essere sempre collegati con almeno due bulloni. Le piastre devono essere collegate all’asta principale generalmente con un numero di bulloni pari a quello con cui sono collegate alle aste secondarie aumentato di uno. Lo spessore delle piastre dovrà essere maggiore o uguale a quello delle aste secondarie ad esse collegate.

1.2.2.4 Piedi per basi

Si sono adottate le seguenti prescrizioni:

- i componenti del piede (diagonale - rompitratta) sulle facce trasversale e longitudinale sono identici.

1.2.2.5 Zoppicature

Ogni allungato del portale 132-150 kV dispone di un’unica soluzione per i piedi, senza utilizzo di zoppicature.

1.2.2.6 Piastre d’attacco della fune di guardia sul cimino

Si utilizza un complesso saldato atto ad ospitare il morsetto di sospensione metacentrico.

2 CALCOLO DI VERIFICA STRUTTURALE AI CARICHI STATICI

2.1 Introduzione

Il presente documento descrive criteri, procedure e risultati relativi alle attività di verifica strutturale del portale per linea elettrica aerea 132-150 kV in tiro pieno, in accordo alla normativa di esecuzione delle linee elettriche aeree esterne [1].

L’attività non comprende la verifica delle fondazioni né dei monconi, per i quali si redige separata documentazione.

2.2 Criteri di modellazione e gestione dei casi di carico

La struttura è stata modellata mediante elementi di tipo trave, provvisti delle caratteristiche dei profili impiegati nella realizzazione del sostegno. I montanti sono stati modellati mediante travi continue, reagenti ad azione assiale e a flessione, mentre gli elementi diagonali sono stati ipotizzati come reagenti esclusivamente ad azione assiale, secondo uno schema tipico per le strutture tralicciate.

A questo fine, il collegamento tra aste e aste e tra aste e montanti è stato realizzato in modo da rendere nulli i momenti, ottenendo così delle cerniere piane, in ciascuno dei due assi ortogonali orizzontali.

Creazione dei modelli ad elementi finiti, analisi, fase di verifica strutturale e report di verifica vengono realizzati e gestiti per mezzo di una procedura software (VERTRA), descritta nel rif. [9], alla quale si rimanda per ogni dettaglio.

Per il sostegno in esame sono stati creati, mediante la procedura di cui sopra, 15 modelli agli elementi finiti.

	Testa 0° Capolinea	Testa 0° Amarro	Testa 0° Capolinea con portaterminali	Testa 22°30' Capolinea
H9	X	X	- - -	X
H12	X	X	X	X
H15	X	X	X	X
H18	X	X	X	X

2.3 Casi e combinazioni dei carichi

La linea 132-150 kV in tiro pieno è di classe III¹, ossia è una linea di trasporto o distribuzione energia, con $V_{\text{nominale}} > 30000 \text{ V}$ e P_{rottura} conduttore di energia $\geq 3434 \text{ daN}$.

Per ogni sostegno sono presenti:

- 3 conduttori
- 2 funi di guardia

Quindi, sia per la zona A che per la zona B, occorre considerare le seguenti situazioni:

- tutti i conduttori e funi di guardia integri
- rottura, di volta in volta, di una delle funi di guardia o uno dei conduttori, con carichi TPL diversi tra condizione di integrità (normale) e di rottura (eccezionale).

2.3.1.1 Carichi agenti sui sostegni²

I carichi agenti sui sostegni sono quelli previsti nella norma di cui al rif. [1].

2.3.1.2 Azioni trasmesse alle fondazioni

Viene effettuata la stima delle azioni risultanti trasmesse alle fondazioni, per la verifica dei monconi e delle fondazioni stesse (non compresa nel presente rapporto), presentati in forma tabellare per il successivo utilizzo.

I risultati sono organizzati secondo due differenti tabelle, delle quali una riporta i carichi trasmessi secondo un sistema di riferimento ortogonale X, Y, Z, l'altra gli stessi carichi scomposti in un sistema di riferimento P, Y, Z, dove P è la direzione coincidente con l'asse del montante.

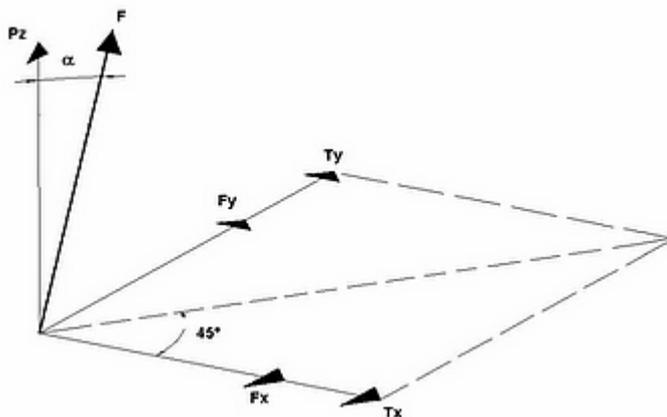
Le reazioni vincolari della struttura del traliccio, in corrispondenza di ciascun piede, sono di norma rappresentate secondo le tre componenti PZ, TX e TY agenti secondo un sistema di assi ortogonali fra loro coincidente con quello "globale" della struttura che, nel caso specifico, prevede:

- l'asse X coincidente con la direzione trasversale del traliccio;
- l'asse Y coincidente con la direzione longitudinale del traliccio;
- l'asse Z coincidente con la verticale.

Nel caso di scomposizione nelle tre componenti F, Tx e Ty (con F diretto come l'asse del montante) la relazione tra le grandezze F, Tx, Ty e P, TX, TY è espressa dalle seguenti equazioni:

- $F = PZ / \cos \alpha$
- $F_x = TX - (PZ \times \text{tg } \alpha) \times \cos 45^\circ$
- $F_y = TY - (PZ \times \text{tg } \alpha) \times \text{sen } 45^\circ$

con α l'angolo di inclinazione del montante rispetto alla verticale, misurato nel piano della diagonale; nel caso in esame l'angolo è pari ad $\alpha = 4,00^\circ$.



¹ par. 1.2.07 di [1]

² par. 2.4.06 di [1]

2.4 Criteri di verifica

La verifica strutturale dei sostegni viene eseguita essenzialmente su due tipologie di elementi:

- le membrature (profilati), ai carichi di trazione e di compressione
- i collegamenti bullonati alle massime sollecitazioni di recisione, trazione e pressione massima sul contorno del foro

La metodologia di verifica è relativa alle tensioni ammissibili, come previsto in [1].

2.4.1 Sollecitazioni ammissibili per i sostegni

Le sollecitazioni ammissibili³ sono le seguenti:

- membrature a trazione: si calcola considerando la sezione trasversale al netto dell'area corrispondente per fori e bulloni
 - S235JR UNI EN10027-1 $\sigma_{amm} = 1373 \text{ daN/cm}^2 = 137,3 \text{ MPa}$
 - S355JR UNI EN10027-1 $\sigma_{amm} = 2158 \text{ daN/cm}^2 = 215,8 \text{ MPa}$
- membrature a compressione: si calcola considerando, per snellezze $\lambda > 20$, la sezione trasversale al lordo dell'area corrispondente per fori e bulloni
 - valore delle tabelle allegate alla [1] in funzione del tipo di acciaio e della snellezza λ

Per le condizioni di carico eccezionali, si ammette che le sollecitazioni ammissibili per i materiali dei sostegni siano maggiorate del 60%, si veda par. 2.4.09 di [1].

2.4.2 Snellezza

Per quanto riguarda il calcolo delle snellezze⁴ per la tensione di compressione ammissibile, si considerano i seguenti casi:

- snellezza λ = rapporto tra la lunghezza geometrica l tra i due nodi, considerati come cerniere e il raggio giratorio minimo ρ_{min} della sezione retta della membratura;
- in caso di asta rompitrattata da un solo lato del profilo e quindi divisa in due parti l_1 e l_2 , tali che $l_1 > l_2$ e che $l_1 + l_2 = l$
 - $\lambda_1 = l_1 / \rho_{min}$
 - $\lambda_2 = l / \rho_{medio}$

si prende, come valore di compressione ammissibile, il più basso dei valori di tensione corrispondente alle snellezze calcolate.

Si tiene inoltre conto dei seguenti aspetti:

- per montanti e membrature analoghe: l è la distanza geometrica tra due nodi consecutivi del reticolato della faccia a maglie più grandi del tronco di sostegno che si considera
- per nodi dei reticolati di due facce adiacenti sfalsati su una stessa membratura, l è definita al punto precedente e ρ è relativo all'asse baricentrico normale alla faccia che si considera

2.4.3 Collegamenti bullonati⁵

- massima sollecitazioni di recisione: $\leq 30\%$ sollecitazione rottura a trazione
- massima sollecitazioni di trazione: $\leq 40\%$ sollecitazione rottura a trazione
- pressione massima sul contorno del foro⁶: $\leq 240\%$ sollecitazione ammissibile

Per bulloni classe 6.8 e materiali come S235JR e S355JR, tenendo conto delle prescrizioni di [10] e [11], le grandezze suddette assumono i seguenti valori:

- massima sollecitazioni di recisione: 1650 daN/cm^2
- massima sollecitazioni di trazione: 2400 daN/cm^2

³ par. 2.4.09 di [1]

⁴ par. 2.4.11 di [1]

⁵ par. 2.4.12 di [1]

⁶ par. 2.4.09, punto *d* di [1]

- pressione massima sul contorno del foro
 - per S235JR: 3200 daN/cm²
 - per S355JR: 5100 daN/cm²

2.5 Carichi in Zona A e Zona B, normali ed eccezionali

Il portale di linea 132-150 kV è impiegato per l'utilizzo normale (testa a 0°) e come capolinea (testa a 0°, testa a 22°30', con o senza portaterminali).

I carichi, forniti da Terna (rif. [13]), sono relativi a:

- Conduttore di energia RQUT0000C2/1, alluminio-acciaio Ø 31,5
- Fune di guardia con fibre ottiche diametro 17,9 mm tipo UX LC50

Tutti i carichi sono espressi in daN:

TIRO PIENO - AMARRO DI UNA LINEA - Testa 0° (CON e SENZA portaterminali)

ZONA A								
Schema di carico	Condizione		Fase 1, 2 e 3			Funi di guardia		
			Nodi 14, 16, 18			Nodi 11 e 12		
			T	P	L	T	P	L
1	Normale	MSA	3202	2476	5450	2053	1418	3580
2	Eccezionale	MSA	0	0	0	0	0	0
ZONA B								
Schema di carico	Condizione		Fase 1, 2 e 3			Funi di guardia		
			Nodi 14, 16, 18			Nodi 11 e 12		
			T	P	L	T	P	L
3	Normale	MSA-B	2864	2236	4650	1968	1358	3380
4	Eccezionale	MSA-B	0	0	0	0	0	0
5	Normale	MSB	2769	3060	5670	1961	1892	3970
6	Eccezionale	MSB	0	0	0	0	0	0

TIRO PIENO - AMARRO DI UNA LINEA - Testa 22°30'

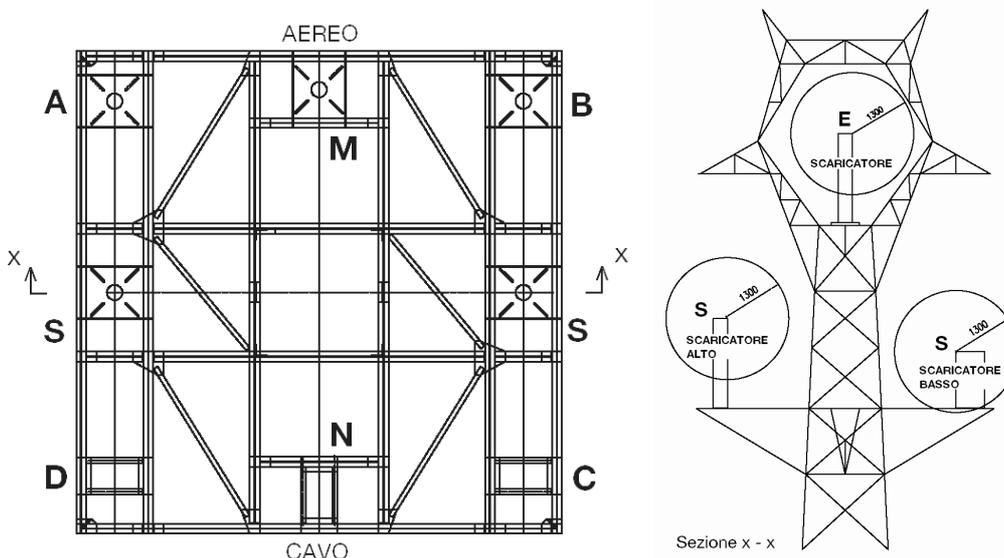
ZONA A								
Schema di carico	Condizione		Fase 1, 2 e 3			Funi di guardia		
			Nodi 14, 16, 18			Nodi 11 e 12		
			T	P	L	T	P	L
1	Normale	MSA	5044	2476	3810	3266	1419	2522
2	Eccezionale	MSA	0	0	0	0	0	0
ZONA B								
Schema di carico	Condizione		Fase 1, 2 e 3			Funi di guardia		
			Nodi 14, 16, 18			Nodi 11 e 12		
			T	P	L	T	P	L
3	Normale	MSA-B	4425	2236	3200	3112	1359	2370
4	Eccezionale	MSA-B	0	0	0	0	0	0
5	Normale	MSB	4728	3060	4179	3331	1892	2917
6	Eccezionale	MSB	0	0	0	0	0	0

TIRO PIENO - AMARRO DI DUE LINEE - 0° GRADI

ZONA A														
Schema di carico	Condizione	MSA	Fase 1 e 2			Fase 3			Funi di guardia					
			Nodi 14 e 16			Nodo 18			Nodo 17			Nodi 11 e 12		
			T	P	L	T	P	L	T	P	L	T	P	L
1	Normale	MSA	6062	2476	220	3031	1238	5670	3031	1238	-5450	3951	1419	1200
2	Eccezionale	MSA	3091	1323	5450	3031	1238	5450	0	0	0	3951	1419	1200

ZONA B														
Schema di carico	Condizione	MSA-B	Fase 1 e 2			Fase 3			Funi di guardia					
			Nodi 14 e 16			Nodo 18			Nodo 17			Nodi 11 e 12		
			T	P	L	T	P	L	T	P	L	T	P	L
3	Normale	MSA-B	5385	2236	220	2693	1118	4870	2693	1118	-4650	3782	1358	1100
4	Eccezionale	MSA-B	2753	1203	4650	2693	1118	4650	0	0	0	1891	679	3380
5	Normale	MSB	5410	3060	100	2705	1530	5770	2705	1530	-5670	3841	1892	1300
6	Eccezionale	MSB	2720	1615	5670	2705	1530	5670	0	0	0	1921	946	3970

I carichi (peso e vento) derivanti dalle apparecchiature montate sulla struttura portaterminali sono riportati nella tabella seguente⁷ e considerati agenti nei rispettivi baricentri.



ID	D,N,C	A, M, B	A, M, B	S	E
Apparecchiatura	Terminale aria-cavo	Trasformatore TV	Bobina OC	Scaricatore	Scaricatore
Peso [daN]	190	450	240	150	150
Altezza [m]	2,200	2,850	1,150	1,200	1,900
Diametro [m]	0,520	0,450	0,950	0,600	0,300
Hcg [m]	1,100	1,425	3,425	0,600	0,950
Carico vento MSA [daN]	80,8	90,6	77,2	50,9	40,3
Carico vento MSB [daN]	20,2	22,6	19,3	12,7	10,1

2.6 Ipotesi di carico impiegate nell'analisi

Le ipotesi di carico sono elencate nell'Allegato 1 al presente rapporto.

⁷ La vista in pianta del sostegno permette di identificare la disposizione delle apparecchiature. La posizione del baricentro di ognuna di queste è stata ipotizzata a metà della sua altezza. Hcg in tabella è relativo al piano della piattaforma (al piano di fissaggio per lo scaricatore E).

2.7 Risultati delle analisi

2.7.1 Risultati inviluppo sulle singole aste

I risultati, come inviluppo sulle singole aste, sono dettagliatamente riportati nei tabulati in uscita dalla procedura VERTRA nell'Allegato 4 al presente rapporto. Per la nomenclatura delle singole aste del sostegno si faccia riferimento allo schema riportato nell'Allegato 3 al presente rapporto. Gli schemi unifilari del sostegni sono inclusi nell'Allegato 2.

2.7.2 Sforzi massimi di compressione e strappamento sulla fondazione

Gli sforzi massimi di compressione, strappamento e taglio sulla fondazione, per ogni allungato analizzato, sono tabulati nell'Allegato 5 al presente rapporto. Le azioni calcolate vengono impiegate per la successiva verifica dei monconi metallici.

A tale scopo, si evidenzia che, per quanto riguarda i monconi, tenendo conto del criterio di verifica alle tensioni ammissibili per le condizioni normali e per quelle eccezionali (dove la tensione ammissibile è incrementata del 60%, vedasi [1]), sono presentati i valori delle azioni massime per le condizioni normali e quelle per le condizioni eccezionali divise per il coefficiente di incremento 1,6, in modo da rendere confrontabili le azioni sui monconi stessi ai fini della verifica alle tensioni ammissibili. In Allegato 5 sono anche presentati i valori massimi, senza alcuna riduzione, tra quelli relativi alle condizioni normali ed eccezionali, per la verifica delle pressioni sul calcestruzzo dei monconi.

Per quanto riguarda la fondazione, monoblocco, essa è soggetta ad azioni orizzontali, verticali e di momento ribaltante. Si individuano, dai calcoli eseguiti, per ogni condizione di carico, sulla struttura del portale quelli massimi, in termini di forze di taglio e momenti alla base dei sostegni, oltre che le azioni di normali al terreno, in tal caso massime e minime.

Si ricorda che il calcolo eseguito sulla struttura del portale, individua, per ogni montante di ogni sostegno considerato, forze di taglio e azioni assiali rispettivamente parallele agli assi di riferimento x, y e z (ovvero normali alla linea, paralleli alla linea e verticali).

Il portale è collegato ad un singolo blocco di fondazione, il quale, all'interfaccia con il portale stesso, è globalmente soggetto alle risultanti associate ad ogni singolo montante.

Detti T_{x_i} , T_{y_i} e N_i ($i=1,4$ ossia quanti sono i montanti) rispettivamente le i-esime forze di taglio nelle direzioni x e y e la i-esima forza assiale, a e b gli interassi fra i montanti lungo le direzioni x e y, si ha, in corrispondenza del piano superiore della fondazione:

$$\begin{aligned} F_x &= \sum_i T_{x_i} && \text{forza di taglio nella direzione normale alla linea} \\ F_y &= \sum_i T_{y_i} && \text{forza di taglio nella direzione parallela alla linea} \\ N &= \sum_i N_i && \text{forza verticale} \\ M_x &= (b/2) \sum_i N_i && \text{momento attorno ad un asse normale alla linea} \\ M_y &= (a/2) \sum_i N_i && \text{momento attorno ad un asse parallelo alla linea} \end{aligned}$$

Sul piano inferiore della fondazione, ossia all'interfaccia fondazione-terreno, la azioni sono le seguenti:

$$\begin{aligned} F_X &= F_x \\ F_Y &= F_y \\ P &= N \\ M_X &= M_x - F_Y \times H \\ M_Y &= M_y + F_X \times H \end{aligned}$$

dove H è lo spessore della fondazione.

Le azioni prese a riferimento per la verifica della fondazione sono perciò quelle relative alle condizioni di massima sollecitazione.

3 CONCLUSIONI

Sulla base delle analisi effettuate, si può affermare che lo stato tensionale negli elementi strutturali del traliccio esaminato, conseguente alle azioni normali ed eccezionali previste dalla normativa di riferimento, risulta sempre inferiore ai corrispondenti valori delle tensioni ammissibili.

ALLEGATO 1
TABELLE DELLE IPOTESI DI CARICO IMPIEGATE NELLE
ANALISI STATICHE

I valori dei carichi utilizzati sono definiti in 2.5.

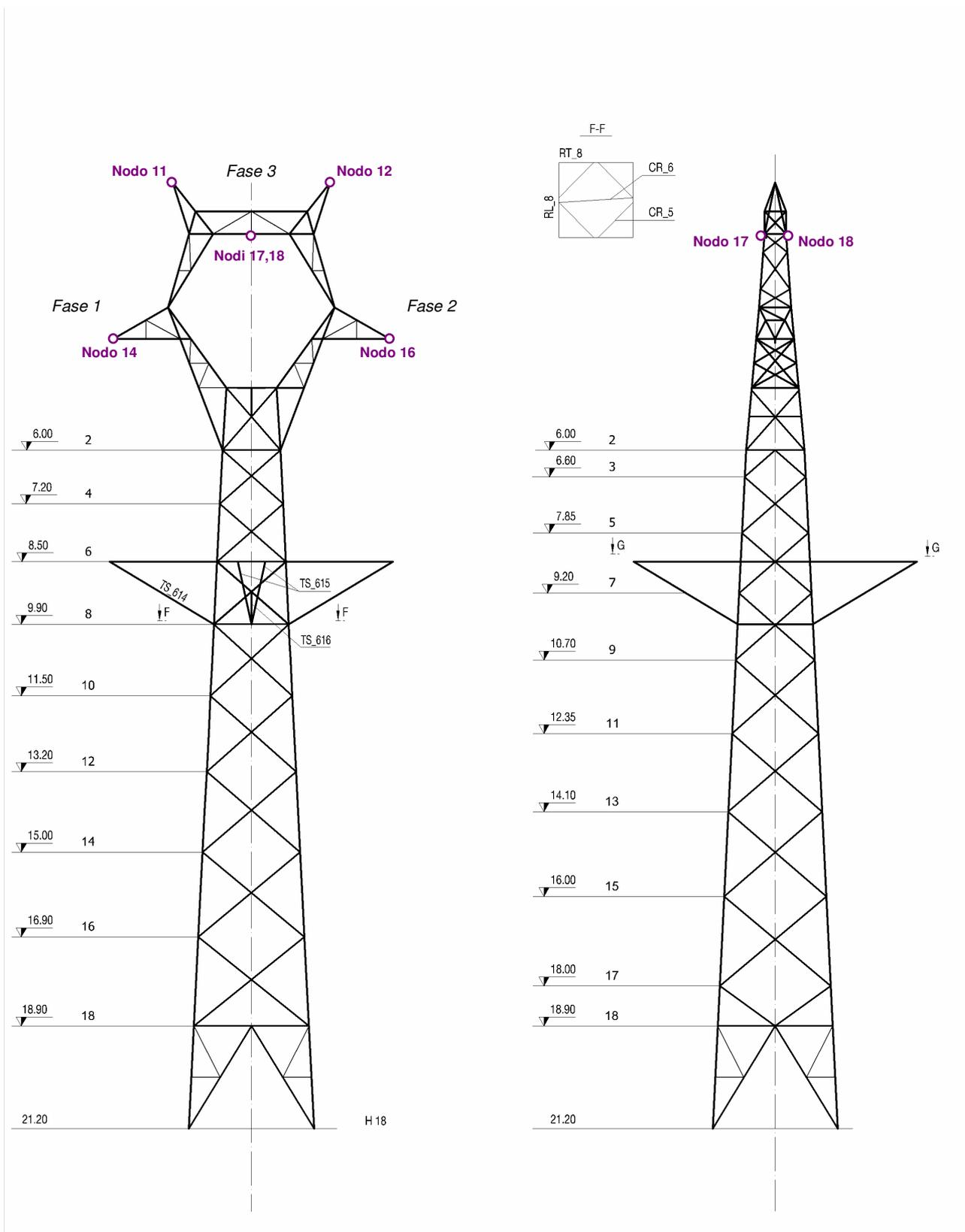
Di seguito vengono indicati le composizioni dei TPL che compongono una singola combinazione di carico che viene poi richiamata nell'output della verifica riportato in ALLEGATO 4.

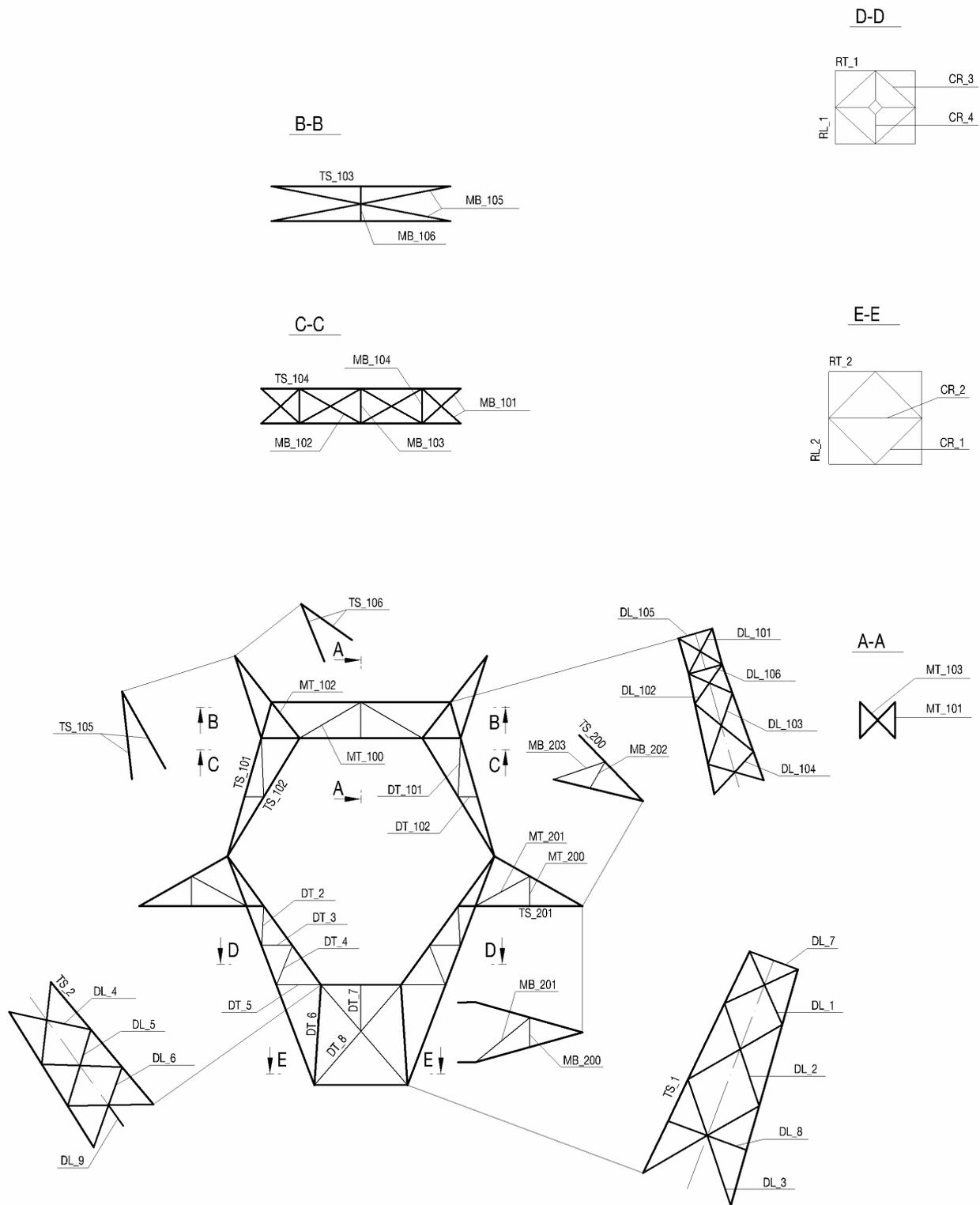
Combinazione di carico	Condizione	Tipo Carico	Riga dei TPL utilizzati				
			Fune di guardia 1	Fune di guardia 2	Fase A	Fase B	Fase C
\$ ZONA A - MSA							
1	MSA	Normale	1	1	1	1	1
2	MSA	Eccezionale	2	1	1	1	1
3	MSA	Eccezionale	1	2	1	1	1
4	MSA	Eccezionale	1	1	2	1	1
5	MSA	Eccezionale	1	1	1	2	1
6	MSA	Eccezionale	1	1	1	1	2

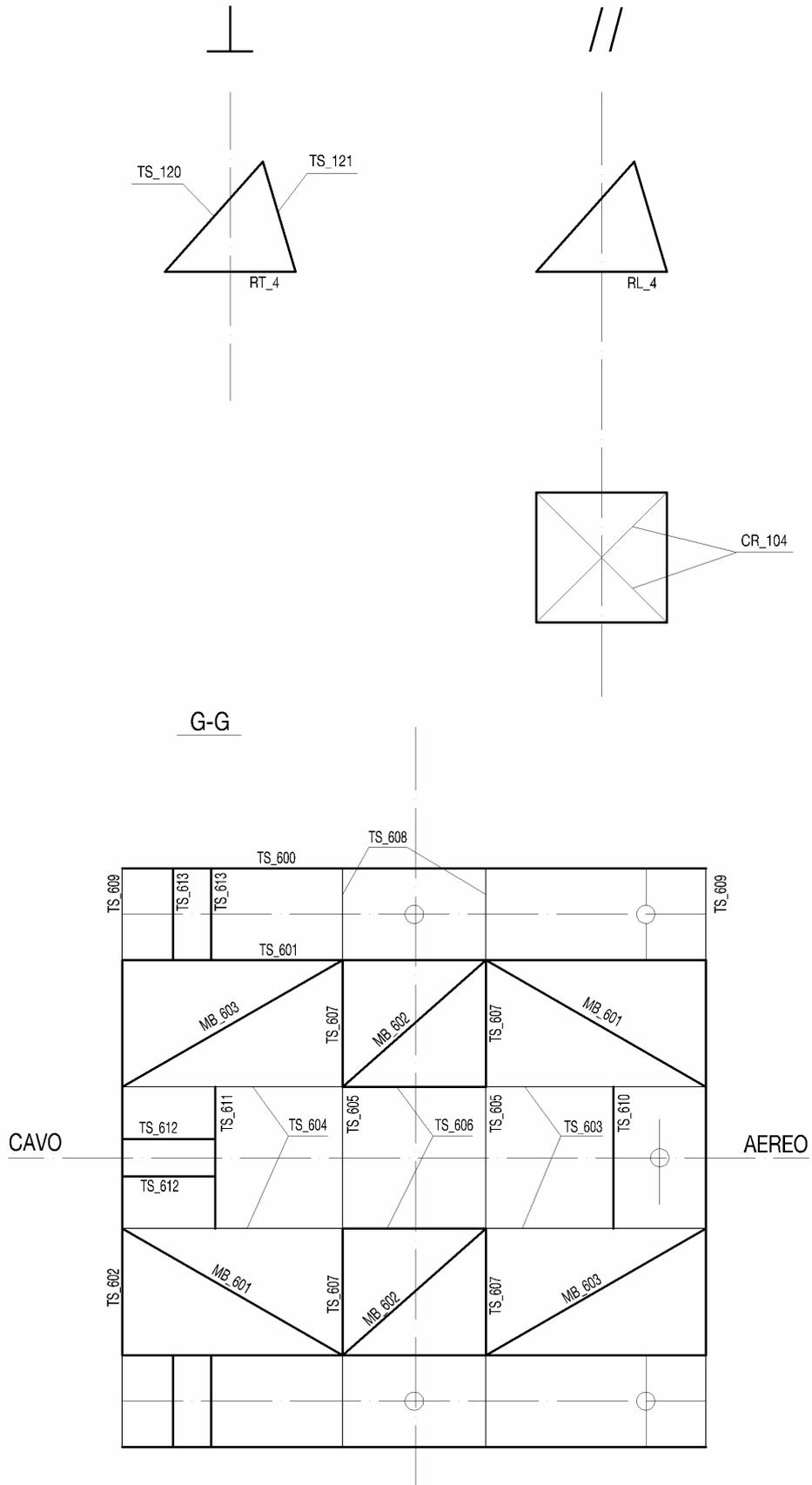
Combinazione di carico	Condizione	Tipo Carico	Riga dei TPL utilizzati				
			Fune di guardia 1	Fune di guardia 2	Fase A	Fase B	Fase C
\$ ZONA B - MSA							
7	MSA-B	Normale	3	3	3	3	3
8	MSA-B	Eccezionale	4	3	3	3	3
9	MSA-B	Eccezionale	3	4	3	3	3
10	MSA-B	Eccezionale	3	3	4	3	3
11	MSA-B	Eccezionale	3	3	3	4	3
12	MSA-B	Eccezionale	3	3	3	3	4

Combinazione di carico	Condizione	Tipo Carico	Riga dei TPL utilizzati				
			Fune di guardia 1	Fune di guardia 2	Fase A	Fase B	Fase C
\$ ZONA B - MSB							
13	MSB	Normale	5	5	5	5	5
14	MSB	Eccezionale	6	5	5	5	5
15	MSB	Eccezionale	5	6	5	5	5
16	MSB	Eccezionale	5	5	6	5	5
17	MSB	Eccezionale	5	5	5	6	5
18	MSB	Eccezionale	5	5	5	5	6

ALLEGATO 2
SCHEMI UNIFILARI DELLE VARIE PARTI COMPONENTI IL SOSTEGNO

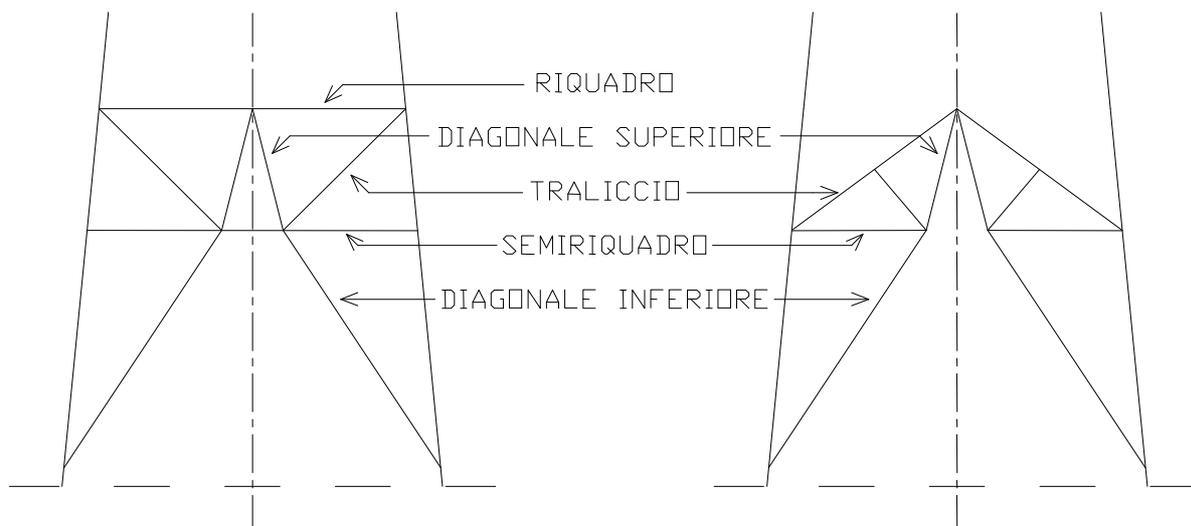






ALLEGATO 3
NOMENCLATURA PARTI INFERIORI DEL SOSTEGNO

NOMENCLATURA PARTI INFERIORI
DEL SOSTEGNO



Le aste riportate nei report di calcolo sono identificabili tramite il loro nome, che è stato codificato secondo la tabella 1:

Descrizione	Nome Asta	Esempio
<i>Aste della testa</i>	Suffisso TS_ più numero dell'asta	TS_120
<i>Rompitratta sezione orizzontale mensola</i>	Suffisso MB_ più numerazione progressiva	MB_3
<i>Rompitratta trasversali mensola</i>	Suffisso MT_ più numerazione progressiva	MT_3
<i>Tralicciatura trasversale bracci testa a Delta</i>	Suffisso DT_ più numerazione progressiva	DT_5
<i>Tralicciatura longitudinale bracci testa a Delta</i>	Suffisso DL_ più numerazione progressiva	DL_3
<i>Montanti</i>	Suffisso MO_ più Livello A e B	MO_L1_L9
<i>Tralici Longitudinali</i>	Suffisso TL_ più Livello A e B	TL_L10_L11
<i>Tralici Trasversali</i>	Suffisso TT più Livello A e B	TT_L10_L11
<i>Riquadri Trasversali</i>	Suffisso RT più numero asta	RT_1
<i>Riquadri Longitudinali</i>	Suffisso RL più numero asta	RL_1
<i>Crociere</i>	Suffisso CR_ più numero dell'asta	CR_92
<i>Rompitratta del cimino trasversali</i>	Suffisso CT più numerazione progressiva	CT_1
<i>Rompitratta del cimino longitudinali</i>	Suffisso CL più numerazione progressiva	CL_1
Basi	Suffisso BA_Hnumero_	
<i>Traliccio Trasversale</i>	Suffisso BA_TT_Hnumero	BA_TT_H18
<i>Traliccio Longitudinale</i>	Suffisso BA_TL_Hnumero	BA_TL_H18
<i>Rompitratta Trasversale n</i>	Suffisso BA_RTnumero_Hnumero	BA_RT1_H18
<i>Rompitratta Longitudinale n</i>	Suffisso BA_RLnumero_Hnumero_	BA_RL1_H18
<i>Riquadro trasversale</i>	Suffisso BA_QT_Hnumero	BA_QT_H18
<i>Riquadro Longitudinale</i>	Suffisso BA_QL_Hnumero_	BA_QL_H18
<i>Semiriquadro trasversale</i>	Suffisso BA_ST_Hnumero	BA_ST_H18
<i>Semiriquadro Longitudinale</i>	Suffisso BA_SL_Hnumero	BA_SL_H18
<i>Diagonale sup. trasv.</i>	Suffisso BA_DT_Hnumero	BA_DT_H18
<i>Diagonale sup. long.</i>	Suffisso BA_Hnumero_DL	BA_DL_H18
Piedi	Suffisso BP_Hnumero_Pnumero	
<i>Montante</i>	Suffisso BP_MO_Pnumero_Hnumero	BP_MO_P-2_H18
<i>Diagonale Trasversale</i>	Suffisso BP_DT_Pnumero_Hnumero	BP_DT_P-2_H18
<i>Diagonale Longitudinale</i>	Suffisso BP_DL_Pnumero_Hnumero	BP_DL_P-2_H18
<i>Rompitratta Trasversale</i>	Suffisso BP_RTnumero_Pnumero_Hnumero	BP_RT1_P-2_H18
<i>Rompitratta Longitudinale</i>	Suffisso BP_RLnumero_Pnumero_Hnumero	BP_RL3_P-2_H18

Tabella 1 : Definizione dei nomi delle aste

Nel riportare i risultati viene indicato anche lo schema geometrico che ha fornito la massima azione per ogni singola asta.

Questo schema è ottenuto sommando al “codice primario ” riportato nella tabella 2, indicante la testa utilizzata, il “codice secondario” riportato nella tabella 3.

Per cui, quando ad esempio viene indicato come schema geometrico con l’azione massima il numero 404, si intende un sostegno composto da:

- Testa 0° con portaterminali
- Base H18
- Piede +0

Codice	Gruppo
100	Testa 0°. Capolinea
200	Testa 0°. Amarro 2 linee
300	Testa 22°30'. Capolinea
400	Testa 0° - Portaterminali. Capolinea

Tabella 2: “Codice identificativo primario”

Codice	Base	Piede
01	H9	+0
02	H12	+0
03	H15	+0
04	H18	+0

Tabella 3: “Codice identificativo secondario”

NOTA: La configurazione caratterizzata dalla struttura portaterminali (“codice primario” 400) non prevede l’uso dell’allungato H9: pertanto lo schema geometrico 401 non è utilizzato.

ALLEGATO 4

TABELLE DEI RISULTATI DELLE ANALISI STATICHE

NOTA Per le condizioni di carico eccezionali, le azioni interne e le relative tensioni sono quelle derivanti dal calcolo divise per un coefficiente 1,6 per un confronto con le tensioni ammissibili delle condizioni di carico normali, si veda rif. [1], par. 2.04.09.

Le ipotesi di carico normali ed eccezionali sono definite nell'Allegato 1.

+-----+
 |TESTA DEL SOSTEGNO|
 +-----+

Portale132-150kv_A2 - Tiro pieno						
Nome Asta	TS_1	TS_2	TS_101	TS_102	TS_103	TS_104
PROFILATO	L	L	L	L	L	L
Ala (mm)	140	120	120	100	75	70
Ala (mm)	140	120	120	100	75	70
Spessore (mm)	15	9	10	7	5	5
Sezione (cm2)	40.00	21.00	23.20	13.70	7.36	6.84
Materiale	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR
Lunghezza geometrica (m)	3.434	2.223	1.719	1.933	2.483	2.766
Lunghezza libera (m)	1.502	0.864	0.859	1.933	1.242	0.850
Raggio di Inerzia (cm)	MED 4.250	MIN 2.370	MED 3.680	MED 3.100	MIN 1.490	MIN 1.380
Snellezza	35.4	36.5	23.4	62.3	83.3	61.6
COMPRESSIONE						
Azione Assiale (daN)	63646.	24749.	30108.	11442.	9191.	3681.
Combinazione di carico	13	1	13	13	13	13
Schema geometrico	301	201	402	403	201	402
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	1923.	1913.	2060.	1609.	1364.	1609.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	1591.	1178.	1298.	835.	1249.	538.
TRAZIONE						
Azione Assiale (daN)	47931.	32151.	23698.	18411.	6965.	10713.
Combinazione di carico	13	1	13	13	1	13
Schema geometrico	101	201	402	402	204	402
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	2158.	2158.	2158.	2158.	2158.	2158.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	1422.	1682.	1123.	1505.	1104.	1850.
COLLEGAMENTO						
Numero Bulloni	14	8	8	4	3	3
Diametro Bulloni (mm)	20	20	20	20	20	20
TAGLIO						
Sforzo effettivo (daN/cm2)	1447.	1279.	1198.	1465.	975.	1137.
RIFOLLAMENTO						
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	5179.	5179.	5179.	5179.	5179.	5179.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	1443.	2126.	1792.	3131.	2918.	3401.

Portale132-150kv_A2 - Tiro pieno							
Nome Asta	TS_105	TS_106	TS_120	TS_121	TS_200	TS_201	
PROFILATO	L	L	L	L	L	L	L
Ala (mm)	75	55	150	150	70	90	
Ala (mm)	75	55	150	150	70	90	
Spessore (mm)	7	5	13	13	5	6	
Sezione (cm2)	10.10	5.31	37.30	37.30	6.84	10.45	
Materiale	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR	
Lunghezza geometrica (m)	1.231	0.860	1.592	1.257	1.453	1.776	
Lunghezza libera (m)	1.231	0.860	1.592	1.257	0.866	0.789	
Raggio di Inerzia (cm)	MIN 1.470	MIN 1.080	MED 4.590	MED 4.590	MIN 1.380	MIN 1.770	
Snellezza	83.8	79.6	34.7	27.4	62.8	44.6	
COMPRESSIONE							
Azione Assiale (daN)	11711.	5358.	28823.	62409.	4975.	15712.	
Combinazione di carico	13	1	13	13	13	13	
Schema geometrico	402	201	301	301	301	403	
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	1354.	1403.	1923.	2021.	1599.	1805.	
Sforzo effettivo (daN/cm2)	1160.	1009.	773.	1673.	727.	1504.	
TRAZIONE							
Azione Assiale (daN)	8495.	6687.	25412.	54498.	11571.	10748.	
Combinazione di carico	13	13	13	13	13	13	
Schema geometrico	402	201	304	304	301	304	
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	2158.	2158.	2158.	2158.	2158.	2158.	
Sforzo effettivo (daN/cm2)	984.	1570.	829.	1777.	1932.	1170.	
COLLEGAMENTO							
Numero Bulloni	3	2	9	10	4	4	
Diametro Bulloni (mm)	20	20	24	24	16	20	
TAGLIO							
Sforzo effettivo (daN/cm2)	1243.	1064.	708.	1380.	1439.	1250.	
RIFOLLAMENTO							
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	5179.	5179.	5179.	5179.	5179.	5179.	
Sforzo effettivo (daN/cm2)	2656.	3184.	966.	1883.	3403.	3117.	

Portale132-150kv_A2 - Tiro pieno							
Nome Asta	TS_600	TS_601	TS_602	TS_603	TS_604	TS_605	
PROFILATO	2U	2U	2U	2U	2U	2U	
Ala (mm)	140	140	140	140	140	140	
Ala (mm)	70	70	70	70	70	70	
Spessore (mm)	7	7	7	7	7	7	
Sezione (cm2)	40.80	40.80	40.80	40.80	40.80	40.80	
Materiale	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR	
Lunghezza geometrica (m)	6.170	6.170	4.430	2.327	2.327	1.516	
Lunghezza libera (m)	6.170	2.327	1.516	2.327	2.327	1.516	
Raggio di Inerzia (cm)	MED 5.450						
Snellezza	113.2	42.7	27.8	42.7	42.7	27.8	
COMPRESSIONE							
Azione Assiale (daN)	0.	2525.	128.	1378.	935.	2376.	
Combinazione di carico	4	7	7	1	7	1	
Schema geometrico	403	402	402	404	402	404	
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	814.	1834.	2011.	1834.	1834.	2011.	
Sforzo effettivo (daN/cm2)	0.	62.	3.	34.	23.	58.	
TRAZIONE							
Azione Assiale (daN)	2772.	2168.	3142.	3350.	1894.	1315.	
Combinazione di carico	1	7	1	7	1	13	
Schema geometrico	404	402	404	402	403	404	
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	2158.	2158.	2158.	2158.	2158.	2158.	
Sforzo effettivo (daN/cm2)	70.	55.	79.	85.	48.	34.	
COLLEGAMENTO							
Numero Bulloni	8	8	4	8	8	16	
Diametro Bulloni (mm)	16	16	16	16	16	16	
TAGLIO							
Sforzo effettivo (daN/cm2)	86.	78.	195.	104.	59.	37.	
RIFOLLAMENTO							
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	5179.	5179.	5179.	5179.	5179.	5179.	
Sforzo effettivo (daN/cm2)	146.	133.	330.	176.	99.	62.	

Portale132-150kv_A2 - Tiro pieno							
Nome Asta	TS_606	TS_607	TS_608	TS_609	TS_610	TS_611	
PROFILATO	2U						
Ala (mm)	140	140	140	140	140	140	140
Ala (mm)	70	70	70	70	70	70	70
Spessore (mm)	7	7	7	7	7	7	7
Sezione (cm2)	40.80	40.80	40.80	40.80	40.80	40.80	40.80
Materiale	S355JR						
Lunghezza geometrica (m)	1.516	1.457	0.870	0.870	1.516	1.516	1.516
Lunghezza libera (m)	1.516	1.457	0.870	0.870	1.516	1.516	1.516
Raggio di Inerzia (cm)	MED 5.450						
Snellezza	27.8	26.7	16.0	16.0	27.8	27.8	27.8
COMPRESSIONE							
Azione Assiale (daN)	2080.	2859.	231.	0.	82.	64.	
Combinazione di carico	1	1	7	0	7	1	
Schema geometrico	403	404	402	401	403	403	
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	2011.	2021.	2148.	2148.	2011.	2011.	
Sforzo effettivo (daN/cm2)	51.	70.	6.	0.	2.	2.	
TRAZIONE							
Azione Assiale (daN)	3434.	1359.	386.	2809.	39.	15.	
Combinazione di carico	1	7	1	1	4	16	
Schema geometrico	404	402	404	404	402	402	
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	2158.	2158.	2158.	2158.	2158.	2158.	
Sforzo effettivo (daN/cm2)	89.	34.	10.	71.	1.	0.	
COLLEGAMENTO							
Numero Bulloni	16	4	4	4	8	8	
Diametro Bulloni (mm)	16	16	16	16	16	16	
TAGLIO							
Sforzo effettivo (daN/cm2)	53.	178.	24.	175.	3.	2.	
RIFOLLAMENTO							
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	5179.	5179.	5179.	5179.	5179.	5179.	
Sforzo effettivo (daN/cm2)	90.	300.	41.	295.	4.	3.	

Portale132-150kv_A2 - Tiro pieno						
Nome Asta	TS_612	TS_613	TS_614	TS_615	TS_616	
PROFILATO	U	U	2L	2L	PT	
Ala (mm)	140	140	80	80	100	
Ala (mm)	70	70	80	80	0	
Spessore (mm)	10	10	6	6	12	
Sezione (cm2)	20.40	20.40	18.70	18.70	12.00	
Materiale	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR	
Lunghezza geometrica (m)	0.870	0.870	3.487	2.695	0.731	
Lunghezza libera (m)	0.870	0.870	3.487	2.695	0.731	
Raggio di Inerzia (cm)	MED 5.450	MED 5.450	MIN 2.440	MIN 2.440	MIN 0.346	
Snellezza	16.0	16.0	142.9	110.4	211.4	
COMPRESSIONE						
Azione Assiale (daN)	215.	306.	4318.	2928.	0.	
Combinazione di carico	4	1	1	1	0	
Schema geometrico	402	404	403	402	401	
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	2148.	2148.	510.	863.	235.	
Sforzo effettivo (daN/cm2)	11.	15.	231.	157.	0.	
TRAZIONE						
Azione Assiale (daN)	513.	319.	0.	88.	1515.	
Combinazione di carico	1	1	0	5	7	
Schema geometrico	403	404	401	402	402	
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	2158.	2158.	2158.	2158.	2158.	
Sforzo effettivo (daN/cm2)	27.	17.	0.	5.	152.	
COLLEGAMENTO						
Numero Bulloni	2	2	2	2	1	
Diametro Bulloni (mm)	16	16	16	16	16	
TAGLIO						
Sforzo effettivo (daN/cm2)	127.	79.	537.	364.	753.	
RIFOLLAMENTO						
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	5179.	5179.	5179.	5179.	5179.	
Sforzo effettivo (daN/cm2)	151.	94.	1058.	718.	742.	

Portale132-150kv_A2 - Tiro pieno						
Nome Asta	MB_101	MB_102	MB_103	MB_104	MB_105	MB_106
PROFILATO	L	L	L	L	L	L
Ala (mm)	35	35	80	35	80	80
Ala (mm)	35	35	80	35	80	80
Spessore (mm)	4	4	6	4	6	6
Sezione (cm2)	2.67	2.67	9.35	2.67	9.35	9.35
Materiale	S355JR	S355JR	S235JR	S355JR	S355JR	S235JR
Lunghezza geometrica (m)	0.721	0.979	0.485	0.485	2.530	0.485
Lunghezza libera (m)	0.360	0.489	0.485	0.485	1.265	0.242
Raggio di Inerzia (cm)	MIN 0.678	MIN 0.678	MIN 1.580	MIN 0.678	MIN 1.580	MIN 1.580
Snellezza	53.1	72.2	30.7	71.5	80.1	15.3
COMPRESSIONE						
Azione Assiale (daN)	1647.	2298.	4099.	447.	9318.	3234.
Combinazione di carico	15	15	1	13	13	13
Schema geometrico	302	204	201	203	403	402
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	1717.	1491.	1275.	1491.	1403.	1373.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	617.	861.	438.	168.	997.	346.
TRAZIONE						
Azione Assiale (daN)	1647.	2298.	4099.	447.	9318.	3234.
Combinazione di carico	15	15	1	13	13	13
Schema geometrico	302	204	201	203	403	402
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	2158.	2158.	1373.	2158.	2158.	1373.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	766.	1069.	492.	208.	1119.	400.
COLLEGAMENTO						
Numero Bulloni	2	2	2	2	3	1
Diametro Bulloni (mm)	12	12	16	12	16	20
TAGLIO						
Sforzo effettivo (daN/cm2)	728.	1016.	1019.	198.	1545.	1030.
RIFOLLAMENTO						
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	5179.	5179.	3295.	5179.	5179.	3295.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	1584.	2209.	2009.	430.	3045.	2567.

Portale132-150kv_A2 - Tiro pieno							
Nome Asta	MB_200	MB_201	MB_202	MB_203	MB_601	MB_602	
PROFILATO	L	L	L	L	U	U	
Ala (mm)	45	55	35	35	140	140	
Ala (mm)	45	55	35	35	70	70	
Spessore (mm)	4	4	4	4	7	7	
Sezione (cm2)	3.49	4.26	2.67	2.67	20.40	20.40	
Materiale	S355JR	S355JR	S235JR	S235JR	S235JR	S235JR	
Lunghezza geometrica (m)	0.408	0.981	0.424	0.804	2.745	2.103	
Lunghezza libera (m)	0.408	0.981	0.424	0.804	2.745	2.103	
Raggio di Inerzia (cm)	MIN 0.878	MIN 1.090	MIN 0.678	MIN 0.678	MIN 1.750	MIN 1.750	
Snellezza	46.5	90.0	62.6	118.6	156.9	120.2	
COMPRESSIONE							
Azione Assiale (daN)	2701.	3479.	979.	793.	3455.	1040.	
Combinazione di carico	13	13	13	13	1	1	
Schema geometrico	304	104	304	304	404	404	
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	1785.	1246.	1079.	726.	422.	716.	
Sforzo effettivo (daN/cm2)	774.	817.	367.	297.	169.	51.	
TRAZIONE							
Azione Assiale (daN)	2701.	3479.	979.	793.	3455.	1040.	
Combinazione di carico	13	13	13	13	1	1	
Schema geometrico	304	104	304	304	404	404	
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	2158.	2158.	1373.	1373.	1373.	1373.	
Sforzo effettivo (daN/cm2)	961.	1017.	455.	369.	180.	54.	
COLLEGAMENTO							
Numero Bulloni	1	1	1	1	4	4	
Diametro Bulloni (mm)	16	20	12	12	16	16	
TAGLIO							
Sforzo effettivo (daN/cm2)	1343.	1107.	865.	701.	430.	129.	
RIFOLLAMENTO							
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	5179.	5179.	3295.	3295.	3295.	3295.	
Sforzo effettivo (daN/cm2)	3972.	4142.	1882.	1525.	726.	218.	

Portale132-150kv_A2 - Tiro pieno

Nome Asta	MB_603
PROFILATO	U
Ala (mm)	140
Ala (mm)	70
Spessore (mm)	7
Sezione (cm ²)	20.40
Materiale	S235JR
Lunghezza geometrica (m)	2.745
Lunghezza libera (m)	2.745
Raggio di Inerzia (cm)	MIN 1.750
Snellezza	156.9
COMPRESSIONE	
Azione Assiale (daN)	3136.
Combinazione di carico	7
Schema geometrico	402
Sforzo ammissibile (daN/cm ²)	422.
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	154.
TRAZIONE	
Azione Assiale (daN)	3136.
Combinazione di carico	7
Schema geometrico	402
Sforzo ammissibile (daN/cm ²)	1373.
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	163.
COLLEGAMENTO	
Numero Bulloni	4
Diametro Bulloni (mm)	16
TAGLIO	
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	390.
RIFOLLAMENTO	
Sforzo ammissibile (daN/cm ²)	3295.
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	659.

Portale132-150kv_A2 - Tiro pieno						
Nome Asta	MT_100	MT_101	MT_102	MT_103	MT_200	MT_201
PROFILATO	L	L	L	L	L	L
Ala (mm)	75	100	90	45	55	60
Ala (mm)	75	75	90	45	55	60
Spessore (mm)	6	6	7	5	4	4
Sezione (cm2)	8.75	13.50	12.20	4.30	4.26	4.72
Materiale	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR
Lunghezza geometrica (m)	0.986	0.500	0.635	0.697	0.417	0.890
Lunghezza libera (m)	0.986	0.500	0.635	0.348	0.417	0.890
Raggio di Inerzia (cm)	MIN 1.480	MIN 1.600	MIN 1.770	MIN 0.871	MIN 1.090	MIN 1.190
Snellezza	66.6	31.2	35.9	40.0	38.3	74.8
COMPRESSIONE						
Azione Assiale (daN)	11109.	2768.	14808.	4870.	4151.	6269.
Combinazione di carico	1	13	13	13	13	13
Schema geometrico	204	402	402	402	304	304
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	1550.	1972.	1913.	1864.	1893.	1462.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	1270.	205.	1214.	1133.	975.	1328.
TRAZIONE						
Azione Assiale (daN)	11109.	2768.	14808.	4870.	4151.	6269.
Combinazione di carico	1	13	13	13	13	13
Schema geometrico	204	402	402	402	304	304
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	2158.	2158.	2158.	2158.	2158.	2158.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	1483.	222.	1380.	1412.	1214.	1552.
COLLEGAMENTO						
Numero Bulloni	3	4	4	2	1	2
Diametro Bulloni (mm)	20	16	20	16	20	16
TAGLIO						
Sforzo effettivo (daN/cm2)	1179.	344.	1178.	1211.	1321.	1559.
RIFOLLAMENTO						
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	5179.	5179.	5179.	5179.	5179.	5179.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	2939.	678.	2518.	2865.	4942.	4609.

Portale132-150kv_A2 - Tiro pieno							
Nome Asta	DT_2	DT_3	DT_4	DT_5	DT_6	DT_7	
PROFILATO	2L	L	L	L	L	L	L
Ala (mm)	60	50	50	60	70	60	60
Ala (mm)	60	50	50	60	70	60	60
Spessore (mm)	5	4	4	4	5	4	4
Sezione (cm2)	11.60	3.90	3.90	4.72	6.84	4.72	4.72
Materiale	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR	S235JR	S235JR
Lunghezza geometrica (m)	0.553	0.425	0.593	0.612	1.408	0.655	0.655
Lunghezza libera (m)	0.553	0.425	0.593	0.612	1.408	0.655	0.655
Raggio di Inerzia (cm)	MIN 1.820	MIN 0.980	MIN 0.980	MIN 1.190	MIN 1.380	MIN 1.190	MIN 1.190
Snellezza	30.4	43.3	60.5	51.4	102.0	55.1	55.1
COMPRESSIONE							
Azione Assiale (daN)	8760.	4260.	4780.	3025.	5549.	84.	84.
Combinazione di carico	1	13	13	1	16	7	7
Schema geometrico	204	302	302	402	402	304	304
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	1982.	1834.	1638.	1736.	1001.	1128.	1128.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	755.	1092.	1226.	641.	811.	18.	18.
TRAZIONE							
Azione Assiale (daN)	8760.	4260.	4780.	3025.	5549.	84.	84.
Combinazione di carico	1	13	13	1	16	7	7
Schema geometrico	204	302	302	402	402	304	304
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	2158.	2158.	2158.	2158.	2158.	1373.	1373.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	815.	1323.	1485.	749.	926.	21.	21.
COLLEGAMENTO							
Numero Bulloni	2	2	2	2	2	1	1
Diametro Bulloni (mm)	16	16	16	16	16	16	16
TAGLIO							
Sforzo effettivo (daN/cm2)	1089.	1059.	1189.	752.	1380.	42.	42.
RIFOLLAMENTO							
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	5179.	5179.	5179.	5179.	5179.	3295.	3295.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	2577.	3132.	3515.	2224.	3264.	124.	124.

Portale132-150kv_A2 - Tiro pieno				
Nome Asta	DT_8	DT_101	DT_102	
PROFILATO	L	L	L	
Ala (mm)	120	65	45	
Ala (mm)	120	65	45	
Spessore (mm)	9	4	4	
Sezione (cm ²)	21.00	5.13	3.49	
Materiale	S355JR	S355JR	S235JR	
Lunghezza geometrica (m)	1.841	0.828	0.267	
Lunghezza libera (m)	0.983	0.828	0.267	
Raggio di Inerzia (cm)	MIN 2.370	MIN 1.300	MIN 0.878	
Snellezza	41.5	63.7	30.4	
COMPRESSIONE				
Azione Assiale (daN)	29435.	7223.	3573.	
Combinazione di carico	1	13	13	
Schema geometrico	202	402	402	
Sforzo ammissibile (daN/cm ²)	1854.	1589.	1275.	
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	1402.	1408.	1024.	
TRAZIONE				
Azione Assiale (daN)	29435.	7223.	3573.	
Combinazione di carico	1	13	13	
Schema geometrico	202	402	402	
Sforzo ammissibile (daN/cm ²)	2158.	2158.	1373.	
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	1540.	1623.	1272.	
COLLEGAMENTO				
Numero Bulloni	6	3	2	
Diametro Bulloni (mm)	20	16	16	
TAGLIO				
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	1562.	1198.	888.	
RIFOLLAMENTO				
Sforzo ammissibile (daN/cm ²)	5179.	5179.	3295.	
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	2596.	3541.	2627.	

Portale132-150kv_A2 - Tiro pieno							
Nome Asta	DL_1	DL_2	DL_3	DL_4	DL_5	DL_6	
PROFILATO	L	L	L	L	L	L	L
Ala (mm)	55	55	60	45	45	45	45
Ala (mm)	55	55	60	45	45	45	45
Spessore (mm)	5	5	5	4	4	4	4
Sezione (cm2)	5.31	5.31	5.81	3.49	3.49	3.49	3.49
Materiale	S355JR						
Lunghezza geometrica (m)	1.076	1.500	1.887	1.158	1.112	1.190	1.190
Lunghezza libera (m)	0.581	0.827	1.044	0.625	0.586	0.624	0.624
Raggio di Inerzia (cm)	MIN 1.080	MIN 1.080	MIN 1.180	MIN 0.878	MIN 0.878	MIN 0.878	MIN 0.878
Snellezza	53.8	76.6	88.5	71.2	66.8	71.1	71.1
COMPRESSIONE							
Azione Assiale (daN)	2582.	6146.	6682.	3619.	1036.	805.	805.
Combinazione di carico	13	13	13	13	14	14	14
Schema geometrico	301	304	402	403	304	304	304
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	1707.	1432.	1285.	1511.	1550.	1511.	1511.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	486.	1158.	1150.	1037.	297.	231.	231.
TRAZIONE							
Azione Assiale (daN)	2582.	6146.	6682.	3619.	1036.	805.	805.
Combinazione di carico	13	13	13	13	14	14	14
Schema geometrico	301	304	402	403	304	304	304
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	2158.	2158.	2158.	2158.	2158.	2158.	2158.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	579.	1378.	1404.	1288.	369.	286.	286.
COLLEGAMENTO							
Numero Bulloni	2	2	2	2	1	1	1
Diametro Bulloni (mm)	16	16	20	16	16	16	16
TAGLIO							
Sforzo effettivo (daN/cm2)	642.	1528.	1064.	900.	515.	400.	400.
RIFOLLAMENTO							
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	5179.	5179.	5179.	5179.	5179.	5179.	5179.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	1519.	3615.	3182.	2661.	1524.	1184.	1184.

Portale132-150kv_A2 - Tiro pieno							
Nome Asta	DL_7	DL_8	DL_9	DL_101	DL_102	DL_103	
PROFILATO	L	L	PT	L	L	L	L
Ala (mm)	55	55	50	40	55	50	50
Ala (mm)	55	55	0	40	55	50	50
Spessore (mm)	5	5	8	4	5	5	5
Sezione (cm2)	5.31	5.31	4.00	3.08	5.31	4.80	4.80
Materiale	S355JR	S235JR	S355JR	S235JR	S235JR	S235JR	S235JR
Lunghezza geometrica (m)	0.712	1.135	0.355	0.711	0.669	1.046	1.046
Lunghezza libera (m)	0.712	0.567	0.355	0.355	0.353	0.572	0.572
Raggio di Inerzia (cm)	MIN 1.080	MIN 1.080	MIN 0.231	MIN 0.777	MIN 1.080	MIN 0.973	MIN 0.973
Snellezza	65.9	52.5	153.8	45.7	32.7	58.8	58.8
COMPRESSIONE							
Azione Assiale (daN)	1232.	971.	218.	2792.	4946.	3782.	3782.
Combinazione di carico	13	1	1	13	13	13	13
Schema geometrico	403	201	201	101	403	402	402
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	1570.	1138.	441.	1177.	1265.	1099.	1099.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	232.	183.	54.	907.	931.	788.	788.
TRAZIONE							
Azione Assiale (daN)	1232.	971.	218.	2792.	4946.	3782.	3782.
Combinazione di carico	13	1	1	13	13	13	13
Schema geometrico	403	201	201	101	403	402	402
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	2158.	1373.	2158.	1373.	1373.	1373.	1373.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	276.	218.	83.	1091.	1109.	958.	958.
COLLEGAMENTO							
Numero Bulloni	1	1	1	2	2	2	2
Diametro Bulloni (mm)	16	16	16	12	16	16	16
TAGLIO							
Sforzo effettivo (daN/cm2)	613.	483.	108.	1234.	1230.	941.	941.
RIFOLLAMENTO							
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	5179.	3295.	5179.	3295.	3295.	3295.	3295.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	1449.	1142.	160.	2685.	2909.	2225.	2225.

Portale132-150kv_A2 - Tiro pieno				
Nome Asta	DL_104	DL_105	DL_106	
PROFILATO	L	L	L	
Ala (mm)	45	40	40	
Ala (mm)	45	40	40	
Spessore (mm)	4	4	4	
Sezione (cm ²)	3.49	3.08	3.08	
Materiale	S235JR	S235JR	S235JR	
Lunghezza geometrica (m)	0.807	0.485	0.485	
Lunghezza libera (m)	0.420	0.485	0.485	
Raggio di Inerzia (cm)	MIN 0.878	MIN 0.777	MIN 0.777	
Snellezza	47.9	62.4	62.4	
COMPRESSIONE				
Azione Assiale (daN)	2368.	1854.	669.	
Combinazione di carico	13	1	13	
Schema geometrico	403	203	204	
Sforzo ammissibile (daN/cm ²)	1167.	1079.	1079.	
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	679.	602.	217.	
TRAZIONE				
Azione Assiale (daN)	2368.	1854.	669.	
Combinazione di carico	13	1	13	
Schema geometrico	403	203	204	
Sforzo ammissibile (daN/cm ²)	1373.	1373.	1373.	
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	843.	724.	261.	
COLLEGAMENTO				
Numero Bulloni	2	2	2	
Diametro Bulloni (mm)	16	12	12	
TAGLIO				
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	589.	820.	296.	
RIFOLLAMENTO				
Sforzo ammissibile (daN/cm ²)	3295.	3295.	3295.	
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	1741.	1783.	643.	

Portale132-150kv_A2 - Tiro pieno							
Nome Asta	CR_1	CR_2	CR_3	CR_4	CR_5	CR_6	
PROFILATO	L	L	L	L	L	L	L
Ala (mm)	60	60	40	100	60	60	60
Ala (mm)	60	60	40	100	60	60	60
Spessore (mm)	4	4	4	7	5	5	5
Sezione (cm2)	4.72	4.72	3.08	13.70	5.81	5.81	5.81
Materiale	S355JR						
Lunghezza geometrica (m)	0.898	1.270	0.756	1.026	1.170	1.655	1.655
Lunghezza libera (m)	0.898	1.270	0.756	0.513	1.170	1.655	1.655
Raggio di Inerzia (cm)	MIN 1.190	MIN 1.190	MIN 0.777	MIN 1.980	MIN 1.180	MIN 1.180	MIN 1.180
Snellezza	75.5	106.7	97.3	25.9	99.2	140.3	140.3
COMPRESSIONE							
Azione Assiale (daN)	1881.	71.	774.	119.	2003.	2155.	2155.
Combinazione di carico	17	1	14	1	7	13	13
Schema geometrico	104	403	304	202	403	402	402
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	1462.	912.	1099.	2031.	1059.	530.	530.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	398.	15.	251.	9.	345.	371.	371.
TRAZIONE							
Azione Assiale (daN)	1881.	71.	774.	119.	2003.	2155.	2155.
Combinazione di carico	17	1	14	1	7	13	13
Schema geometrico	104	403	304	202	403	402	402
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	2158.	2158.	2158.	2158.	2158.	2158.	2158.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	485.	18.	302.	9.	421.	453.	453.
COLLEGAMENTO							
Numero Bulloni	1	1	1	2	1	1	1
Diametro Bulloni (mm)	20	20	12	12	20	20	20
TAGLIO							
Sforzo effettivo (daN/cm2)	599.	23.	685.	53.	637.	686.	686.
RIFOLLAMENTO							
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	5179.	5179.	5179.	5179.	5179.	5179.	5179.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	2239.	85.	1489.	65.	1907.	2053.	2053.

Portale132-150kv_A2 - Tiro pieno

Nome Asta	CR_104	
PROFILATO	L	
Ala (mm)	60	
Ala (mm)	60	
Spessore (mm)	4	
Sezione (cm ²)	4.72	
Materiale	S355JR	
Lunghezza geometrica (m)	1.963	
Lunghezza libera (m)	0.982	
Raggio di Inerzia (cm)	MIN 1.190	
Snellezza	82.5	
COMPRESSIONE		
Azione Assiale (daN)	763.	
Combinazione di carico	17	
Schema geometrico	302	
Sforzo ammissibile (daN/cm ²)	1383.	
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	162.	
TRAZIONE		
Azione Assiale (daN)	763.	
Combinazione di carico	17	
Schema geometrico	302	
Sforzo ammissibile (daN/cm ²)	2158.	
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	189.	
COLLEGAMENTO		
Numero Bulloni	1	
Diametro Bulloni (mm)	16	
TAGLIO		
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	380.	
RIFOLLAMENTO		
Sforzo ammissibile (daN/cm ²)	5179.	
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	1122.	

+-----+
 |Riquadri - trasversali RT - Longitudinali RL |
 +-----+

Nome Asta	Portale132-150kv_A2 - Tiro pieno							
	RT_1		RT_2		RT_4		RT_8	
PROFILATO	L		L		L		L	
Ala (mm)	55		100		80		100	
Ala (mm)	55		100		80		100	
Spessore (mm)	4		7		6		7	
Sezione (cm2)	4.26		13.70		9.35		13.70	
Materiale	S355JR		S355JR		S355JR		S355JR	
Lunghezza geometrica (m)	1.110		1.270		1.388		1.654	
Lunghezza libera (m)	1.110		1.270		1.388		1.654	
Raggio di Inerzia (cm)	MED	1.680	MED	3.100	MIN	1.580	MED	3.100
Snellezza	66.1		41.0		87.9		53.3	
COMPRESSIONE								
Azione Assiale (daN)	2616.		21854.		3758.		2742.	
Combinazione di carico	17		13		13		13	
Schema geometrico	101		402		302		403	
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	1570.		1854.		1285.		1717.	
Sforzo effettivo (daN/cm2)	614.		1595.		402.		200.	
TRAZIONE								
Azione Assiale (daN)	3438.		13259.		3953.		1365.	
Combinazione di carico	16		13		13		1	
Schema geometrico	101		402		301		403	
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	2158.		2158.		2158.		2158.	
Sforzo effettivo (daN/cm2)	960.		1084.		489.		112.	
COLLEGAMENTO								
Numero Bulloni	2		5		3		4	
Diametro Bulloni (mm)	16		20		20		20	
TAGLIO								
Sforzo effettivo (daN/cm2)	855.		1391.		419.		218.	
RIFOLLAMENTO								
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	5179.		5179.		5179.		5179.	
Sforzo effettivo (daN/cm2)	2528.		2973.		1046.		466.	

Portale132-150kv_A2 - Tiro pieno					
Nome Asta	RL_1	RL_2	RL_4	RL_8	
PROFILATO	L	L	L	L	
Ala (mm)	55	100	70	100	
Ala (mm)	55	100	70	100	
Spessore (mm)	4	7	6	7	
Sezione (cm2)	4.26	13.70	8.10	13.70	
Materiale	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR	
Lunghezza geometrica (m)	1.026	1.270	1.388	1.654	
Lunghezza libera (m)	1.026	0.635	1.388	1.654	
Raggio di Inerzia (cm)	MED 1.680	MIN 1.980	MED 2.140	MED 3.100	
Snellezza	61.1	32.1	64.9	53.3	
COMPRESSIONE					
Azione Assiale (daN)	597.	4727.	8636.	2386.	
Combinazione di carico	14	13	1	13	
Schema geometrico	304	102	302	404	
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	1619.	1962.	1579.	1717.	
Sforzo effettivo (daN/cm2)	140.	345.	1066.	174.	
TRAZIONE					
Azione Assiale (daN)	589.	5217.	9516.	0.	
Combinazione di carico	14	13	13	0	
Schema geometrico	304	104	302	401	
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	2158.	2158.	2158.	2158.	
Sforzo effettivo (daN/cm2)	164.	427.	1391.	0.	
COLLEGAMENTO					
Numero Bulloni	2	4	2	4	
Diametro Bulloni (mm)	16	20	20	20	
TAGLIO					
Sforzo effettivo (daN/cm2)	149.	415.	1514.	190.	
RIFOLLAMENTO					
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	5179.	5179.	5179.	5179.	
Sforzo effettivo (daN/cm2)	439.	887.	3776.	406.	

+-----+
 | M O N T A N T I |
 +-----+

Nome Asta	Portale132-150kv_A2 - Tiro pieno					
	MO_L2_L4	MO_L4_L6	MO_L6_L9	MO_L9_L12	MO_L9_L15	MO_L15_L18
PROFILATO	L	L	L	L	L	L
Ala (mm)	150	180	180	200	200	200
Ala (mm)	150	180	180	200	200	200
Spessore (mm)	16	18	18	18	24	25
Sezione (cm ²)	45.70	61.90	61.90	69.10	90.60	94.10
Materiale	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR
Lunghezza geometrica (m)	1.203	1.303	2.205	2.506	5.313	2.907
Lunghezza libera (m)	1.203	1.303	1.504	1.704	1.905	2.005
Raggio di Inerzia (cm)	MED 4.560	MED 5.490	MED 5.490	MED 6.130	MED 6.060	MED 6.050
Snellezza	26.4	23.7	27.4	27.8	31.4	33.1
COMPRESSIONE						
Azione Assiale (daN)	72020.	88880.	103998.	118496.	133635.	143284.
Combinazione di carico	13	13	1	1	1	1
Schema geometrico	402	301	402	402	404	404
Sforzo ammissibile (daN/cm ²)	2031.	2050.	2021.	2011.	1972.	1952.
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	1576.	1436.	1680.	1715.	1475.	1523.
TRAZIONE						
Azione Assiale (daN)	65976.	78943.	93503.	107480.	120726.	131068.
Combinazione di carico	1	13	13	1	1	1
Schema geometrico	403	301	302	402	404	404
Sforzo ammissibile (daN/cm ²)	2158.	2158.	2158.	2158.	2158.	2158.
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	1693.	1453.	1721.	1794.	1541.	1611.
COLLEGAMENTO						
Numero Bulloni	16	20	20	20	20	20
Diametro Bulloni (mm)	20	20	20	24	24	24
TAGLIO						
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	1433.	1415.	1655.	1310.	1477.	1584.
RIFOLLAMENTO						
Sforzo ammissibile (daN/cm ²)	5179.	5179.	5179.	5179.	5179.	5179.
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	2679.	2351.	2751.	2582.	2184.	2248.

+-----+
 | TRALICCI FACCIA TRASVERSALE |
 +-----+

Nome Asta	Portale132-150kv_A2 - Tiro pieno					
	TT_L2_L4	TT_L4_L6	TT_L6_L8	TT_L8_L10	TT_L10_L12	TT_L12_L14
PROFILATO	L	L	L	L	L	L
Ala (mm)	60	60	70	65	65	65
Ala (mm)	60	60	70	65	65	65
Spessore (mm)	5	5	5	5	5	5
Sezione (cm ²)	5.81	5.81	6.84	6.31	6.31	6.31
Materiale	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR
Lunghezza geometrica (m)	1.792	1.950	2.116	2.360	2.547	2.742
Lunghezza libera (m)	0.936	1.018	1.104	1.233	1.330	1.430
Raggio di Inerzia (cm)	MIN 1.180	MIN 1.180	MIN 1.380	MIN 1.290	MIN 1.290	MIN 1.290
Snellezza	79.3	86.3	80.0	95.6	103.1	110.8
COMPRESSIONE						
Azione Assiale (daN)	6621.	5786.	8868.	5190.	4802.	4340.
Combinazione di carico	1	1	1	1	1	1
Schema geometrico	201	203	402	403	202	403
Sforzo ammissibile (daN/cm ²)	1413.	1324.	1403.	1118.	981.	844.
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	1140.	996.	1297.	822.	761.	688.
TRAZIONE						
Azione Assiale (daN)	6621.	5786.	8868.	5190.	4802.	4340.
Combinazione di carico	1	1	1	1	1	1
Schema geometrico	201	203	402	403	202	403
Sforzo ammissibile (daN/cm ²)	2158.	2158.	2158.	2158.	2158.	2158.
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	1335.	1166.	1480.	950.	880.	795.
COLLEGAMENTO						
Numero Bulloni	3	2	3	2	2	2
Diametro Bulloni (mm)	16	16	16	16	16	16
TAGLIO						
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	1098.	1439.	1470.	1291.	1194.	1079.
RIFOLLAMENTO						
Sforzo ammissibile (daN/cm ²)	5179.	5179.	5179.	5179.	5179.	5179.
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	2596.	3403.	3478.	3053.	2825.	2553.

Portale132-150kv_A2 - Tiro pieno

Nome Asta	TT_L14_L16	TT_L16_L18
PROFILATO	L	L
Ala (mm)	65	70
Ala (mm)	65	70
Spessore (mm)	5	5
Sezione (cm ²)	6.31	6.84
Materiale	S355JR	S355JR
Lunghezza geometrica (m)	2.946	3.157
Lunghezza libera (m)	1.534	1.642
Raggio di Inerzia (cm)	MIN 1.290	MIN 1.380
Snellezza	118.9	119.0
COMPRESSIONE		
Azione Assiale (daN)	3781.	3885.
Combinazione di carico	1	1
Schema geometrico	204	404
Sforzo ammissibile (daN/cm ²)	736.	736.
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	599.	568.
TRAZIONE		
Azione Assiale (daN)	3781.	3885.
Combinazione di carico	1	1
Schema geometrico	204	404
Sforzo ammissibile (daN/cm ²)	2158.	2158.
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	692.	649.
COLLEGAMENTO		
Numero Bulloni	2	2
Diametro Bulloni (mm)	16	16
TAGLIO		
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	940.	966.
RIFOLLAMENTO		
Sforzo ammissibile (daN/cm ²)	5179.	5179.
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	2224.	2285.

+-----+
 | TRALICCI FACCIA LONGITUDINALE |
 +-----+

Nome Asta	Portale132-150kv_A2 - Tiro pieno					
	TL_L2_L3	TL_L3_L5	TL_L4_L5	TL_L5_L7	TL_L7_L9	TL_L9_L11
PROFILATO	L	L	L	L	L	L
Ala (mm)	70	65	65	65	65	65
Ala (mm)	70	65	65	65	65	65
Spessore (mm)	5	5	5	5	5	5
Sezione (cm2)	6.84	6.31	6.31	6.31	6.31	6.31
Materiale	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR
Lunghezza geometrica (m)	0.896	1.871	0.975	2.033	2.238	2.453
Lunghezza libera (m)	0.896	0.977	0.975	1.061	1.169	1.282
Raggio di Inerzia (cm)	MIN 1.380	MIN 1.290				
Snellezza	64.9	75.7	75.6	82.2	90.6	99.3
COMPRESSIONE						
Azione Assiale (daN)	5407.	5569.	3790.	5883.	5470.	4741.
Combinazione di carico	13	13	17	13	1	1
Schema geometrico	102	101	301	402	404	402
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	1579.	1452.	1452.	1383.	1226.	1059.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	790.	882.	601.	932.	867.	751.
TRAZIONE						
Azione Assiale (daN)	5407.	5569.	3790.	5883.	5470.	4741.
Combinazione di carico	13	13	17	13	1	1
Schema geometrico	102	101	301	402	404	402
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	2158.	2158.	2158.	2158.	2158.	2158.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	903.	1020.	694.	1077.	1002.	868.
COLLEGAMENTO						
Numero Bulloni	2	2	2	2	2	2
Diametro Bulloni (mm)	16	16	16	16	16	16
TAGLIO						
Sforzo effettivo (daN/cm2)	1345.	1385.	942.	1463.	1360.	1179.
RIFOLLAMENTO						
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	5179.	5179.	5179.	5179.	5179.	5179.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	3180.	3276.	2229.	3460.	3218.	2789.

Portale132-150kv_A2 - Tiro pieno				
Nome Asta	TL_L11_L13	TL_L13_L15	TL_L15_L17	
PROFILATO	L	L	L	
Ala (mm)	65	65	65	
Ala (mm)	65	65	65	
Spessore (mm)	5	5	5	
Sezione (cm2)	6.31	6.31	6.31	
Materiale	S355JR	S355JR	S355JR	
Lunghezza geometrica (m)	2.645	2.879	3.089	
Lunghezza libera (m)	1.380	1.502	1.609	
Raggio di Inerzia (cm)	MIN 1.290	MIN 1.290	MIN 1.290	
Snellezza	107.0	116.4	124.7	
COMPRESSIONE				
Azione Assiale (daN)	4032.	4006.	3596.	
Combinazione di carico	1	1	1	
Schema geometrico	403	403	404	
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	912.	775.	667.	
Sforzo effettivo (daN/cm2)	639.	635.	570.	
TRAZIONE				
Azione Assiale (daN)	4032.	4006.	3596.	
Combinazione di carico	1	1	1	
Schema geometrico	403	403	404	
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	2158.	2158.	2158.	
Sforzo effettivo (daN/cm2)	739.	734.	659.	
COLLEGAMENTO				
Numero Bulloni	2	2	2	
Diametro Bulloni (mm)	16	16	16	
TAGLIO				
Sforzo effettivo (daN/cm2)	1003.	996.	894.	
RIFOLLAMENTO				
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	5179.	5179.	5179.	
Sforzo effettivo (daN/cm2)	2372.	2357.	2115.	

-----+
 | A L L U N G A T O H18 |
 -----+

Portale132-150kv_A2 - Tiro pieno

Nome Asta	BA_ST_H18	BA_TL_H18	BA_SL_H18
	Semiriq. Tr	Traliccio Lo	Semiriq. Lo
PROFILATO	L	L	L
Ala (mm)	55	65	55
Ala (mm)	55	65	55
Spessore (mm)	4	5	4
Sezione (cm2)	4.26	6.31	4.26
Materiale	S355JR	S355JR	S355JR
Lunghezza geometrica (m)	2.539	1.521	2.539
Lunghezza libera (m)	1.270	1.521	1.270
Raggio di Inerzia (cm)	MIN 1.090	MIN 1.290	MIN 1.090
Snellezza	116.5	117.9	116.5
COMPRESSIONE			
Azione Assiale (daN)	2735.	3600.	1043.
Combinazione di carico	1	1	1
Schema geometrico	404	404	204
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	775.	746.	775.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	642.	571.	245.
TRAZIONE			
Azione Assiale (daN)	2735.	3600.	1043.
Combinazione di carico	1	1	1
Schema geometrico	404	404	204
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	2158.	2158.	2158.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	764.	659.	291.
COLLEGAMENTO			
Numero Bulloni	2	2	2
Diametro Bulloni (mm)	16	16	16
TAGLIO			
Sforzo effettivo (daN/cm2)	680.	895.	259.
RIFOLLAMENTO			
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	5179.	5179.	5179.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	2011.	2118.	767.

-----+
 |ALLUNGATO H18 P I E D E +0 |
 -----+

Portale132-150kv_A2 - Tiro pieno

Nome Asta	BP_MO_P+0_H18	BP_DT_P+0_H18	BP_DL_P+0_H18	BP_RT1_P+0_H18	BP_RT2_P+0_H18	BP_RL1_P+0_H18
	Montante	Diagonale Tr	Diagonale Lo	Rompitr. Tr	Rompitr. Tr	Rompitr. Lo
PROFILATO	L	L	L	L	L	L
Ala (mm)	200	80	80	55	45	55
Ala (mm)	200	80	80	55	45	55
Spessore (mm)	25	6	6	4	4	4
Sezione (cm2)	94.10	9.35	9.35	4.26	3.49	4.26
Materiale	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR
Lunghezza geometrica (m)	2.306	2.686	2.686	1.288	0.635	1.288
Lunghezza libera (m)	1.153	2.686	2.686	1.288	0.635	1.288
Raggio di Inerzia (cm)	MIN 3.890	MED 2.460	MED 2.460	MIN 1.090	MIN 0.878	MIN 1.090
Snellezza	29.6	109.2	109.2	118.2	72.3	118.2
COMPRESSIONE						
Azione Assiale (daN)	143435.	5846.	6085.	1878.	1849.	1599.
Combinazione di carico	1	1	1	1	1	1
Schema geometrico	404	404	404	404	404	204
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	1982.	873.	873.	746.	1491.	746.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	1524.	625.	651.	441.	530.	375.
TRAZIONE						
Azione Assiale (daN)	130646.	5846.	6085.	1878.	1849.	1599.
Combinazione di carico	1	1	1	1	1	1
Schema geometrico	404	404	404	404	404	204
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	2158.	2158.	2158.	2158.	2158.	2158.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	1606.	702.	730.	525.	658.	447.
COLLEGAMENTO						
Numero Bulloni	20	3	3	1	1	1
Diametro Bulloni (mm)	24	16	16	16	16	16
TAGLIO						
Sforzo effettivo (daN/cm2)	1585.	969.	1009.	934.	920.	795.
RIFOLLAMENTO						
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	5179.	5179.	5179.	5179.	5179.	5179.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	1125.	1911.	1988.	2762.	2720.	2351.

Portale132-150kv_A2 - Tiro pieno

Nome Asta	BP_RL2_P+0_H18
	Rompitr. Lo
PROFILATO	L
Ala (mm)	45
Ala (mm)	45
Spessore (mm)	4
Sezione (cm2)	3.49
Materiale	S355JR
Lunghezza geometrica (m)	0.635
Lunghezza libera (m)	0.635
Raggio di Inerzia (cm)	MIN 0.878
Snellezza	72.3
COMPRESSIONE	
Azione Assiale (daN)	1573.
Combinazione di carico	1
Schema geometrico	204
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	1491.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	451.
TRAZIONE	
Azione Assiale (daN)	1573.
Combinazione di carico	1
Schema geometrico	204
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	2158.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	560.
COLLEGAMENTO	
Numero Bulloni	1
Diametro Bulloni (mm)	16
TAGLIO	
Sforzo effettivo (daN/cm2)	782.
RIFOLLAMENTO	
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	5179.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	2314.

-----+
 | A L L U N G A T O H15 |
 -----+

Portale132-150kv_A2 - Tiro pieno

Nome Asta	BA_TT_H15	BA_ST_H15	BA_SL_H15
	Traliccio Tr	Semiriq. Tr	Semiriq. Lo
PROFILATO	L	L	L
Ala (mm)	70	55	55
Ala (mm)	70	55	55
Spessore (mm)	5	4	4
Sezione (cm2)	6.84	4.26	4.26
Materiale	S355JR	S355JR	S355JR
Lunghezza geometrica (m)	1.471	2.254	2.254
Lunghezza libera (m)	1.471	1.127	1.127
Raggio di Inerzia (cm)	MIN 1.380	MIN 1.090	MIN 1.090
Snellezza	106.6	103.4	103.4
COMPRESSIONE			
Azione Assiale (daN)	5513.	1017.	2793.
Combinazione di carico	1	13	1
Schema geometrico	403	403	403
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	912.	981.	981.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	806.	239.	656.
TRAZIONE			
Azione Assiale (daN)	5513.	1017.	2793.
Combinazione di carico	1	13	1
Schema geometrico	403	403	403
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	2158.	2158.	2158.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	920.	284.	780.
COLLEGAMENTO			
Numero Bulloni	2	1	1
Diametro Bulloni (mm)	16	16	16
TAGLIO			
Sforzo effettivo (daN/cm2)	1371.	506.	1389.
RIFOLLAMENTO			
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	5179.	5179.	5179.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	3243.	1495.	4107.

-----+
 |ALLUNGATO H15 P I E D E +0 |
 -----+

Portale132-150kv_A2 - Tiro pieno

Nome Asta	BP_MO_P+0_H15	BP_DT_P+0_H15	BP_DL_P+0_H15	BP_RT1_P+0_H15	BP_RT2_P+0_H15	BP_RL1_P+0_H15
	Montante	Diagonale Tr	Diagonale Lo	Rompitr. Tr	Rompitr. Tr	Rompitr. Lo
PROFILATO	L	L	L	L	L	L
Ala (mm)	200	80	80	50	45	50
Ala (mm)	200	80	80	50	45	50
Spessore (mm)	24	6	6	4	4	4
Sezione (cm2)	90.60	9.35	9.35	3.90	3.49	3.90
Materiale	S355JR	S355JR	S355JR	S235JR	S235JR	S235JR
Lunghezza geometrica (m)	2.205	2.525	2.525	1.213	0.564	1.213
Lunghezza libera (m)	1.103	2.525	2.525	1.213	0.564	1.213
Raggio di Inerzia (cm)	MIN 3.900	MED 2.460	MED 2.460	MIN 0.980	MIN 0.878	MIN 0.980
Snellezza	28.3	102.7	102.7	123.8	64.2	123.8
COMPRESSIONE						
Azione Assiale (daN)	131969.	7750.	6007.	1718.	1604.	2000.
Combinazione di carico	1	1	1	1	1	1
Schema geometrico	403	403	403	403	403	203
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	2011.	981.	981.	677.	1069.	677.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	1457.	829.	642.	441.	459.	513.
TRAZIONE						
Azione Assiale (daN)	119845.	7750.	6007.	1718.	1604.	2000.
Combinazione di carico	1	1	1	1	1	1
Schema geometrico	403	403	403	403	403	203
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	2158.	2158.	2158.	1373.	1373.	1373.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	1529.	930.	721.	534.	571.	621.
COLLEGAMENTO						
Numero Bulloni	20	3	3	1	1	1
Diametro Bulloni (mm)	24	16	16	16	16	16
TAGLIO						
Sforzo effettivo (daN/cm2)	1459.	1285.	996.	854.	798.	995.
RIFOLLAMENTO						
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	5179.	5179.	5179.	3295.	3295.	3295.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	1078.	2533.	1963.	2526.	2358.	2941.

Portale132-150kv_A2 - Tiro pieno

Nome Asta	BP_RL2_P+0_H15	
	Rompitr.	Lo
PROFILATO	L	
Ala (mm)	45	
Ala (mm)	45	
Spessore (mm)	4	
Sezione (cm2)	3.49	
Materiale	S235JR	
Lunghezza geometrica (m)	0.564	
Lunghezza libera (m)	0.564	
Raggio di Inerzia (cm)	MIN	0.878
Snellezza	64.2	
COMPRESSIONE		
Azione Assiale (daN)	1845.	
Combinazione di carico	1	
Schema geometrico	203	
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	1069.	
Sforzo effettivo (daN/cm2)	529.	
TRAZIONE		
Azione Assiale (daN)	1845.	
Combinazione di carico	1	
Schema geometrico	203	
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	1373.	
Sforzo effettivo (daN/cm2)	657.	
COLLEGAMENTO		
Numero Bulloni	1	
Diametro Bulloni (mm)	16	
TAGLIO		
Sforzo effettivo (daN/cm2)	918.	
RIFOLLAMENTO		
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	3295.	
Sforzo effettivo (daN/cm2)	2714.	

-----+
 | A L L U N G A T O H12 |
 -----+

Portale132-150kv_A2 - Tiro pieno

Nome Asta	BA_ST_H12	BA_TL_H12	BA_SL_H12
	Semiriq. Tr	Traliccio Lo	Semiriq. Lo
PROFILATO	L	L	L
Ala (mm)	55	65	55
Ala (mm)	55	65	55
Spessore (mm)	4	5	4
Sezione (cm2)	4.26	6.31	4.26
Materiale	S355JR	S355JR	S355JR
Lunghezza geometrica (m)	1.978	1.274	1.978
Lunghezza libera (m)	0.989	1.274	0.989
Raggio di Inerzia (cm)	MIN 1.090	MIN 1.290	MIN 1.090
Snellezza	90.8	98.7	90.8
COMPRESSIONE			
Azione Assiale (daN)	3041.	5132.	1202.
Combinazione di carico	1	1	1
Schema geometrico	202	402	202
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	1226.	1059.	1226.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	714.	813.	282.
TRAZIONE			
Azione Assiale (daN)	3041.	5132.	1202.
Combinazione di carico	1	1	1
Schema geometrico	202	402	202
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	2158.	2158.	2158.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	849.	940.	336.
COLLEGAMENTO			
Numero Bulloni	2	2	2
Diametro Bulloni (mm)	16	16	16
TAGLIO			
Sforzo effettivo (daN/cm2)	756.	1276.	299.
RIFOLLAMENTO			
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	5179.	5179.	5179.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	2236.	3019.	884.

-----+
 |ALLUNGATO H12 P I E D E +0 |
 +-----

Portale132-150kv_A2 - Tiro pieno

Nome Asta	BP_MO_P+0_H12	BP_DT_P+0_H12	BP_DL_P+0_H12	BP_RT1_P+0_H12	BP_RT2_P+0_H12	BP_RL1_P+0_H12
	Montante	Diagonale Tr	Diagonale Lo	Rompitr. Tr	Rompitr. Tr	Rompitr. Lo
PROFILATO	L	L	L	L	L	L
Ala (mm)	200	75	75	50	45	50
Ala (mm)	200	75	75	50	45	50
Spessore (mm)	18	6	6	5	4	5
Sezione (cm2)	69.10	8.75	8.75	4.80	3.49	4.80
Materiale	S355JR	S355JR	S355JR	S235JR	S235JR	S235JR
Lunghezza geometrica (m)	2.005	2.279	2.279	1.096	0.495	1.096
Lunghezza libera (m)	1.002	2.279	2.279	1.096	0.495	1.096
Raggio di Inerzia (cm)	MIN 3.930	MED 2.300	MED 2.300	MIN 0.973	MIN 0.878	MIN 0.973
Snellezza	25.5	99.1	99.1	112.6	56.3	112.6
COMPRESSIONE						
Azione Assiale (daN)	118740.	7073.	7747.	2394.	2154.	1842.
Combinazione di carico	1	1	1	1	1	1
Schema geometrico	402	402	402	402	402	202
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	2031.	1059.	1059.	765.	1118.	765.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	1718.	808.	885.	499.	617.	384.
TRAZIONE						
Azione Assiale (daN)	107329.	7073.	7747.	2394.	2154.	1842.
Combinazione di carico	1	1	1	1	1	1
Schema geometrico	402	402	402	402	402	202
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	2158.	2158.	2158.	1373.	1373.	1373.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	1791.	915.	1002.	606.	766.	466.
COLLEGAMENTO						
Numero Bulloni	20	3	3	1	1	1
Diametro Bulloni (mm)	24	16	16	16	16	16
TAGLIO						
Sforzo effettivo (daN/cm2)	1312.	1173.	1284.	1191.	1071.	916.
RIFOLLAMENTO						
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	5179.	5179.	5179.	3295.	3295.	3295.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	1293.	2311.	2532.	2816.	3167.	2167.

Portale132-150kv_A2 - Tiro pieno

Nome Asta	BP_RL2_P+0_H12
	Rompitr. Lo
PROFILATO	L
Ala (mm)	45
Ala (mm)	45
Spessore (mm)	4
Sezione (cm2)	3.49
Materiale	S235JR
Lunghezza geometrica (m)	0.495
Lunghezza libera (m)	0.495
Raggio di Inerzia (cm)	MIN 0.878
Snellezza	56.3
COMPRESSIONE	
Azione Assiale (daN)	1651.
Combinazione di carico	1
Schema geometrico	202
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	1118.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	473.
TRAZIONE	
Azione Assiale (daN)	1651.
Combinazione di carico	1
Schema geometrico	202
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	1373.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	587.
COLLEGAMENTO	
Numero Bulloni	1
Diametro Bulloni (mm)	16
TAGLIO	
Sforzo effettivo (daN/cm2)	821.
RIFOLLAMENTO	
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	3295.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	2428.

-----+
 | A L L U N G A T O H 9 |
 -----+

Portale132-150kv_A2 - Tiro pieno

Nome Asta	BA_TT_H09	BA_ST_H09	BA_SL_H09
	Traliccio Tr	Semiriq. Tr	Semiriq. Lo
PROFILATO	L	L	L
Ala (mm)	60	55	55
Ala (mm)	60	55	55
Spessore (mm)	5	4	4
Sezione (cm2)	5.81	4.26	4.26
Materiale	S355JR	S355JR	S355JR
Lunghezza geometrica (m)	1.151	1.732	1.732
Lunghezza libera (m)	1.151	0.866	0.866
Raggio di Inerzia (cm)	MIN 1.180	MIN 1.090	MIN 1.090
Snellezza	97.6	79.5	79.5
COMPRESSIONE			
Azione Assiale (daN)	5385.	1207.	3133.
Combinazione di carico	1	13	13
Schema geometrico	301	101	101
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	1079.	1413.	1413.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	927.	283.	736.
TRAZIONE			
Azione Assiale (daN)	5385.	1207.	3133.
Combinazione di carico	1	13	13
Schema geometrico	301	101	101
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	2158.	2158.	2158.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	1086.	337.	875.
COLLEGAMENTO			
Numero Bulloni	2	2	2
Diametro Bulloni (mm)	16	16	16
TAGLIO			
Sforzo effettivo (daN/cm2)	1339.	300.	779.
RIFOLLAMENTO			
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	5179.	5179.	5179.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	3167.	887.	2304.

-----+
 |ALLUNGATO H 9 P I E D E +0 |
 -----+

Portale132-150kv_A2 - Tiro pieno

Nome Asta	BP_MO_P+0_H09	BP_DT_P+0_H09	BP_DL_P+0_H09	BP_RT1_P+0_H09	BP_RT2_P+0_H09	BP_RL1_P+0_H09
	Montante	Diagonale Tr	Diagonale Lo	Rompitr. Tr	Rompitr. Tr	Rompitr. Lo
PROFILATO	L	L	L	L	L	L
Ala (mm)	180	70	70	45	45	45
Ala (mm)	180	70	70	45	45	45
Spessore (mm)	18	5	5	4	4	4
Sezione (cm2)	61.90	6.84	6.84	3.49	3.49	3.49
Materiale	S355JR	S355JR	S355JR	S235JR	S235JR	S235JR
Lunghezza geometrica (m)	1.504	1.772	1.772	0.849	0.433	0.849
Lunghezza libera (m)	0.752	1.772	1.772	0.849	0.433	0.849
Raggio di Inerzia (cm)	MIN 3.520	MED 2.160	MED 2.160	MIN 0.878	MIN 0.878	MIN 0.878
Snellezza	21.4	82.0	82.0	96.7	49.3	96.7
COMPRESSIONE						
Azione Assiale (daN)	102907.	7048.	5744.	1488.	1517.	1797.
Combinazione di carico	13	1	13	13	13	1
Schema geometrico	301	301	101	101	101	201
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	2090.	1383.	1383.	863.	1158.	863.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	1662.	1030.	840.	426.	435.	515.
TRAZIONE						
Azione Assiale (daN)	93589.	7048.	5744.	1488.	1517.	1797.
Combinazione di carico	13	1	13	13	13	1
Schema geometrico	301	301	101	101	101	201
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	2158.	2158.	2158.	1373.	1373.	1373.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	1722.	1177.	959.	530.	540.	640.
COLLEGAMENTO						
Numero Bulloni	20	3	3	1	1	1
Diametro Bulloni (mm)	20	16	16	16	16	16
TAGLIO						
Sforzo effettivo (daN/cm2)	1638.	1168.	952.	740.	755.	894.
RIFOLLAMENTO						
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	5179.	5179.	5179.	3295.	3295.	3295.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	1361.	2764.	2253.	2188.	2231.	2643.

Portale132-150kv_A2 - Tiro pieno

Nome Asta	BP_RL2_P+0_H09	
	Rompitr. Lo	
PROFILATO	L	
Ala (mm)	45	
Ala (mm)	45	
Spessore (mm)	4	
Sezione (cm2)	3.49	
Materiale	S235JR	
Lunghezza geometrica (m)	0.433	
Lunghezza libera (m)	0.433	
Raggio di Inerzia (cm)	MIN 0.878	
Snellezza	49.3	
COMPRESSIONE		
Azione Assiale (daN)	1817.	
Combinazione di carico	1	
Schema geometrico	201	
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	1158.	
Sforzo effettivo (daN/cm2)	521.	
TRAZIONE		
Azione Assiale (daN)	1817.	
Combinazione di carico	1	
Schema geometrico	201	
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	1373.	
Sforzo effettivo (daN/cm2)	647.	
COLLEGAMENTO		
Numero Bulloni	1	
Diametro Bulloni (mm)	16	
TAGLIO		
Sforzo effettivo (daN/cm2)	904.	
RIFOLLAMENTO		
Sforzo ammissibile (daN/cm2)	3295.	
Sforzo effettivo (daN/cm2)	2672.	

ALLEGATO 5
ANALISI STATICHE SFORZI MASSIMI DI COMPRESSIONE, STRAPPAMENTO
E TAGLIO SULLA FONDAZIONE

Note:

1. Le azioni riportate nella tabella per “la verifica delle fondazioni” sono le massime tra quelle calcolate in condizioni “normali” ed “eccezionali”
2. Le azioni riportate nella tabella per “la verifica dei monconi” sono le massime tra quelle calcolate in :
 - a) condizioni “normali” a coefficiente 1
 - b) condizioni “eccezionali” divise per il coefficiente 1,6 [1]Ciò al fine di poter eseguire le successive verifiche dei monconi e relativi collegamenti con riferimento alle sigma ammissibili [1]
3. Le azioni sono scomposte assumendo per la direzione delle forze di strappamento e compressione le seguenti alternative:
 - a) direzione verticale secondo degli assi ortogonali
 - b) direzione secondo gli assi del montante del piede del sostegno

```

+-----+
! Azioni massime per la verifica delle fondazioni trasmesse |
| al moncone secondo gli assi ortogonali (daN)                |
+-----+
    
```

	Schema	Fx	Schema	Fy	Schema	Ft	Schema	Fp	Schema	Fs
H09_PIEDE+0	4	9722	16	8520	4	11968	13	112636	13	102879
H12_PIEDE+0	4	9454	16	8922	5	12766	1	131084	1	119071
H15_PIEDE+0	5	9919	1	8571	1	13050	1	143336	1	130376
H18_PIEDE+0	1	9658	1	9128	1	13289	1	153145	1	139667

```

+-----+
! Azioni massime per la verifica delle fondazioni trasmesse |
| al moncone secondo gli assi del montante (daN)             |
+-----+
    
```

	Schema	Fx	Schema	Fy	Schema	Ft	Schema	Fp	Schema	Fs
H09_PIEDE+0	4	5141	16	4168	4	5674	13	112910	13	103129
H12_PIEDE+0	4	4339	16	3845	5	5415	1	131403	1	119360
H15_PIEDE+0	5	4202	1	1501	1	3151	1	143684	1	130693
H18_PIEDE+0	1	2103	1	1574	1	2627	1	153517	1	140006

```

+-----+
! Azioni massime per la verifica dei monconi trasmesse      |
| al moncone stesso secondo gli assi ortogonali (daN)      |
+-----+
    
```

	Schema	Fx	Schema	Fy	Schema	Ft	Schema	Fp	Schema	Fs
H09_PIEDE+0	1	8488	13	7861	13	10980	13	112636	13	102879
H12_PIEDE+0	1	8878	1	8589	1	12353	1	131084	1	119071
H15_PIEDE+0	1	9841	1	8571	1	13050	1	143336	1	130376
H18_PIEDE+0	1	9658	1	9128	1	13289	1	153145	1	139667

```

+-----+
! Azioni massime per la verifica dei monconi trasmesse      |
| al moncone stesso secondo gli assi del montante (daN)    |
+-----+
    
```

	Schema	Fx	Schema	Fy	Schema	Ft	Schema	Fp	Schema	Fs
H09_PIEDE+0	1	3051	13	2606	13	3184	13	112910	13	103129
H12_PIEDE+0	1	2412	1	2123	1	3214	1	131403	1	119360
H15_PIEDE+0	1	2770	1	1501	1	3151	1	143684	1	130693
H18_PIEDE+0	1	2103	1	1574	1	2627	1	153517	1	140006

Cliente	Terna S.p.A.
Oggetto	<p>VERIFICHE STRUTTURALI E REDAZIONE DEI DISEGNI COSTRUTTIVI DEL PORTALE DI LINEA 132-150 KV A TIRO PIENO. Scheda ING14 Rev. 00 GATTO150</p> <p>Linea Elettrica Aerea a 132-150 kV</p> <p>Conduttori alluminio-acciaio Ø 31,5 (EDS 21% zona A; EDS 18% zona B)</p> <p>Calcolo di verifica sismica del portale di linea con testa a 0° e struttura portaterminali.</p> <p>Allungato H18</p>
Ordine	Contratto 3000025378 Fornitura di servizi di ricerca, sviluppo e supporto specialistico per l'anno 2008 – Lettera A8015319
Note	Rev. 00

PUBBLICATO A8014759 (PAD - I058721)

La parziale riproduzione di questo documento è permessa solo con l'autorizzazione scritta del CESI.

N. pagine	48	N. pagine fuori testo	-
Data	21/05/2008		
Elaborato	SRC - Fratelli Maurizio Gianni <small>A8014759 114909 AUT</small>		
Verificato	SRC - Gatti Fabrizio <small>A8014759 114905 VER</small>		
Approvato	TER - Il Responsabile - Ferrari Luigi <small>A8014759 114987 APP</small>		

Mod. RISM v. 02

Indice

DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	3
SOMMARIO.....	4
1 INTRODUZIONE	5
2 VERIFICA SISMICA DEL SOSTEGNO	6
2.1 Struttura analizzata.....	6
2.2 Ipotesi di calcolo.....	6
2.3 Carichi impiegati.....	7
2.3.1 Azioni sismiche.....	7
2.3.2 TPL caratteristici zona B.....	7
2.3.3 Effetto della massa aggiunta dei cavi.....	8
2.4 Combinazioni di carico.....	9
2.5 Procedimento di verifica adottato	9
2.6 Tensioni di riferimento per la verifica strutturale	9
2.7 Carichi in fondazione	10
2.8 Codici di calcolo impiegati	10
3 RISULTATI DELLE ANALISI.....	11
3.1 Risultati inviluppo sulle singole aste con l'analisi sismica.....	11
3.2 Carichi in fondazione.....	11
4 CONCLUSIONI.....	12
ALLEGATO 1 SCHEMI UNIFILARI DELLE VARIE PARTI COMPONENTI IL SOSTEGNO	13
ALLEGATO 2 NOMENCLATURA PARTI INFERIORI DEL SOSTEGNO	17
ALLEGATO 3 RISULTATI DELLE ANALISI SISMICHE	20
ALLEGATO 4 ANALISI SISMICHE - SFORZI MASSIMI DI COMPRESSIONE, STRAPPAMENTO E TAGLIO SULLA FONDAZIONE.....	47

STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
00	21/05/2008	A8014759	Prima emissione

DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- [1] D.M. 21.03.1998 di cui alla legge N. 339 del 28.06.1986 *Norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne*
- [2] D.P.R. 21.06.1968, n. 1062 *Regolamento di esecuzione della legge 13 dicembre 1964, n. 1341, recante norme tecniche per la disciplina della costruzione ed esercizio di linee elettriche aeree esterne*
- [3] Ordinanza PCM 20/03/2003 n. 3274 *Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*
- [4] D.M. 9.1.1996 - *Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.*
- [5] Ordinanza PCM 10/10/2003 n. 3316 *Modifiche ed integrazioni all'ordinanza del PCM n. 3274 del 20/03/2003*
- [6] Ordinanza PCM 3/05/2005 n. 3431 *Ulteriori modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"*
- [7] UNI ENV 1993-1-1 *Eurocodice 3. Progettazione delle strutture di acciaio. Parte 1-1: Regole generali – Regole generali e regole per gli edifici*, Maggio 2004
- [8] UNI ENV 1993-1-8 *Eurocodice 3. Progettazione delle strutture di acciaio. Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti*, agosto 2005
- [9] CNR 10011-1997 *Costruzioni in acciaio: istruzioni per il calcolo, l'esecuzione e la manutenzione*
- [10] CEI EN50341-1 *Linee elettriche aeree a tensione alternata maggiore di 45 kV. Parte 1: prescrizioni generali – specifiche comuni*, Luglio 2005
- [11] D.M. 9.1.1996 - *Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche.*
- [12] Decreto 14/09/2005 pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale il 23/09/2005 come supplemento 159 alla serie generale 222 "*Norme tecniche per le costruzioni* "
- [13] Doc. CESI A5020461 *Verifica ai carichi di esercizio e sismici di tralicci tipo per linee elettriche serie 132-150 kV a semplice e doppia terna. Scheda RIS01 Specifiche per la procedura software per la costruzione dei modelli FEM e la gestione delle analisi*, Rev. 00, aprile 2005
- [14] Pratica ISMES 1140 *Indagine sperimentale per l'analisi del comportamento sismico delle torri dell'elettrodotto sullo stretto di Messina*, p.c. Enel/DSR Roma, maggio 1976
- [15] Pratica ISMES 1126, *Analisi dinamica ad elementi finiti delle torri dell'elettrodotto che attraversa lo stretto di Messina*, p.c. Enel/DSR Roma, aprile 1976
- [16] Prescrizione tecnica Terna UX LS10020 *Prescrizioni per la progettazione dei sostegni a traliccio per linee elettriche aeree AT e relativi disegni costruttivi*, rev. 00, 31-12-2007
- [17] E-mail Terna 22/04/2008 contenente prescrizioni aggiuntive rispetto al doc. [16]
- [18] Prescrizione tecnica Terna UX LS10018 *Prescrizioni per la realizzazione di disegni unifilari in Autocad*, rev. 00, 31-12-2007
- [19] E-mail Terna Scheda GATTO150 - *Azioni TPL*, 04/02/2008
- [20] Doc. CESI A8014758 *Verifica strutturale e redazione dei disegni costruttivi del portale di linea 132-150 kV a tiro pieno. Calcolo di verifica dei portali di linea con testa a 0° con e senza portaterminali, con testa a 22°30' senza portaterminali. Zone "A-B". Allungati da H09 a H18. Scheda ING14 GATTO150*, Rev. 00, maggio 2008

SOMMARIO

Il presente documento descrive le attività e i risultati relativi alla verifica sismica del portale di linea 132-150 kV a tiro pieno, in accordo all'ordinanza [3] e alle successive integrazioni [5] e [6].

Il documento è completato da 4 allegati, di seguito elencati:

- ALLEGATO 1
SCHEMI UNIFILARI DELLE VARIE PARTI COMPONENTI IL SOSTEGNO
- ALLEGATO 2
NOMENCLATURA PARTI INFERIORI DEL SOSTEGNO
- ALLEGATO 3
RISULTATI DELLE ANALISI SISMICHE
- ALLEGATO 4
ANALISI SISMICHE - SFORZI MASSIMI DI COMPRESSIONE, STRAPPAMENTO E
TAGLIO SULLA FONDAZIONE

I modelli ad elementi finiti delle strutture sono stati elaborati dal p.i. Andrea Tartari.

1 INTRODUZIONE

Il rif. [1], al par. 2.4.14 (Impiego di sostegni in zone sismiche) afferma, che i sostegni progettati in base a quanto previsto nel rif. stesso (che non comprende alcuna condizione di carico sismico) sono idonei ad essere impiegati anche nelle zone sismiche, per qualsiasi grado di sismicità.

L'introduzione della nuova normativa sismica ([3], [5] e [6]) che a tutti gli effetti sostituisce la precedente (D.M. 16-1-1996 – “Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche”) e che riclassifica il territorio nazionale, introduce una diversa e più gravosa definizione delle azioni sismiche, e stabilisce criteri di verifica delle strutture non più alle “tensioni ammissibili” ma allo “stato limite ultimo”, rende opportuna una riconsiderazione di quanto le strutture progettate con i criteri congruenti con la normativa linee (peraltro attualmente ancora in vigore) siano tuttora compatibili con il presente ambito normativo.

Scopo delle presenti analisi è quello quindi di valutare l'impatto che la normativa sismica (rif. [3]), può avere in termini di stato tensionale sulle strutture dei tralicci ed in termini di carichi in fondazione sulle relative fondazioni; in particolare di verificare che, rispetto alle condizioni normali ed eccezionali previste dalla normativa delle linee [1] per le quali i tralicci sono normalmente progettati, l'azione sismica non comporta sostanziali peggioramenti per quanto riguarda lo stato tensionale negli elementi strutturali del traliccio ed i carichi in fondazione, conseguentemente, non risulta essere una condizione di carico dimensionante

Il sostegno in esame, verificato in accordo alla [1] (vedasi doc. [20]), è stato perciò sottoposto ad una serie di combinazioni di carico che comprendono anche l'azione sismica derivante dalla nuova normativa sismica.

La normativa sismica di recente introduzione considera esplicitamente edifici (allegato 2 alla OPCM 3274), ponti (allegato 3 alla OPCM 3274), fondazioni e opere di sostegno in terra (allegato 4); modalità di calcolo, procedimenti e criteri di progettazione del nuovo, nonché di adeguamento dell'esistente, sono di conseguenza calibrati sulle strutture delle quali si fa esplicita menzione negli allegati stessi.

Conseguentemente, la verifica del sostegno viene svolta assumendo il criterio di verifica allo stato limite ultimo, basato sulla tensione di snervamento del materiale (par. 2.1 dell'OPCM 3274 come modificata dall'OPCM 3431), le azioni sismiche (Cap. 3), la metodologia dell'analisi dinamica modale (par. 4.5.3), i criteri di combinazione (par. 4.6), i fattori di importanza (par. 4.7). Per quanto riguarda gli aspetti di carattere progettuale specifici dei sostegni per linee elettriche aeree, la loro adeguatezza viene verificata solo in termini di stato tensionale rispetto alle tensioni limite ultime dei materiali.

2 VERIFICA SISMICA DEL SOSTEGNO

2.1 Struttura analizzata

Si è esaminata, dal punto di vista delle azioni sismiche agenti sul portale di stazione 132-150 kV, la configurazione caratterizzata da: allungato di maggiore altezza (H18), con testa a 0° e struttura portaterminali.

2.2 Ipotesi di calcolo

Si sono esaminate le seguenti azioni elementari, le cui combinazioni, agli effetti della verifica strutturale sono riportate nel par. 2.4 del presente rapporto:

- Peso proprio struttura, compreso il contributo di una porzione della massa dei cavi
- Sisma in direzione X sulla sola struttura (SX)
- Sisma in direzione Y sulla sola struttura (SY)
- TPL caratteristici dei parametri della Zona B, ma con temperatura di -20° C, manicotto di ghiaccio di spessore pari a 12 mm e vento nullo

Il calcolo dell'azione sismica è stato effettuato nella ipotesi seguente (ipotesi conservativa):

- Categoria del suolo di fondazione: D
- Zona sismica: 1
- Categoria per fattore di importanza: I
- Periodo struttura: $T_B \leq T < T_C$
- Fattore di struttura q: 2

L'azione del vento, sulla struttura e sui valori dei TPL, non è stata considerata poiché oltre ad essere considerata poco probabile la concomitanza dell'azione sismica con velocità del vento tale da generare azioni significative è comunque esclusa dalle combinazioni degli effetti della azione sismica con le altre combinazioni previste dalla norma [3] (par. 3.3).

Essendo pertanto esclusa la concomitanza del vento e del sisma, per i carichi trasmessi dai conduttori (TPL) sono stati considerati i parametri della Zona B (temperatura -20° C e manicotto di ghiaccio $s = 12$ mm), che, nei riguardi dei carichi sismici, risultano più gravosi di quelli della Zona A (temperatura -5° C e manicotto di ghiaccio nullo).

L'azione del sisma sulla struttura in direzione verticale (SZ) non è stata presa in considerazione, in quanto il traliccio, come struttura regolare, non rientra tra quelle per le quali la normativa sismica lo prevede.

In virtù della regolarità costruttiva in pianta dei tralicci in esame, l'analisi sismica sulla struttura del traliccio è stata eseguita utilizzando il metodo dell'analisi dinamica modale, che *“è da considerarsi il metodo normale per la definizione delle sollecitazioni di progetto e va applicata ad un modello tridimensionale”*, vedasi par. 4.5.3 del rif. [3]. Al modello tridimensionale sono stati applicate, separatamente in direzione X e Y, le sollecitazioni sismiche rappresentate dallo spettro definito nel par. 2.3.1 del presente rapporto.

Si è considerato inoltre il contributo che i cavi, intesi come massa aggiunta, possono dare, in termini di sollecitazioni supplementari in condizioni sismiche, alle strutture del sostegno. Occorre peraltro ricordare che il rif. [10], par. C.4 *Sisma*, afferma esplicitamente che, poiché la frequenza fondamentale della torre è normalmente più alta di quella dei conduttori, i carichi dinamici dovuti a questi ultimi non risultano essere significativi.

Sulla base di quanto riportato nei rif. [14] e [15], la massa del cavo, considerata partecipante al moto sismico del sostegno, può essere rappresentata come una massa puntuale relativa ad una lunghezza di cavo pari ad una mezza lunghezza d'onda di una oscillazione dei cavi stessi avente la stessa frequenza

del primo modo proprio della torre; tale tipo di schematizzazione è stata adottata tanto per il conduttore d'energia che per la fune di guardia.

Tale massa puntuale è stata posizionata sulla struttura in corrispondenza della estremità delle mensole alle quali i cavi sono sospesi, per i conduttori o in corrispondenza del cimino, per la fune di guardia.

2.3 Carichi impiegati

2.3.1 Azioni sismiche

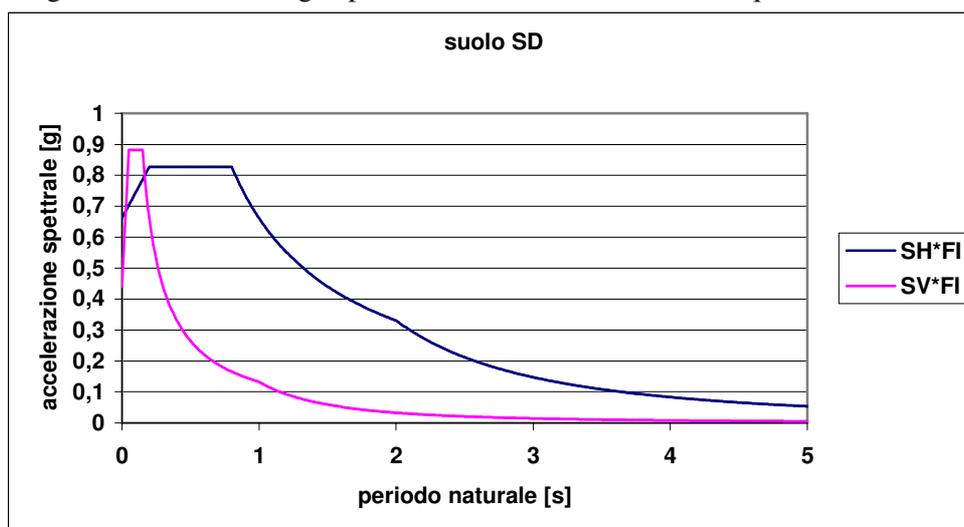
Le azioni sismiche sono rappresentate dallo spettro di risposta elastico di cui al par. 3.2.3 di [3]; per i vari parametri che definiscono lo spettro si sono assunti i coefficienti riportati di seguito:

	Eccitazione sismica orizzontale	Eccitazione sismica verticale
TB [s]	0,2	0,05
TC [s]	0,8	0,15
TD [s]	2	1
S [-]	1,35	1
q [-]	2	1,5
a_g [g]	0,35	0,35
FI [-]	1,4	1,4

Dove:

- TB, TC e TD sono i periodi che delimitano le regioni dello spettro di risposta per la categoria di suolo D
- S è un fattore associato al profilo stratigrafico del suolo
- q è il “fattore di struttura” delle tipologie strutturali considerate; per l'accelerazione verticale q è sempre 1,5, mentre per l'accelerazione orizzontale q è pari a 2, valore suggerito in [7]
- FI è il fattore d'importanza, assunto massimo per i tralicci
- a_g [g] è il valore massimo dell'accelerazione al suolo, per zona sismica 1

Nella figura seguente sono tracciati gli spettri dell'azione orizzontale e di quella verticale.

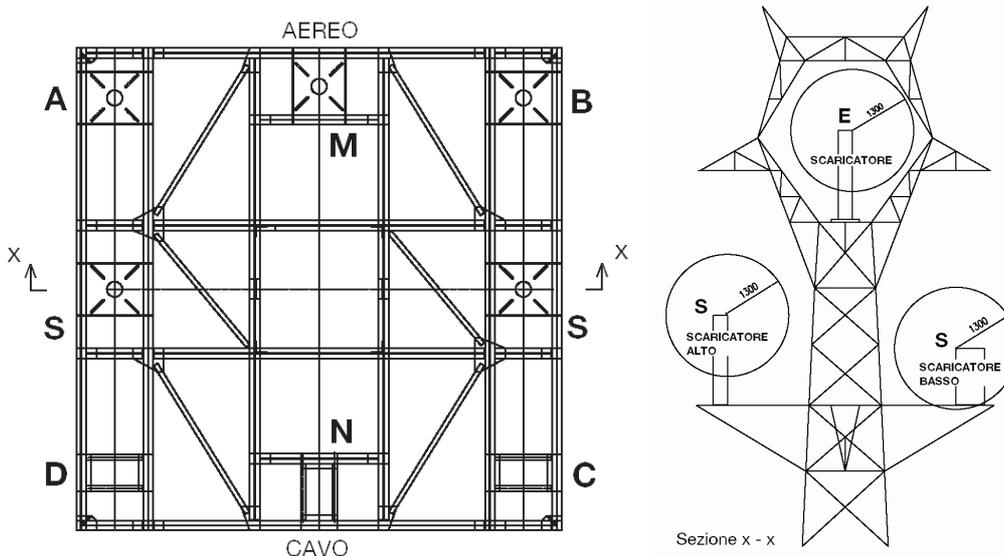


2.3.2 TPL caratteristici zona B

I valori dei TPL, che per quanto definito al par. 2.2 sono valutati per la Zona B nelle ipotesi quindi di temperatura = -20°C , manicotto di ghiaccio spessore = 12 mm, vento = 0, e sono elencati nella tabella seguente, così come forniti dal Committente:

zona B	Conduttore di energia			fune di guardia		
	T (daN)	P (daN)	L (daN)	T (daN)	P (daN)	L (daN)
	2381	3027	5563	1563	1810	3698

I carichi (masse) derivanti dalle apparecchiature montate sulla struttura portaterminali sono riportati nella tabella seguente ¹ e considerati agenti nei rispettivi baricentri.



ID	D,N,C	A, M, B	A, M, B	S	E
Apparecchiatura	Terminale aria-cavo	Trasformatore TV	Bobina OC	Scaricatore	Scaricatore
Peso [daN]	190	450	240	150	150
Altezza [m]	2,200	2,850	1,150	1,200	1,900
Diametro [m]	0,520	0,450	0,950	0,600	0,300
Hcg [m]	1,100	1,425	3,425	0,600	0,950

2.3.3 Effetto della massa aggiunta dei cavi

La massa aggiunta dei cavi è stata stimata come relativa ad una porzione di cavo di lunghezza 17 m, da una parte e dall'altra del traliccio. Tale lunghezza coincide con la semilunghezza d'onda dei cavi alla frequenza fondamentale flessionale del sostegno in esame (circa 3,6 Hz); su una campata di circa 400 m si contano 12 lunghezze d'onda, pari a 33 m per lunghezza d'onda.

Si ottiene perciò:

	conduttore	fune di guardia
q = peso per unità di lunghezza (ghiaccio compreso)	3,3959 daN/m	2,0012 daN/m
l = lunghezza porzione conduttore presa in considerazione	17 m	17 m
n = numero dei tratti di conduttore di lunghezza l presi in considerazione	1	1
m = numero dei conduttori per ogni cavo	1	1
Q = peso del conduttore considerato per l'azione sismica (Q = q*l*n*m)	57,7 daN	36,4 daN

¹ La vista in pianta del sostegno permette di identificare la disposizione delle apparecchiature. La posizione del baricentro di ognuna di queste è stata ipotizzata a metà della sua altezza. Hcg in tabella è relativo al piano della piattaforma (al piano di fissaggio per lo scaricatore E).

2.4 Combinazioni di carico

Le combinazioni dell'azione sismica con le altre azioni assunte per le verifiche dei tralicci, in accordo a quanto previsto dalla attuale normativa sismica, sono:

Combinazione	Peso proprio struttura	TPL/non sismico	Sisma in direzione X sulla struttura e sulle masse aggiunte dei cavi(SX)	Sisma in direzione Y sulla sola struttura e sulle masse aggiunte dei cavi (SY)
1	1	1	+ I	0
2	1	1	- I	0
3	1	1	0	+ I
4	1	1	0	- I
5	1	1	+ I	+ 0,3
6	1	1	- I	- 0,3
7	1	1	+ 0,3	+ I
8	1	1	- 0,3	- I

Per le combinazioni 1÷8, si ricercano il massimo e il minimo fra tutte le combinazioni: possono presentarsi tre casi:

1. il massimo è positivo e il minimo negativo: il massimo ha perciò il significato di valore massimo di trazione e il minimo di valore massimo di compressione
2. massimo e minimo sono entrambi positivi: significa che l'asta in questione è, per tutte le combinazioni considerate, sempre e solo assoggettata a trazione e che il valore massimo di questa coincide ovviamente con il valore massimo fra tutte le combinazioni
3. massimo e minimo sono entrambi negativi: significa che l'asta in questione è, per tutte le combinazioni considerate, sempre e solo assoggettata a compressione e che il valore massimo di questa coincide ovviamente con il valore minimo fra tutte le combinazioni

Qualunque sia il caso, fra i tre di cui sopra, si valuta il valore assoluto sia del massimo che del minimo fra tutte le combinazioni.

Quindi, i valori con i quali si conducono le verifiche strutturali risultano dalle seguenti due ulteriori combinazioni:

- combinazione 9 (trazione) = max-positivo[combinazioni 1÷8]
- combinazione 10 (compressione) = max-negativo[combinazioni 1÷8]

2.5 Procedimento di verifica adottato

La metodologia di verifica adottata è quello agli stati limite ultimi, vedasi rif. [3].

Nel dettaglio, la verifica, asta per asta, viene effettuata confrontando i valori delle tensioni massime di trazione e compressione relativi alle combinazioni 9 (trazione) e 10 (compressione) con le tensioni di riferimento a trazione σ_{sn} e le tensioni critiche a compressione $\sigma_{critiche}$ relative al materiale dell'asta.

2.6 Tensioni di riferimento per la verifica strutturale

Le strutture dei tralicci in esame impiegano acciai del tipo S235JR e S355JR; le corrispondenti tensioni di riferimento f_d da adottare per le verifiche, in accordo a quanto previsto dalle normative di riferimento, valgono:

Normativa di riferimento	tensione di riferimento [daN/cm ²]	S235JR	S355JR
[9]	resistenza di snervamento (f_y)	2350	3550
[6], [12]	resistenza di progetto (f_d)	2044	3087

Conservativamente, la resistenza di progetto è data dal rapporto tra la resistenza a snervamento f_y e un coefficiente di sicurezza pari a 1,15.

Conseguentemente:

- resistenza di progetto (f_d) per S235JR = $2350 / 1,15 = 2044$ daN/cm²
- resistenza di progetto (f_d) per S355JR = $3550 / 1,15 = 3087$ daN/cm²

Per quanto riguarda la tensione di confronto delle bullonature, che sono tutte di classe 6.8 (tensione di rottura a trazione 600 MPa, tensione di snervamento minima 480 MPa), la resistenza a taglio massima è data in tabella J.2 del rif. [8], ossia $0,6 \times (\text{resistenza a trazione di rottura del bullone}) / \gamma_{Mb}$, dove γ_{Mb} , fattore parziale di sicurezza per le giunzioni bullonate, vale 1,25. Nel caso in esame, quindi, la massima resistenza a taglio vale 288 MPa.

La massima resistenza a rifollamento delle membrature è data da una relazione analoga a quella riportata in (vedasi anche par. 5.3.6 di [10]), ovvero è data dal rapporto del 240% della resistenza a snervamento e di un coefficiente di sicurezza pari a 1,15. Nel caso in esame, quindi, con S235JR e S355JR, la massima resistenza a rifollamento vale rispettivamente 491 MPa (= $235 \times 2,4/1,15$) e 741 MPa (= $355 \times 2,4/1,15$).

Per la verifica a compressione si è presa a riferimento la tensione critica σ corrispondente alla snellezza λ dell'asta, calcolata sulla base della curva adimensionalizzata b del Prospetto 5.5.2 del par. 5.5 del rif. [7], attualizzata per i diversi materiali presenti e divisa per il coefficiente 1,15.

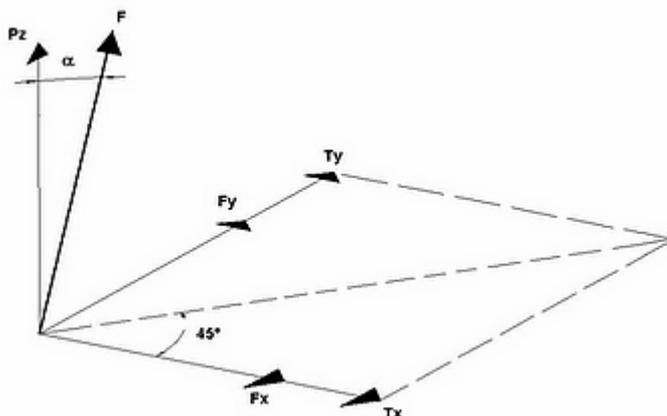
2.7 Carichi in fondazione

Le reazioni vincolari della struttura del traliccio, in corrispondenza di ciascun piede, sono di norma rappresentate secondo le tre componenti PZ, TX e TY agenti secondo un sistema di assi ortogonali fra loro coincidente con quello "globale" della struttura che, nel caso specifico (X: direzione trasversale; Y direzione longitudinale; Z verticale) e secondo le componenti F, Tx, Ty (con F agente parallelamente al montante).

Nel caso di scomposizione nelle tre componenti F, Tx e Ty (con F diretto come l'asse del montante) la relazione tra le grandezze F, Tx, Ty e P, TX, TY è espressa dalle seguenti equazioni:

- $F = PZ / \cos \alpha$
- $F_x = TX - (PZ \times \text{tg } \alpha) \times \cos 45^\circ$
- $F_y = TY - (PZ \times \text{tg } \alpha) \times \sin 45^\circ$

con α l'angolo di inclinazione del montante rispetto alla verticale, misurato nel piano della diagonale; nel caso in esame l'angolo è pari ad $\alpha = 4,00^\circ$.



2.8 Codici di calcolo impiegati

Per tutte le analisi è stato impiegato il codice MSC NASTRAN 2005.

3 RISULTATI DELLE ANALISI

3.1 Risultati involuppo sulle singole aste con l'analisi sismica

Tutte le aste della struttura risultano soddisfare i criteri di verifica. I risultati, come involuppo sulle singole aste, relativi all'azione sismica, sono dettagliatamente riportati nei tabulati in uscita dalla procedura VERTRA nell'Allegato 3 al presente rapporto. Per la nomenclatura delle singole aste del sostegno si faccia riferimento allo schema riportato nell'Allegato 2 al presente rapporto. Gli schemi unifilari del sostegni sono inclusi nell'Allegato 1.

3.2 Carichi in fondazione

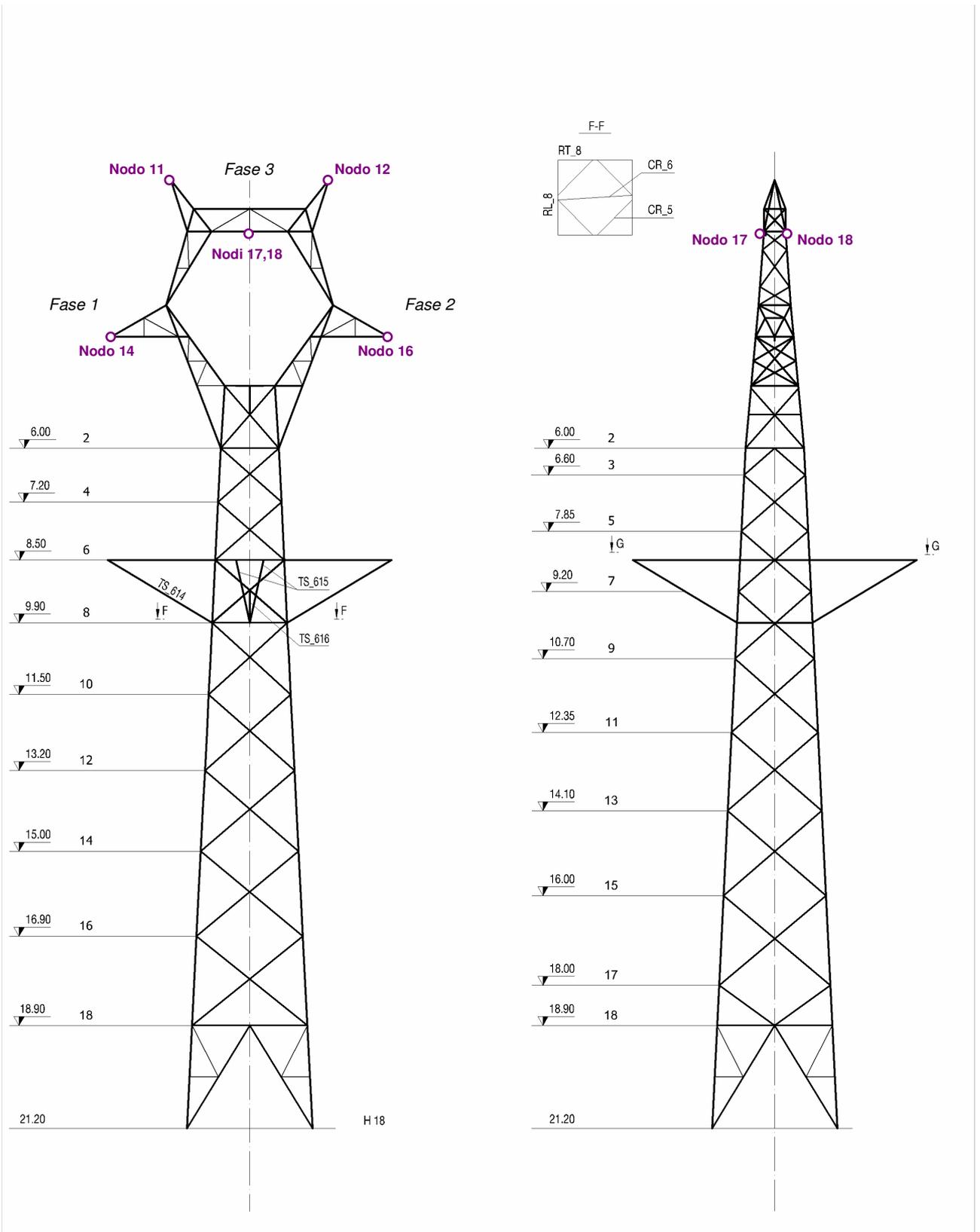
Gli sforzi massimi di compressione, strappamento e taglio sulla fondazione, per la configurazione geometrica utilizzata, derivanti dall'azione sismica, sono tabulati nell'Allegato 4 al presente rapporto.

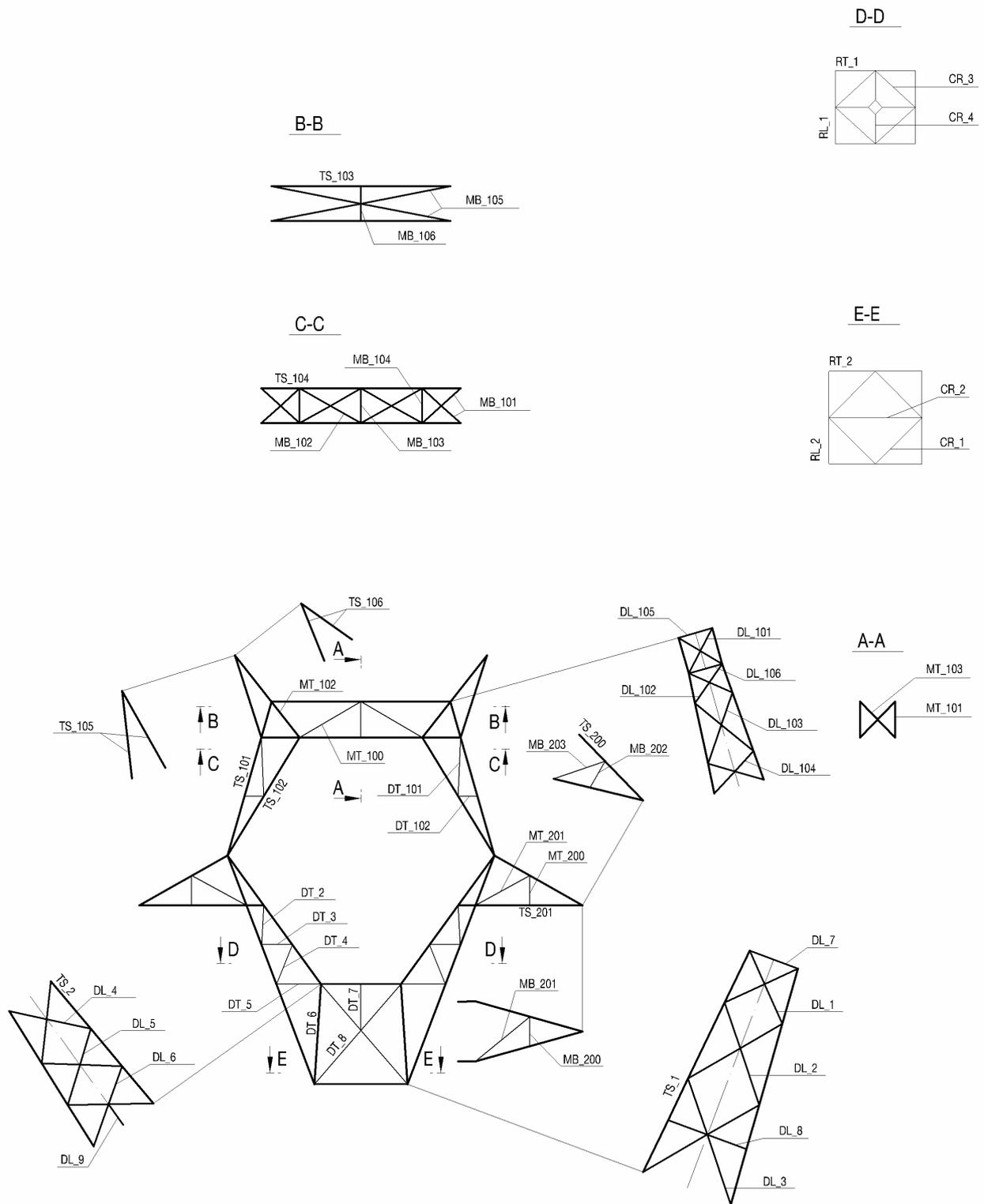
4 CONCLUSIONI

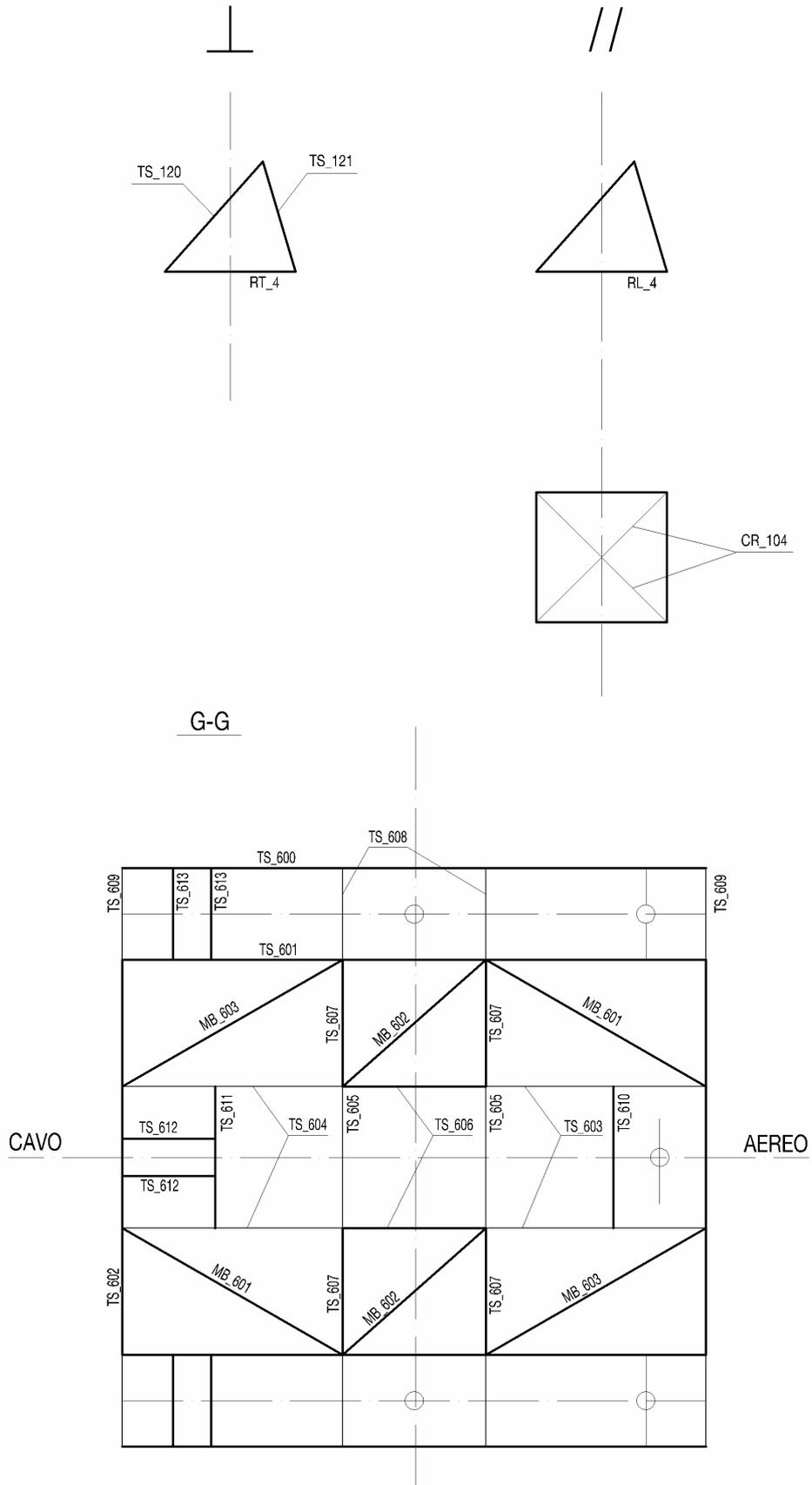
Sulla base delle analisi effettuate, si può affermare che lo stato tensionale negli elementi strutturali del traliccio esaminato, conseguente alle azioni sismiche, risulta sempre inferiore al valore limite dato dalla normativa sismica di riferimento.

Il risultato è stato ottenuto per un'azione sismica esercitata nelle due direzioni ortogonali orizzontali (parallelamente e normalmente alla linea), rappresentata, per ciascuna direzione, dallo spettro di progetto per suolo D e zona sismica 1, ridotto di un fattore di struttura pari a 2 e con fattore d'importanza massimo pari a 1,4. È stato simultaneamente combinato al carico sismico il carico di linea per zona B (in assenza di vento) in condizioni normali e si è tenuto altresì conto delle sollecitazioni inerziali corrispondenti alla presenza di una massa ridotta equivalente ai cavi

ALLEGATO 1
SCHEMI UNIFILARI DELLE VARIE PARTI COMPONENTI IL SOSTEGNO

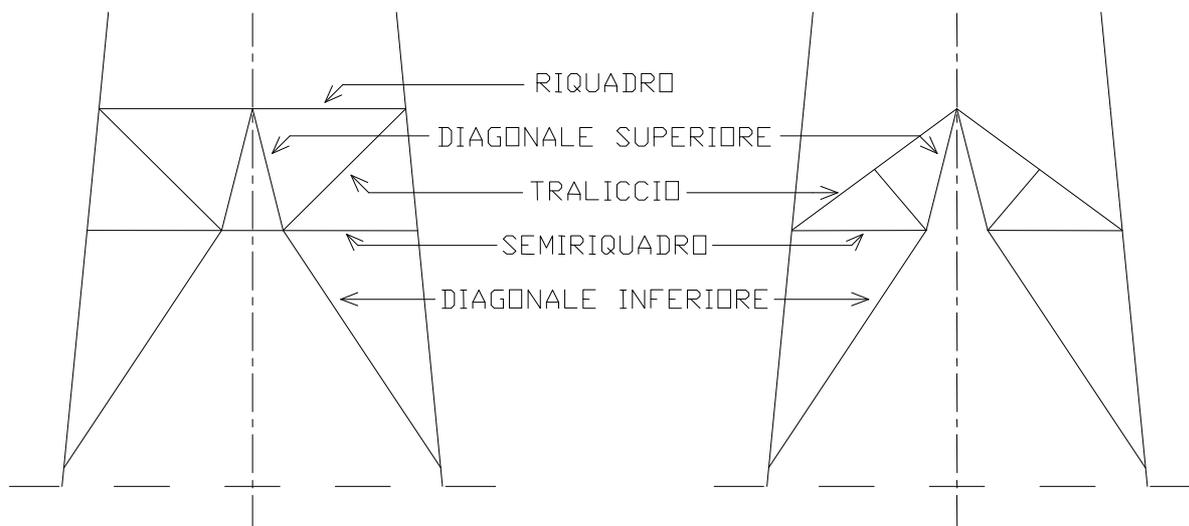






ALLEGATO 2
NOMENCLATURA PARTI INFERIORI DEL SOSTEGNO

NOMENCLATURA PARTI INFERIORI
DEL SOSTEGNO



Le aste riportate nei report di calcolo sono identificabili tramite il loro nome, che è stato codificato secondo la tabella 1:

Descrizione	Nome Asta	Esempio
<i>Aste della testa</i>	Suffisso TS_ più numero dell'asta	TS_120
<i>Rompitratta sezione orizzontale mensola</i>	Suffisso MB_ più numerazione progressiva	MB_3
<i>Rompitratta trasversali mensola</i>	Suffisso MT_ più numerazione progressiva	MT_3
<i>Tralicciatura trasversale bracci testa a Delta</i>	Suffisso DT_ più numerazione progressiva	DT_5
<i>Tralicciatura longitudinale bracci testa a Delta</i>	Suffisso DL_ più numerazione progressiva	DL_3
<i>Montanti</i>	Suffisso MO_ più Livello A e B	MO_L1_L9
<i>Tralici Longitudinali</i>	Suffisso TL_ più Livello A e B	TL_L10_L11
<i>Tralici Trasversali</i>	Suffisso TT più Livello A e B	TT_L10_L11
<i>Riquadri Trasversali</i>	Suffisso RT più numero asta	RT_1
<i>Riquadri Longitudinali</i>	Suffisso RL più numero asta	RL_1
<i>Crociere</i>	Suffisso CR_ più numero dell'asta	CR_92
<i>Rompitratta del cimino trasversali</i>	Suffisso CT più numerazione progressiva	CT_1
<i>Rompitratta del cimino longitudinali</i>	Suffisso CL più numerazione progressiva	CL_1
Basi	Suffisso BA_Hnumero_	
<i>Traliccio Trasversale</i>	Suffisso BA_TT_Hnumero	BA_TT_H18
<i>Traliccio Longitudinale</i>	Suffisso BA_TL_Hnumero	BA_TL_H18
<i>Rompitratta Trasversale n</i>	Suffisso BA_RTnumero_Hnumero	BA_RT1_H18
<i>Rompitratta Longitudinale n</i>	Suffisso BA_RLnumero_Hnumero_	BA_RL1_H18
<i>Riquadro trasversale</i>	Suffisso BA_QT_Hnumero	BA_QT_H18
<i>Riquadro Longitudinale</i>	Suffisso BA_QL_Hnumero_	BA_QL_H18
<i>Semiriquadro trasversale</i>	Suffisso BA_ST_Hnumero	BA_ST_H18
<i>Semiriquadro Longitudinale</i>	Suffisso BA_SL_Hnumero	BA_SL_H18
<i>Diagonale sup. trasv.</i>	Suffisso BA_DT_Hnumero	BA_DT_H18
<i>Diagonale sup. long.</i>	Suffisso BA_Hnumero_DL	BA_DL_H18
Piedi	Suffisso BP_Hnumero_Pnumero	
<i>Montante</i>	Suffisso BP_MO_Pnumero_Hnumero	BP_MO_P-2_H18
<i>Diagonale Trasversale</i>	Suffisso BP_DT_Pnumero_Hnumero	BP_DT_P-2_H18
<i>Diagonale Longitudinale</i>	Suffisso BP_DL_Pnumero_Hnumero	BP_DL_P-2_H18
<i>Rompitratta Trasversale</i>	Suffisso BP_RTnumero_Pnumero_Hnumero	BP_RT1_P-2_H18
<i>Rompitratta Longitudinale</i>	Suffisso BP_RLnumero_Pnumero_Hnumero	BP_RL3_P-2_H18

Tabella 1 : Definizione dei nomi delle aste

ALLEGATO 3
RISULTATI DELLE ANALISI SISMICHE

+-----+
 |TESTA DEL SOSTEGNO|
 +-----+

GATTO 132-150KV, Portaterminali H18							
Nome Asta	TS_1	TS_2	TS_101	TS_102	TS_103	TS_104	
PROFILATO	L	L	L	L	L	L	L
Ala (mm)	140	120	120	100	75	70	
Ala (mm)	140	120	120	100	75	70	
Spessore (mm)	15	9	10	7	5	5	
Sezione (cm2)	40.00	21.00	23.20	13.70	7.36	6.84	
Materiale	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR	
Lunghezza geometrica (m)	3.434	2.223	1.719	1.933	2.483	2.766	
Lunghezza libera (m)	1.502	0.864	0.859	1.933	1.242	0.850	
Raggio di Inerzia (cm)	MED 4.250	MIN 2.370	MED 3.680	MED 3.100	MIN 1.490	MIN 1.380	
Snellezza	35.4	36.5	23.4	62.3	83.3	61.6	
COMPRESSIONE							
Azione Assiale (daN)	62130.	11933.	29917.	11222.	5834.	3290.	
Combinazione di carico	1	1	1	1	1	1	
Schema geometrico	1	1	1	1	1	1	
Sforzo di progetto (daN/cm2)	2780.	2762.	2972.	2199.	1658.	2199.	
Sforzo effettivo (daN/cm2)	1553.	568.	1290.	819.	793.	481.	
TRAZIONE							
Azione Assiale (daN)	47378.	23053.	23803.	17989.	2656.	10868.	
Combinazione di carico	1	1	1	1	1	1	
Schema geometrico	1	1	1	1	1	1	
Sforzo di progetto (daN/cm2)	3087.	3087.	3087.	3087.	3087.	3087.	
Sforzo effettivo (daN/cm2)	1406.	1206.	1128.	1471.	421.	1877.	
COLLEGAMENTO							
Numero Bulloni	14	8	8	4	3	3	
Diametro Bulloni (mm)	20	20	20	20	20	20	
TAGLIO							
Sforzo effettivo (daN/cm2)	1413.	917.	1190.	1431.	619.	1153.	
RIFOLLAMENTO							
Sforzo di progetto (daN/cm2)	7409.	7409.	7409.	7409.	7409.	7409.	
Sforzo effettivo (daN/cm2)	1409.	1525.	1781.	3059.	1852.	3450.	

GATTO 132-150KV, Portaterminali H18							
Nome Asta	TS_105	TS_106	TS_200	TS_201	TS_600	TS_601	
PROFILATO	L	L	L	L	2U	2U	
Ala (mm)	75	55	70	90	140	140	
Ala (mm)	75	55	70	90	70	70	
Spessore (mm)	7	5	5	6	7	7	
Sezione (cm2)	10.10	5.31	6.84	10.45	40.80	40.80	
Materiale	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR	
Lunghezza geometrica (m)	1.231	0.860	1.453	1.776	6.170	6.170	
Lunghezza libera (m)	1.231	0.860	0.866	0.789	6.170	2.327	
Raggio di Inerzia (cm)	MIN 1.470	MIN 1.080	MIN 1.380	MIN 1.770	MED 5.450	MED 5.450	
Snellezza	83.8	79.6	62.8	44.6	113.2	42.7	
COMPRESSIONE							
Azione Assiale (daN)	11093.	2794.	0.	15410.	181.	3629.	
Combinazione di carico	1	1	1	1	1	1	
Schema geometrico	1	1	1	1	1	1	
Sforzo di progetto (daN/cm2)	1634.	1733.	2174.	2592.	1064.	2632.	
Sforzo effettivo (daN/cm2)	1098.	526.	0.	1475.	4.	89.	
TRAZIONE							
Azione Assiale (daN)	7996.	4496.	5678.	10107.	3372.	3457.	
Combinazione di carico	1	1	1	1	1	1	
Schema geometrico	1	1	1	1	1	1	
Sforzo di progetto (daN/cm2)	3087.	3087.	3087.	3087.	3087.	3087.	
Sforzo effettivo (daN/cm2)	927.	1056.	948.	1100.	85.	87.	
COLLEGAMENTO							
Numero Bulloni	3	2	4	4	8	8	
Diametro Bulloni (mm)	20	20	16	20	16	16	
TAGLIO							
Sforzo effettivo (daN/cm2)	1177.	716.	706.	1226.	105.	113.	
RIFOLLAMENTO							
Sforzo di progetto (daN/cm2)	7409.	7409.	7409.	7409.	7409.	7409.	
Sforzo effettivo (daN/cm2)	2515.	2141.	1670.	3057.	177.	191.	

GATTO 132-150KV, Portaterminali H18							
Nome Asta	TS_602	TS_603	TS_604	TS_605	TS_606	TS_607	
PROFILATO	2U						
Ala (mm)	140	140	140	140	140	140	140
Ala (mm)	70	70	70	70	70	70	70
Spessore (mm)	7	7	7	7	7	7	7
Sezione (cm2)	40.80	40.80	40.80	40.80	40.80	40.80	40.80
Materiale	S355JR						
Lunghezza geometrica (m)	4.430	2.327	2.327	1.516	1.516	1.457	1.457
Lunghezza libera (m)	1.516	2.327	2.327	1.516	1.516	1.457	1.457
Raggio di Inerzia (cm)	MED 5.450						
Snellezza	27.8	42.7	42.7	27.8	27.8	26.7	26.7
COMPRESSIONE							
Azione Assiale (daN)	440.	2825.	1636.	2558.	2269.	3427.	3427.
Combinazione di carico	1	1	1	1	1	1	1
Schema geometrico	1	1	1	1	1	1	1
Sforzo di progetto (daN/cm2)	2895.	2632.	2632.	2895.	2895.	2911.	2911.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	11.	69.	40.	63.	56.	84.	84.
TRAZIONE							
Azione Assiale (daN)	3687.	4478.	2915.	1884.	4204.	3426.	3426.
Combinazione di carico	1	1	1	1	1	1	1
Schema geometrico	1	1	1	1	1	1	1
Sforzo di progetto (daN/cm2)	3087.	3087.	3087.	3087.	3087.	3087.	3087.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	93.	113.	74.	49.	109.	87.	87.
COLLEGAMENTO							
Numero Bulloni	4	8	8	16	16	4	4
Diametro Bulloni (mm)	16	16	16	16	16	16	16
TAGLIO							
Sforzo effettivo (daN/cm2)	229.	139.	91.	40.	65.	213.	213.
RIFOLLAMENTO							
Sforzo di progetto (daN/cm2)	7409.	7409.	7409.	7409.	7409.	7409.	7409.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	387.	235.	153.	67.	110.	360.	360.

GATTO 132-150KV, Portaterminali H18							
Nome Asta	TS_608	TS_609	TS_610	TS_611	TS_612	TS_613	
PROFILATO	2U	2U	2U	2U	U	U	
Ala (mm)	140	140	140	140	140	140	
Ala (mm)	70	70	70	70	70	70	
Spessore (mm)	7	7	7	7	10	10	
Sezione (cm2)	40.80	40.80	40.80	40.80	20.40	20.40	
Materiale	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR	
Lunghezza geometrica (m)	0.870	0.870	1.516	1.516	0.870	0.870	
Lunghezza libera (m)	0.870	0.870	1.516	1.516	0.870	0.870	
Raggio di Inerzia (cm)	MED 5.450						
Snellezza	16.0	16.0	27.8	27.8	16.0	16.0	
COMPRESSIONE							
Azione Assiale (daN)	593.	208.	86.	50.	349.	276.	
Combinazione di carico	1	1	1	1	1	1	
Schema geometrico	1	1	1	1	1	1	
Sforzo di progetto (daN/cm2)	3074.	3074.	2895.	2895.	3074.	3074.	
Sforzo effettivo (daN/cm2)	15.	5.	2.	1.	17.	14.	
TRAZIONE							
Azione Assiale (daN)	739.	3309.	90.	51.	715.	296.	
Combinazione di carico	1	1	1	1	1	1	
Schema geometrico	1	1	1	1	1	1	
Sforzo di progetto (daN/cm2)	3087.	3087.	3087.	3087.	3087.	3087.	
Sforzo effettivo (daN/cm2)	19.	84.	2.	1.	38.	16.	
COLLEGAMENTO							
Numero Bulloni	4	4	8	8	2	2	
Diametro Bulloni (mm)	16	16	16	16	16	16	
TAGLIO							
Sforzo effettivo (daN/cm2)	46.	206.	3.	2.	178.	74.	
RIFOLLAMENTO							
Sforzo di progetto (daN/cm2)	7409.	7409.	7409.	7409.	7409.	7409.	
Sforzo effettivo (daN/cm2)	78.	348.	5.	3.	210.	87.	

Nome Asta	GATTO 132-150KV, Portaterminali H18					
	TS_614		TS_615		TS_616	
PROFILATO	2L		2L		PT	
Ala (mm)	80		80		100	
Ala (mm)	80		80		0	
Spessore (mm)	6		6		12	
Sezione (cm ²)	18.70		18.70		12.00	
Materiale	S355JR		S355JR		S355JR	
Lunghezza geometrica (m)	3.487		2.695		0.731	
Lunghezza libera (m)	3.487		2.695		0.731	
Raggio di Inerzia (cm)	MIN	2.440	MIN	2.440	MIN	0.346
Snellezza	142.9		110.4		211.4	
COMPRESSIONE						
Azione Assiale (daN)	5121.		3212.		0.	
Combinazione di carico	1		1		1	
Schema geometrico	1		1		1	
Sforzo di progetto (daN/cm ²)	715.		1111.		352.	
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	274.		172.		0.	
TRAZIONE						
Azione Assiale (daN)	13.		152.		2470.	
Combinazione di carico	1		1		1	
Schema geometrico	1		1		1	
Sforzo di progetto (daN/cm ²)	3087.		3087.		3087.	
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	1.		9.		248.	
COLLEGAMENTO						
Numero Bulloni	2		2		1	
Diametro Bulloni (mm)	16		16		16	
TAGLIO						
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	637.		399.		1229.	
RIFOLLAMENTO						
Sforzo di progetto (daN/cm ²)	7409.		7409.		7409.	
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	1255.		787.		1211.	

GATTO 132-150KV, Portaterminali H18							
Nome Asta	MB_101	MB_102	MB_103	MB_104	MB_105	MB_106	
PROFILATO	L	L	L	L	L	L	L
Ala (mm)	35	35	80	35	80	80	80
Ala (mm)	35	35	80	35	80	80	80
Spessore (mm)	4	4	6	4	6	6	6
Sezione (cm2)	2.67	2.67	9.35	2.67	9.35	9.35	9.35
Materiale	S355JR	S355JR	S235JR	S355JR	S355JR	S355JR	S235JR
Lunghezza geometrica (m)	0.721	0.979	0.485	0.485	2.530		0.485
Lunghezza libera (m)	0.360	0.489	0.485	0.485	1.265		0.242
Raggio di Inerzia (cm)	MIN 0.678	MIN 0.678	MIN 1.580	MIN 0.678	MIN 1.580		MIN 1.580
Snellezza	53.1	72.2	30.7	71.5	80.1		15.3
COMPRESSIONE							
Azione Assiale (daN)	1463.	1666.	1364.	423.	9465.		3285.
Combinazione di carico	1	1	1	1	1		1
Schema geometrico	1	1	1	1	1		1
Sforzo di progetto (daN/cm2)	2419.	1939.	1945.	1939.	1733.		2044.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	548.	624.	146.	158.	1012.		351.
TRAZIONE							
Azione Assiale (daN)	1463.	1666.	1364.	423.	9465.		3285.
Combinazione di carico	1	1	1	1	1		1
Schema geometrico	1	1	1	1	1		1
Sforzo di progetto (daN/cm2)	3087.	3087.	2044.	3087.	3087.		2044.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	681.	775.	164.	197.	1136.		406.
COLLEGAMENTO							
Numero Bulloni	2	2	2	2	3		1
Diametro Bulloni (mm)	12	12	16	12	16		20
TAGLIO							
Sforzo effettivo (daN/cm2)	647.	737.	339.	187.	1569.		1046.
RIFOLLAMENTO							
Sforzo di progetto (daN/cm2)	7409.	7409.	4904.	7409.	7409.		4904.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	1407.	1602.	669.	407.	3093.		2607.

GATTO 132-150KV, Portaterminali H18							
Nome Asta	MB_200	MB_201	MB_202	MB_203	MB_601	MB_602	
PROFILATO	L	L	L	L	U	U	
Ala (mm)	45	55	35	35	140	140	
Ala (mm)	45	55	35	35	70	70	
Spessore (mm)	4	4	4	4	7	7	
Sezione (cm2)	3.49	4.26	2.67	2.67	20.40	20.40	
Materiale	S355JR	S355JR	S235JR	S235JR	S235JR	S235JR	
Lunghezza geometrica (m)	0.408	0.981	0.424	0.804	2.745	2.103	
Lunghezza libera (m)	0.408	0.981	0.424	0.804	2.745	2.103	
Raggio di Inerzia (cm)	MIN 0.878	MIN 1.090	MIN 0.678	MIN 0.678	MIN 1.750	MIN 1.750	
Snellezza	46.5	90.0	62.6	118.6	156.9	120.2	
COMPRESSIONE							
Azione Assiale (daN)	1491.	3532.	353.	801.	4240.	3124.	
Combinazione di carico	1	1	1	1	1	1	
Schema geometrico	1	1	1	1	1	1	
Sforzo di progetto (daN/cm2)	2551.	1494.	1627.	893.	575.	882.	
Sforzo effettivo (daN/cm2)	427.	829.	132.	300.	208.	153.	
TRAZIONE							
Azione Assiale (daN)	1491.	3532.	353.	801.	4240.	3124.	
Combinazione di carico	1	1	1	1	1	1	
Schema geometrico	1	1	1	1	1	1	
Sforzo di progetto (daN/cm2)	3087.	3087.	2044.	2044.	2044.	2044.	
Sforzo effettivo (daN/cm2)	531.	1033.	164.	373.	221.	163.	
COLLEGAMENTO							
Numero Bulloni	1	1	1	1	4	4	
Diametro Bulloni (mm)	16	20	12	12	16	16	
TAGLIO							
Sforzo effettivo (daN/cm2)	742.	1124.	312.	709.	527.	388.	
RIFOLLAMENTO							
Sforzo di progetto (daN/cm2)	7409.	7409.	4904.	4904.	4904.	4904.	
Sforzo effettivo (daN/cm2)	2193.	4205.	679.	1541.	891.	656.	

GATTO 132-150KV, Portaterminali H18

Nome Asta	MB_603	
PROFILATO	U	
Ala (mm)	140	
Ala (mm)	70	
Spessore (mm)	7	
Sezione (cm ²)	20.40	
Materiale	S235JR	
Lunghezza geometrica (m)	2.745	
Lunghezza libera (m)	2.745	
Raggio di Inerzia (cm)	MIN 1.750	
Snellezza	156.9	
COMPRESSIONE		
Azione Assiale (daN)	4631.	
Combinazione di carico	1	
Schema geometrico	1	
Sforzo di progetto (daN/cm ²)	575.	
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	227.	
TRAZIONE		
Azione Assiale (daN)	4631.	
Combinazione di carico	1	
Schema geometrico	1	
Sforzo di progetto (daN/cm ²)	2044.	
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	241.	
COLLEGAMENTO		
Numero Bulloni	4	
Diametro Bulloni (mm)	16	
TAGLIO		
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	576.	
RIFOLLAMENTO		
Sforzo di progetto (daN/cm ²)	4904.	
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	973.	

GATTO 132-150KV, Portaterminali H18						
Nome Asta	MT_100	MT_101	MT_102	MT_103	MT_200	MT_201
PROFILATO	L	L	L	L	L	L
Ala (mm)	75	100	90	45	55	60
Ala (mm)	75	75	90	45	55	60
Spessore (mm)	6	6	7	5	4	4
Sezione (cm2)	8.75	13.50	12.20	4.30	4.26	4.72
Materiale	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR
Lunghezza geometrica (m)	0.986	0.500	0.635	0.697	0.417	0.890
Lunghezza libera (m)	0.986	0.500	0.635	0.348	0.417	0.890
Raggio di Inerzia (cm)	MIN 1.480	MIN 1.600	MIN 1.770	MIN 0.871	MIN 1.090	MIN 1.190
Snellezza	66.6	31.2	35.9	40.0	38.3	74.8
COMPRESSIONE						
Azione Assiale (daN)	9492.	2804.	14756.	4910.	2003.	2954.
Combinazione di carico	1	1	1	1	1	1
Schema geometrico	1	1	1	1	1	1
Sforzo di progetto (daN/cm2)	2070.	2847.	2762.	2690.	2727.	1861.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	1085.	208.	1210.	1142.	470.	626.
TRAZIONE						
Azione Assiale (daN)	9492.	2804.	14756.	4910.	2003.	2954.
Combinazione di carico	1	1	1	1	1	1
Schema geometrico	1	1	1	1	1	1
Sforzo di progetto (daN/cm2)	3087.	3087.	3087.	3087.	3087.	3087.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	1267.	225.	1375.	1423.	586.	731.
COLLEGAMENTO						
Numero Bulloni	3	4	4	2	1	2
Diametro Bulloni (mm)	20	16	20	16	20	16
TAGLIO						
Sforzo effettivo (daN/cm2)	1007.	349.	1174.	1221.	637.	735.
RIFOLLAMENTO						
Sforzo di progetto (daN/cm2)	7409.	7409.	7409.	7409.	7409.	7409.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	2511.	687.	2510.	2888.	2384.	2172.

GATTO 132-150KV, Portaterminali H18							
Nome Asta	DT_2	DT_3	DT_4	DT_5	DT_6	DT_7	
PROFILATO	2L	L	L	L	L	L	L
Ala (mm)	60	50	50	60	70	60	
Ala (mm)	60	50	50	60	70	60	
Spessore (mm)	5	4	4	4	5	4	
Sezione (cm ²)	11.60	3.90	3.90	4.72	6.84	4.72	
Materiale	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR	S235JR	
Lunghezza geometrica (m)	0.553	0.425	0.593	0.612	1.408	0.655	
Lunghezza libera (m)	0.553	0.425	0.593	0.612	1.408	0.655	
Raggio di Inerzia (cm)	MIN 1.820	MIN 0.980	MIN 0.980	MIN 1.190	MIN 1.380	MIN 1.190	
Snellezza	30.4	43.3	60.5	51.4	102.0	55.1	
COMPRESSIONE							
Azione Assiale (daN)	4031.	3793.	4274.	3015.	5379.	176.	
Combinazione di carico	1	1	1	1	1	1	
Schema geometrico	1	1	1	1	1	1	
Sforzo di progetto (daN/cm ²)	2863.	2632.	2250.	2464.	1249.	1719.	
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	347.	973.	1096.	639.	786.	37.	
TRAZIONE							
Azione Assiale (daN)	4031.	3793.	4274.	3015.	5379.	176.	
Combinazione di carico	1	1	1	1	1	1	
Schema geometrico	1	1	1	1	1	1	
Sforzo di progetto (daN/cm ²)	3087.	3087.	3087.	3087.	3087.	2044.	
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	375.	1178.	1327.	746.	898.	44.	
COLLEGAMENTO							
Numero Bulloni	2	2	2	2	2	1	
Diametro Bulloni (mm)	16	16	16	16	16	16	
TAGLIO							
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	501.	943.	1063.	750.	1338.	87.	
RIFOLLAMENTO							
Sforzo di progetto (daN/cm ²)	7409.	7409.	7409.	7409.	7409.	4904.	
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	1186.	2789.	3142.	2217.	3164.	259.	

GATTO 132-150KV, Portaterminali H18				
Nome Asta	DT_8	DT_101	DT_102	
PROFILATO	L	L	L	
Ala (mm)	120	65	45	
Ala (mm)	120	65	45	
Spessore (mm)	9	4	4	
Sezione (cm ²)	21.00	5.13	3.49	
Materiale	S355JR	S355JR	S235JR	
Lunghezza geometrica (m)	1.841	0.828	0.267	
Lunghezza libera (m)	0.983	0.828	0.267	
Raggio di Inerzia (cm)	MIN 2.370	MIN 1.300	MIN 0.878	
Snellezza	41.5	63.7	30.4	
COMPRESSIONE				
Azione Assiale (daN)	14811.	7252.	3573.	
Combinazione di carico	1	1	1	
Schema geometrico	1	1	1	
Sforzo di progetto (daN/cm ²)	2671.	2148.	1953.	
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	705.	1414.	1024.	
TRAZIONE				
Azione Assiale (daN)	14811.	7252.	3573.	
Combinazione di carico	1	1	1	
Schema geometrico	1	1	1	
Sforzo di progetto (daN/cm ²)	3087.	3087.	2044.	
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	775.	1630.	1272.	
COLLEGAMENTO				
Numero Bulloni	6	3	2	
Diametro Bulloni (mm)	20	16	16	
TAGLIO				
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	786.	1202.	888.	
RIFOLLAMENTO				
Sforzo di progetto (daN/cm ²)	7409.	7409.	4904.	
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	1306.	3555.	2627.	

Nome Asta	GATTO 132-150KV, Portaterminali H18					
	DL_1	DL_2	DL_3	DL_4	DL_5	DL_6
PROFILATO	L	L	L	L	L	L
Ala (mm)	55	55	60	45	45	45
Ala (mm)	55	55	60	45	45	45
Spessore (mm)	5	5	5	4	4	4
Sezione (cm ²)	5.31	5.31	5.81	3.49	3.49	3.49
Materiale	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR
Lunghezza geometrica (m)	1.076	1.500	1.887	1.158	1.112	1.190
Lunghezza libera (m)	0.581	0.827	1.044	0.625	0.586	0.624
Raggio di Inerzia (cm)	MIN 1.080	MIN 1.080	MIN 1.180	MIN 0.878	MIN 0.878	MIN 0.878
Snellezza	53.8	76.6	88.5	71.2	66.8	71.1
COMPRESSIONE						
Azione Assiale (daN)	1125.	6299.	7054.	3532.	606.	361.
Combinazione di carico	1	1	1	1	1	1
Schema geometrico	1	1	1	1	1	1
Sforzo di progetto (daN/cm ²)	2396.	1809.	1540.	1965.	2070.	1965.
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	212.	1186.	1214.	1012.	174.	103.
TRAZIONE						
Azione Assiale (daN)	1125.	6299.	7054.	3532.	606.	361.
Combinazione di carico	1	1	1	1	1	1
Schema geometrico	1	1	1	1	1	1
Sforzo di progetto (daN/cm ²)	3087.	3087.	3087.	3087.	3087.	3087.
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	252.	1412.	1482.	1257.	216.	128.
COLLEGAMENTO						
Numero Bulloni	2	2	2	2	1	1
Diametro Bulloni (mm)	16	16	20	16	16	16
TAGLIO						
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	280.	1566.	1123.	878.	302.	179.
RIFOLLAMENTO						
Sforzo di progetto (daN/cm ²)	7409.	7409.	7409.	7409.	7409.	7409.
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	662.	3705.	3359.	2597.	892.	531.

GATTO 132-150KV, Portaterminali H18							
Nome Asta	DL_7	DL_8	DL_9	DL_101	DL_102	DL_103	
PROFILATO	L	L	PT	L	L	L	L
Ala (mm)	55	55	50	40	55	50	50
Ala (mm)	55	55	0	40	55	50	50
Spessore (mm)	5	5	8	4	5	5	5
Sezione (cm2)	5.31	5.31	4.00	3.08	5.31	4.80	4.80
Materiale	S355JR	S235JR	S355JR	S235JR	S235JR	S235JR	S235JR
Lunghezza geometrica (m)	0.712	1.135	0.355	0.711	0.669	1.046	1.046
Lunghezza libera (m)	0.712	0.567	0.355	0.355	0.353	0.572	0.572
Raggio di Inerzia (cm)	MIN 1.080	MIN 1.080	MIN 0.231	MIN 0.777	MIN 1.080	MIN 0.973	MIN 0.973
Snellezza	65.9	52.5	153.8	45.7	32.7	58.8	58.8
COMPRESSIONE							
Azione Assiale (daN)	1265.	899.	254.	2779.	4972.	3906.	3906.
Combinazione di carico	1	1	1	1	1	1	1
Schema geometrico	1	1	1	1	1	1	1
Sforzo di progetto (daN/cm2)	2096.	1741.	627.	1812.	1928.	1675.	1675.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	238.	169.	64.	902.	936.	814.	814.
TRAZIONE							
Azione Assiale (daN)	1265.	899.	254.	2779.	4972.	3906.	3906.
Combinazione di carico	1	1	1	1	1	1	1
Schema geometrico	1	1	1	1	1	1	1
Sforzo di progetto (daN/cm2)	3087.	2044.	3087.	2044.	2044.	2044.	2044.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	284.	202.	96.	1086.	1115.	989.	989.
COLLEGAMENTO							
Numero Bulloni	1	1	1	2	2	2	2
Diametro Bulloni (mm)	16	16	16	12	16	16	16
TAGLIO							
Sforzo effettivo (daN/cm2)	629.	447.	126.	1229.	1236.	971.	971.
RIFOLLAMENTO							
Sforzo di progetto (daN/cm2)	7409.	4904.	7409.	4904.	4904.	4904.	4904.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	1489.	1057.	187.	2672.	2925.	2298.	2298.

GATTO 132-150KV, Portaterminali H18				
Nome Asta	DL_104	DL_105	DL_106	
PROFILATO	L	L	L	
Ala (mm)	45	40	40	
Ala (mm)	45	40	40	
Spessore (mm)	4	4	4	
Sezione (cm ²)	3.49	3.08	3.08	
Materiale	S235JR	S235JR	S235JR	
Lunghezza geometrica (m)	0.807	0.485	0.485	
Lunghezza libera (m)	0.420	0.485	0.485	
Raggio di Inerzia (cm)	MIN 0.878	MIN 0.777	MIN 0.777	
Snellezza	47.9	62.4	62.4	
COMPRESSIONE				
Azione Assiale (daN)	2472.	1069.	279.	
Combinazione di carico	1	1	1	
Schema geometrico	1	1	1	
Sforzo di progetto (daN/cm ²)	1792.	1639.	1639.	
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	708.	347.	91.	
TRAZIONE				
Azione Assiale (daN)	2472.	1069.	279.	
Combinazione di carico	1	1	1	
Schema geometrico	1	1	1	
Sforzo di progetto (daN/cm ²)	2044.	2044.	2044.	
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	880.	417.	109.	
COLLEGAMENTO				
Numero Bulloni	2	2	2	
Diametro Bulloni (mm)	16	12	12	
TAGLIO				
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	615.	472.	123.	
RIFOLLAMENTO				
Sforzo di progetto (daN/cm ²)	4904.	4904.	4904.	
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	1817.	1028.	268.	

GATTO 132-150KV, Portaterminali H18							
Nome Asta	CR_1	CR_2	CR_3	CR_4	CR_5	CR_6	
PROFILATO	L	L	L	L	L	L	L
Ala (mm)	60	60	40	100	60	60	60
Ala (mm)	60	60	40	100	60	60	60
Spessore (mm)	4	4	4	7	5	5	5
Sezione (cm ²)	4.72	4.72	3.08	13.70	5.81	5.81	5.81
Materiale	S355JR						
Lunghezza geometrica (m)	0.898	1.270	0.756	1.026	1.170	1.655	1.655
Lunghezza libera (m)	0.898	1.270	0.756	0.513	1.170	1.655	1.655
Raggio di Inerzia (cm)	MIN 1.190	MIN 1.190	MIN 0.777	MIN 1.980	MIN 1.180	MIN 1.180	MIN 1.180
Snellezza	75.5	106.7	97.3	25.9	99.2	140.3	140.3
COMPRESSIONE							
Azione Assiale (daN)	585.	66.	251.	141.	3233.	2843.	2843.
Combinazione di carico	1	1	1	1	1	1	1
Schema geometrico	1	1	1	1	1	1	1
Sforzo di progetto (daN/cm ²)	1861.	1160.	1345.	2926.	1306.	742.	742.
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	124.	14.	81.	10.	556.	489.	489.
TRAZIONE							
Azione Assiale (daN)	585.	66.	251.	141.	3233.	2843.	2843.
Combinazione di carico	1	1	1	1	1	1	1
Schema geometrico	1	1	1	1	1	1	1
Sforzo di progetto (daN/cm ²)	3087.	3087.	3087.	3087.	3087.	3087.	3087.
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	151.	17.	98.	11.	679.	597.	597.
COLLEGAMENTO							
Numero Bulloni	1	1	1	2	1	1	1
Diametro Bulloni (mm)	20	20	12	12	20	20	20
TAGLIO							
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	186.	21.	222.	62.	1029.	905.	905.
RIFOLLAMENTO							
Sforzo di progetto (daN/cm ²)	7409.	7409.	7409.	7409.	7409.	7409.	7409.
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	696.	79.	482.	78.	3079.	2708.	2708.

+-----+
|Rompitratta del Cimino - Rompitratta trasv. CT - Long. CL |
+-----+

+-----+
 |Riquadri - trasversali RT - Longitudinali RL |
 +-----+

GATTO 132-150KV, Portaterminali H18

Nome Asta	RT_1	RT_2	RT_8
PROFILATO	L	L	L
Ala (mm)	55	100	100
Ala (mm)	55	100	100
Spessore (mm)	4	7	7
Sezione (cm ²)	4.26	13.70	13.70
Materiale	S355JR	S355JR	S355JR
Lunghezza geometrica (m)	1.110	1.270	1.654
Lunghezza libera (m)	1.110	1.270	1.654
Raggio di Inerzia (cm)	MED 1.680	MED 3.100	MED 3.100
Snellezza	66.1	41.0	53.3
COMPRESSIONE			
Azione Assiale (daN)	366.	22239.	3469.
Combinazione di carico	1	1	1
Schema geometrico	1	1	1
Sforzo di progetto (daN/cm ²)	2096.	2671.	2419.
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	86.	1623.	253.
TRAZIONE			
Azione Assiale (daN)	1427.	13763.	1802.
Combinazione di carico	1	1	1
Schema geometrico	1	1	1
Sforzo di progetto (daN/cm ²)	3087.	3087.	3087.
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	399.	1125.	147.
COLLEGAMENTO			
Numero Bulloni	2	5	4
Diametro Bulloni (mm)	16	20	20
TAGLIO			
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	355.	1416.	276.
RIFOLLAMENTO			
Sforzo di progetto (daN/cm ²)	7409.	7409.	7409.
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	1050.	3026.	590.

GATTO 132-150KV, Portaterminali H18

Nome Asta	RL_1	RL_2	RL_8
PROFILATO	L	L	L
Ala (mm)	55	100	100
Ala (mm)	55	100	100
Spessore (mm)	4	7	7
Sezione (cm2)	4.26	13.70	13.70
Materiale	S355JR	S355JR	S355JR
Lunghezza geometrica (m)	1.026	1.270	1.654
Lunghezza libera (m)	1.026	0.635	1.654
Raggio di Inerzia (cm)	MED 1.680	MIN 1.980	MED 3.100
Snellezza	61.1	32.1	53.3
COMPRESSIONE			
Azione Assiale (daN)	346.	4889.	3170.
Combinazione di carico	1	1	1
Schema geometrico	1	1	1
Sforzo di progetto (daN/cm2)	2225.	2830.	2419.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	81.	357.	231.
TRAZIONE			
Azione Assiale (daN)	314.	5367.	1228.
Combinazione di carico	1	1	1
Schema geometrico	1	1	1
Sforzo di progetto (daN/cm2)	3087.	3087.	3087.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	88.	439.	100.
COLLEGAMENTO			
Numero Bulloni	2	4	4
Diametro Bulloni (mm)	16	20	20
TAGLIO			
Sforzo effettivo (daN/cm2)	86.	427.	252.
RIFOLLAMENTO			
Sforzo di progetto (daN/cm2)	7409.	7409.	7409.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	255.	913.	539.

+-----+
 | M O N T A N T I |
 +-----+

GATTO 132-150KV, Portaterminali H18						
Nome Asta	MO_L2_L4	MO_L4_L6	MO_L6_L9	MO_L9_L15	MO_L15_L18	
PROFILATO	L	L	L	L	L	
Ala (mm)	150	180	180	200	200	
Ala (mm)	150	180	180	200	200	
Spessore (mm)	16	18	18	24	25	
Sezione (cm ²)	45.70	61.90	61.90	90.60	94.10	
Materiale	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR	
Lunghezza geometrica (m)	1.203	1.303	2.205	5.313	2.907	
Lunghezza libera (m)	1.203	1.303	1.403	1.905	2.005	
Raggio di Inerzia (cm)	MED 4.560	MED 5.490	MED 5.490	MED 6.060	MED 6.050	
Snellezza	26.4	23.7	25.6	31.4	33.1	
COMPRESSIONE						
Azione Assiale (daN)	71351.	84527.	103958.	136362.	149110.	
Combinazione di carico	1	1	1	1	1	
Schema geometrico	1	1	1	1	1	
Sforzo di progetto (daN/cm ²)	2926.	2957.	2926.	2847.	2814.	
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	1561.	1366.	1679.	1505.	1585.	
TRAZIONE						
Azione Assiale (daN)	64098.	76472.	92777.	123783.	135391.	
Combinazione di carico	1	1	1	1	1	
Schema geometrico	1	1	1	1	1	
Sforzo di progetto (daN/cm ²)	3087.	3087.	3087.	3087.	3087.	
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	1644.	1407.	1707.	1580.	1664.	
COLLEGAMENTO						
Numero Bulloni	16	20	20	20	20	
Diametro Bulloni (mm)	20	20	20	24	24	
TAGLIO						
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	1419.	1345.	1655.	1507.	1648.	
RIFOLLAMENTO						
Sforzo di progetto (daN/cm ²)	7409.	7409.	7409.	7409.	7409.	
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	2654.	2236.	2750.	2228.	2339.	

+-----+
 | TRALICCI FACCIA TRASVERSALE |
 +-----+

GATTO 132-150KV, Portaterminali H18						
Nome Asta	TT_L2_L4	TT_L4_L6	TT_L6_L8	TT_L8_L10	TT_L10_L12	TT_L12_L14
PROFILATO	L	L	L	L	L	L
Ala (mm)	60	60	70	65	65	65
Ala (mm)	60	60	70	65	65	65
Spessore (mm)	5	5	5	5	5	5
Sezione (cm ²)	5.81	5.81	6.84	6.31	6.31	6.31
Materiale	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR
Lunghezza geometrica (m)	1.792	1.950	2.116	2.360	2.547	2.742
Lunghezza libera (m)	0.936	1.018	1.104	1.233	1.330	1.430
Raggio di Inerzia (cm)	MIN 1.180	MIN 1.180	MIN 1.380	MIN 1.290	MIN 1.290	MIN 1.290
Snellezza	79.3	86.3	80.0	95.6	103.1	110.8
COMPRESSIONE						
Azione Assiale (daN)	5241.	3410.	8713.	5816.	5253.	4696.
Combinazione di carico	1	1	1	1	1	1
Schema geometrico	1	1	1	1	1	1
Sforzo di progetto (daN/cm ²)	1758.	1586.	1733.	1366.	1230.	1095.
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	902.	587.	1274.	922.	833.	744.
TRAZIONE						
Azione Assiale (daN)	5241.	3410.	8713.	5816.	5253.	4696.
Combinazione di carico	1	1	1	1	1	1
Schema geometrico	1	1	1	1	1	1
Sforzo di progetto (daN/cm ²)	3087.	3087.	3087.	3087.	3087.	3087.
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	1057.	688.	1455.	1065.	962.	860.
COLLEGAMENTO						
Numero Bulloni	3	2	3	2	2	2
Diametro Bulloni (mm)	16	16	16	16	16	16
TAGLIO						
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	869.	848.	1444.	1446.	1306.	1168.
RIFOLLAMENTO						
Sforzo di progetto (daN/cm ²)	7409.	7409.	7409.	7409.	7409.	7409.
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	2055.	2006.	3417.	3421.	3090.	2762.

GATTO 132-150KV, Portaterminali H18

Nome Asta	TT_L14_L16	TT_L16_L18
PROFILATO	L	L
Ala (mm)	65	70
Ala (mm)	65	70
Spessore (mm)	5	5
Sezione (cm ²)	6.31	6.84
Materiale	S355JR	S355JR
Lunghezza geometrica (m)	2.946	3.157
Lunghezza libera (m)	1.534	1.642
Raggio di Inerzia (cm)	MIN 1.290	MIN 1.380
Snellezza	118.9	119.0
COMPRESSIONE		
Azione Assiale (daN)	4441.	4346.
Combinazione di carico	1	1
Schema geometrico	1	1
Sforzo di progetto (daN/cm ²)	978.	978.
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	704.	635.
TRAZIONE		
Azione Assiale (daN)	4441.	4346.
Combinazione di carico	1	1
Schema geometrico	1	1
Sforzo di progetto (daN/cm ²)	3087.	3087.
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	813.	725.
COLLEGAMENTO		
Numero Bulloni	2	2
Diametro Bulloni (mm)	16	16
TAGLIO		
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	1104.	1081.
RIFOLLAMENTO		
Sforzo di progetto (daN/cm ²)	7409.	7409.
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	2613.	2556.

+-----+
 | TRALICCI FACCIA LONGITUDINALE |
 +-----+

GATTO 132-150KV, Portaterminali H18						
Nome Asta	TL_L2_L3	TL_L3_L5	TL_L5_L7	TL_L7_L9	TL_L9_L11	TL_L11_L13
PROFILATO	L	L	L	L	L	L
Ala (mm)	70	65	65	65	65	65
Ala (mm)	70	65	65	65	65	65
Spessore (mm)	5	5	5	5	5	5
Sezione (cm ²)	6.84	6.31	6.31	6.31	6.31	6.31
Materiale	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR
Lunghezza geometrica (m)	0.896	1.871	2.033	2.238	2.453	2.645
Lunghezza libera (m)	0.896	0.977	1.061	1.169	1.282	1.380
Raggio di Inerzia (cm)	MIN 1.380	MIN 1.290				
Snellezza	64.9	75.7	82.2	90.6	99.3	107.0
COMPRESSIONE						
Azione Assiale (daN)	5894.	5866.	8128.	8780.	6555.	6090.
Combinazione di carico	1	1	1	1	1	1
Schema geometrico	1	1	1	1	1	1
Sforzo di progetto (daN/cm ²)	2122.	1835.	1683.	1472.	1306.	1160.
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	862.	930.	1288.	1391.	1039.	965.
TRAZIONE						
Azione Assiale (daN)	5894.	5866.	8128.	8780.	6555.	6090.
Combinazione di carico	1	1	1	1	1	1
Schema geometrico	1	1	1	1	1	1
Sforzo di progetto (daN/cm ²)	3087.	3087.	3087.	3087.	3087.	3087.
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	984.	1074.	1489.	1608.	1200.	1115.
COLLEGAMENTO						
Numero Bulloni	2	2	2	2	2	2
Diametro Bulloni (mm)	16	16	16	16	16	16
TAGLIO						
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	1466.	1459.	2021.	2183.	1630.	1514.
RIFOLLAMENTO						
Sforzo di progetto (daN/cm ²)	7409.	7409.	7409.	7409.	7409.	7409.
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	3467.	3451.	4781.	5165.	3856.	3582.

GATTO 132-150KV, Portaterminali H18

Nome Asta	TL_L13_L15	TL_L15_L17
PROFILATO	L	L
Ala (mm)	65	65
Ala (mm)	65	65
Spessore (mm)	5	5
Sezione (cm ²)	6.31	6.31
Materiale	S355JR	S355JR
Lunghezza geometrica (m)	2.879	3.089
Lunghezza libera (m)	1.502	1.609
Raggio di Inerzia (cm)	MIN 1.290	MIN 1.290
Snellezza	116.4	124.7
COMPRESSIONE		
Azione Assiale (daN)	5549.	5281.
Combinazione di carico	1	1
Schema geometrico	1	1
Sforzo di progetto (daN/cm ²)	1020.	901.
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	879.	837.
TRAZIONE		
Azione Assiale (daN)	5549.	5281.
Combinazione di carico	1	1
Schema geometrico	1	1
Sforzo di progetto (daN/cm ²)	3087.	3087.
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	1016.	967.
COLLEGAMENTO		
Numero Bulloni	2	2
Diametro Bulloni (mm)	16	16
TAGLIO		
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	1380.	1313.
RIFOLLAMENTO		
Sforzo di progetto (daN/cm ²)	7409.	7409.
Sforzo effettivo (daN/cm ²)	3264.	3106.

-----+
 | A L L U N G A T O H18 |
 -----+

GATTO 132-150KV, Portaterminali H18

Nome Asta	BA_ST_H18	BA_TL_H18	BA_SL_H18
	Semiriq. Tr	Traliccio Lo	Semiriq. Lo
PROFILATO	L	L	L
Ala (mm)	55	65	55
Ala (mm)	55	65	55
Spessore (mm)	4	5	4
Sezione (cm2)	4.26	6.31	4.26
Materiale	S355JR	S355JR	S355JR
Lunghezza geometrica (m)	2.539	1.521	2.539
Lunghezza libera (m)	1.270	1.521	1.270
Raggio di Inerzia (cm)	MIN 1.090	MIN 1.290	MIN 1.090
Snellezza	116.5	117.9	116.5
COMPRESSIONE			
Azione Assiale (daN)	3026.	5020.	842.
Combinazione di carico	1	1	1
Schema geometrico	1	1	1
Sforzo di progetto (daN/cm2)	1020.	992.	1020.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	710.	796.	198.
TRAZIONE			
Azione Assiale (daN)	3026.	5020.	842.
Combinazione di carico	1	1	1
Schema geometrico	1	1	1
Sforzo di progetto (daN/cm2)	3087.	3087.	3087.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	845.	919.	235.
COLLEGAMENTO			
Numero Bulloni	2	2	2
Diametro Bulloni (mm)	16	16	16
TAGLIO			
Sforzo effettivo (daN/cm2)	753.	1248.	209.
RIFOLLAMENTO			
Sforzo di progetto (daN/cm2)	7409.	7409.	7409.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	2225.	2953.	619.

-----+
 |ALLUNGATO H18 P I E D E +0 |
 -----+

GATTO 132-150KV, Portaterminali H18

Nome Asta	BP_MO_P+0_H18	BP_DT_P+0_H18	BP_DL_P+0_H18	BP_RT1_P+0_H18	BP_RT2_P+0_H18	BP_RL1_P+0_H18
	Montante	Diagonale Tr	Diagonale Lo	Rompitr. Tr	Rompitr. Tr	Rompitr. Lo
PROFILATO	L	L	L	L	L	L
Ala (mm)	200	80	80	55	45	55
Ala (mm)	200	80	80	55	45	55
Spessore (mm)	25	6	6	4	4	4
Sezione (cm2)	94.10	9.35	9.35	4.26	3.49	4.26
Materiale	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR	S355JR
Lunghezza geometrica (m)	2.306	2.686	2.686	1.288	0.635	1.288
Lunghezza libera (m)	1.153	2.686	2.686	1.288	0.635	1.288
Raggio di Inerzia (cm)	MIN 3.890	MED 2.460	MED 2.460	MIN 1.090	MIN 0.878	MIN 1.090
Snellezza	29.6	109.2	109.2	118.2	72.3	118.2
COMPRESSIONE						
Azione Assiale (daN)	148068.	5964.	7771.	2351.	2286.	1464.
Combinazione di carico	1	1	1	1	1	1
Schema geometrico	1	1	1	1	1	1
Sforzo di progetto (daN/cm2)	2863.	1127.	1127.	992.	1939.	992.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	1574.	638.	831.	552.	655.	344.
TRAZIONE						
Azione Assiale (daN)	134553.	5964.	7771.	2351.	2286.	1464.
Combinazione di carico	1	1	1	1	1	1
Schema geometrico	1	1	1	1	1	1
Sforzo di progetto (daN/cm2)	3087.	3087.	3087.	3087.	3087.	3087.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	1654.	716.	933.	657.	814.	409.
COLLEGAMENTO						
Numero Bulloni	20	3	3	1	1	1
Diametro Bulloni (mm)	24	16	16	16	16	16
TAGLIO						
Sforzo effettivo (daN/cm2)	1637.	989.	1288.	1169.	1137.	728.
RIFOLLAMENTO						
Sforzo di progetto (daN/cm2)	7409.	7409.	7409.	7409.	7409.	7409.
Sforzo effettivo (daN/cm2)	1161.	1949.	2539.	3457.	3362.	2153.

GATTO 132-150KV, Portaterminali H18

Nome Asta	BP_RL2_P+0_H18	
	Rompitr. Lo	
PROFILATO	L	
Ala (mm)	45	
Ala (mm)	45	
Spessore (mm)	4	
Sezione (cm2)	3.49	
Materiale	S355JR	
Lunghezza geometrica (m)	0.635	
Lunghezza libera (m)	0.635	
Raggio di Inerzia (cm)	MIN 0.878	
Snellezza	72.3	
COMPRESSIONE		
Azione Assiale (daN)	1416.	
Combinazione di carico	1	
Schema geometrico	1	
Sforzo di progetto (daN/cm2)	1939.	
Sforzo effettivo (daN/cm2)	406.	
TRAZIONE		
Azione Assiale (daN)	1416.	
Combinazione di carico	1	
Schema geometrico	1	
Sforzo di progetto (daN/cm2)	3087.	
Sforzo effettivo (daN/cm2)	504.	
COLLEGAMENTO		
Numero Bulloni	1	
Diametro Bulloni (mm)	16	
TAGLIO		
Sforzo effettivo (daN/cm2)	704.	
RIFOLLAMENTO		
Sforzo di progetto (daN/cm2)	7409.	
Sforzo effettivo (daN/cm2)	2082.	

ALLEGATO 4
ANALISI SISMICHE - SFORZI MASSIMI DI COMPRESSIONE,
STRAPPAMENTO E TAGLIO SULLA FONDAZIONE

Le azioni sono scomposte assumendo per la direzione delle forze di strappamento e compressione le seguenti alternative:

1. direzione verticale secondo degli assi ortogonali
2. direzione secondo gli assi del montante del piede del sostegno

```

+-----+
! Azioni massime per la verifica delle fondazioni trasmesse |
| al moncone secondo gli assi ortogonali (daN)                |
+-----+
    
```

	Schema Fx	Schema Fy	Schema Ft	Schema Fp	Schema Fs
Sismica	1 10198	1 10984	1 14773	1 158154	1 143755

```

+-----+
! Azioni massime per la verifica delle fondazioni trasmesse |
| al moncone secondo gli assi del montante (daN)             |
+-----+
    
```

	Schema Fx	Schema Fy	Schema Ft	Schema Fp	Schema Fs
Sismica	1 3140	1 3911	1 4799	1 158536	1 144103

Cliente TERNA S.p.A.

Oggetto VERIFICHE STRUTTURALI E REDAZIONE DEI DISEGNI COSTRUTTIVI DEL PORTALE DI LINEA 132-150 KV A TIRO PIENO. Scheda ING14 Rev. 00 GATTO150 Linea Elettrica Aerea a Conduttori alluminio-acciaio Ø 31,5 (EDS 21% zona A; EDS 18% zona B)
Progetto e verifica delle fondazioni tipo G1014 con tensioni ammissibili del terreno
 $\sigma_{amm} \leq 2 \text{ daN/cm}^2$ e $2 \leq \sigma_{amm} \leq 3,9 \text{ daN/cm}^2$

Ordine Contratto 3000025378 Fornitura di servizi di ricerca, sviluppo e supporto specialistico per l'anno 2008 – Lettera A8015319

Note Rev. 00

PUBBLICATO A8014761 (PAD - 1062582)

La parziale riproduzione di questo documento è permessa solo con l'autorizzazione scritta del CESI.

N. pagine 66 **N. pagine fuori testo**

Data 27/05/2008

Elaborato SRC - Cadore Alessandro, SRC - Rebecchi Valter
A8014761 114933 AUT A8014761 112916 AUT

Verificato SRC - Gatti Fabrizio
A8014761 114963 VER

Approvato TER - Il Responsabile - Ferrari Luigi
A8014761 114967 APP



Mod. RISM v. 01

Indice

1	INTRODUZIONE	4
2	DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	4
3	CRITERI DI VERIFICA.....	5
4	MATERIALI E RESISTENZE DI CALCOLO	6
4.1	Materiali	6
4.2	Resistenze di calcolo	7
5	CARICHI.....	8
6	VERIFICHE FONDAZIONI CON TENSIONE AMMISSIBILE DEL TERRENO $\sigma_{AMM} \leq 2$ DAN/CM²	12
6.1	Verifiche di stabilità cinematica di sollevamento e massima pressione sul terreno.....	12
6.2	Verifiche strutturali delle fondazioni.....	13
6.2.1	Stato tensionale nel plinto della fondazione per allungato H9 per terreno di tipo B.....	13
6.2.2	Stato tensionale nel plinto della fondazione per allungato H12 per terreno di tipo B.....	19
6.2.3	Stato tensionale nel plinto della fondazione per allungato H15 per terreno di tipo B.....	26
6.2.4	Stato tensionale nel plinto della fondazione per allungato H18 per terreno di tipo B.....	33
7	FONDAZIONI CON TENSIONE AMMISSIBILE DEL TERRENO $2 < \sigma_{AMM} \leq 3,9$ DAN/CM²	40
7.1	Verifiche di stabilità cinematica di sollevamento e massima pressione sul terreno.....	40
7.2	Verifiche strutturali delle fondazioni.....	41
7.2.1	Stato tensionale nel plinto della fondazione per allungato H9 per terreno di tipo A.....	41
7.2.2	Stato tensionale nel plinto della fondazione per allungato H12 per terreno di tipo A.....	47
7.2.3	Stato tensionale nel plinto della fondazione per allungato H15 per terreno di tipo A.....	53
7.2.4	Stato tensionale nel plinto della fondazione per allungato H18 per terreno di tipo A.....	59
8	CONCLUSIONI	65
9	ALLEGATO A	66

STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
00	27/05/2008	A8014761	Prima emissione

RIFERIMENTI

Normativa

- D. M. 9 gennaio 1996, “Norme tecniche per il calcolo, l’esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche”;
- D. M. 14 febbraio 1992: “Norme tecniche per l’esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche”;
- Circolare Min. LL.PP. 4 Luglio 1996 n. 156AA.GG./STC.: Istruzioni per l’applicazione delle “Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi” di cui al Decreto Ministeriale 16 gennaio 1996;
- Testo Unico “Norme tecniche per le costruzioni”- Allegato al voto n.35/2005 dell’assemblea generale del Consiglio Superiore dei Lavori pubblici del 30 marzo 2005;
- D. M. LL.PP del 21 Marzo 1988, “Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l’esecuzione e l’esercizio delle linee elettriche aeree esterne”;
- D. M. LL.PP. del 5 Agosto 1998, “Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l’esecuzione e l’esercizio delle linee elettriche aeree esterne”.
- Ordinanza PCM 20/03/2003 n. 3274 *Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*
- Ordinanza PCM 10/10/2003 n. 3316 *Modifiche ed integrazioni all’ordinanza del PCM n. 3274 del 20/03/2003*
- Ordinanza PCM 3/05/2005 n. 3431 *Ulteriori modifiche ed integrazioni all’ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”*

Documentazione tecnica

- [1] A8014758 VERIFICHE STRUTTURALI E REDAZIONE DEI DISEGNI COSTRUTTIVI DEL PORTALE DI LINEA 132-150 KV A TIRO PIENO. Scheda ING14 Rev. 00 GATTO150 Linea Elettrica Aerea a 132-150 kV. Conduttori alluminio-acciaio Ø 31,5 (EDS 21% zona A; EDS 18% zona B). Calcolo di verifica dei portali di linea con testa a 0° con e senza portaterminali, con testa a 22°30' senza portaterminali.. Zone “A-B”. Allungati da H09 a H18, rev. 00, maggio 2008
- [2] A8014759 VERIFICHE STRUTTURALI E REDAZIONE DEI DISEGNI COSTRUTTIVI DEL PORTALE DI LINEA 132-150 KV A TIRO PIENO. Scheda ING14 Rev. 00 GATTO150 Linea Elettrica Aerea a 132-150 kV. Conduttori alluminio-acciaio Ø 31,5 (EDS 21% zona A; EDS 18% zona B). Calcolo di verifica sismica del portale di linea con testa a 0° e struttura portaterminali. Allungato H18, rev. 00, maggio 2008
- [3] A8014762 VERIFICHE STRUTTURALI E REDAZIONE DEI DISEGNI COSTRUTTIVI DEL PORTALE DI LINEA 132-150 KV A TIRO PIENO. Scheda ING14 Rev. 00 GATTO150 Linea Elettrica Aerea a 132-150 kV. Conduttori alluminio-acciaio Ø 31,5 (EDS 21% zona A; EDS 18% zona B). Verifica dei monconi 5350, rev. 00, maggio 2008

1 INTRODUZIONE

Nella presente relazione sono illustrate le seguenti verifiche della fondazione serie G1014 prevista per i sostegni del portale di linea 150 kV, nell'ipotesi che i parametri geotecnici permettano l'adozione di fondazioni del tipo diretto, come nel progetto unificato Terna:

- di stabilità cinematica
- di capacità portante del terreno di fondazione
- di resistenza strutturale

Le fondazioni vengono verificate per terreni aventi tensioni ammissibili σ_{amm} pari rispettivamente a:

- $\sigma_{amm} \leq 2 \text{ daN/cm}^2$
- $2 < \sigma_{amm} \leq 3,9 \text{ daN/cm}^2$

La tipologia fondazionale (a blocco unico) così come il sistema d'ancoraggio del sostegno (con moncone) e la forma (cassero) della fondazione sono state individuate da Terna.

La progettazione e le successive verifiche sono state eseguite in conformità alla Normativa vigente, tenendo in debito conto le prescrizioni sui carichi e sovraccarichi.

Le verifiche di resistenza strutturale sono state effettuate:

- per le condizioni di carico dettate dalla Norma Linee, secondo il metodo delle tensioni ammissibili;
- per le condizioni di carico che prevedono l'azione sismica, con il metodo dello stato limite ultimo (S.L.U.).

I criteri di analisi e di calcolo adottati sono funzionali al grado di definizione delle opere e dei carichi in gioco; le elaborazioni sono state effettuate secondo gli ordinari metodi della Scienza delle costruzioni e le tecniche convenzionali normalmente impiegate per tali opere.

I dimensionamenti e le verifiche sono state condotte considerando per ogni tipologia di sostegno individuata quella con condizioni di carico maggiormente penalizzante.

Le unità di misura adottate sono quelle del sistema internazionale (S.I.).

2 DESCRIZIONE DELL'OPERA

Le fondazioni di supporto per ciascuno dei sostegni a traliccio del portale di linea, a blocco unico, sono illustrate nei disegni di riferimento P502DF001-004, le cui caratteristiche principali sono illustrate nella seguente Tabella 1:

Cod.	Fondazione per portale	σ_{amm} [daN/cm ²]	B1 [m]	B2 [m]	Htot[m]	sporgenza [m]	vol CLS R250 [mc]	volume magrone [mc]	volume terra gravante [mc]
P502DF001	H09	2	7,1	7,1	2,4	0,1	48,54	10,66	71,88
P502DF002	H12	2	7,6	7,6	2,4	0,1	55,97	12,17	81,82
P502DF003	H15	2	7,7	7,7	2,4	0,1	66	12,48	75,52
P502DF004	H18	2	8,3	8,3	2,4	0,1	76,65	14,11	87,63
P502DF001	H09	3,9	6,3	6,3	2,4	0,1	44,56	8,45	50,25
P502DF002	H12	3,9	7,0	7,0	2,4	0,1	54,6	10,36	62,25
P502DF003	H15	3,9	7,2	7,2	2,4	0,1	58,9	10,95	64,73
P502DF004	H18	3,9	8,1	8,1	2,4	0,1	73,22	13,78	82,90

Tabella 1:

Trattasi sempre di un blocco di fondazione a due riseghe, con dimensioni della base a contatto con il terreno indicate con B1 e B2 nella tabella sopra riportata, di altezza complessiva H_{tot} con due riseghe di altezza 0,6 m o 0,7 m. Dal piano superiore sporgono quattro colonnini a sezione quadrata 0,6 m × 0,6 m, di altezza pari a 0,8 m, sporgenti dal terreno per 0,1 m. I quattro monconi di collegamento ai montanti sono inseriti nei colonnini e ammortati nel calcestruzzo della fondazione.

Ogni blocco di fondazione è caratterizzato da una impronta a contatto con il terreno che lo rende compatibile con terreni di diverse caratteristiche. Il valore σ_t , caratteristico di ogni tipo, rappresenta la pressione ammissibile sul terreno per quel tipo, valore che occorre non superare nelle verifiche della pressione trasmessa al terreno.

tipo terreno	Codice convenzionale tipo terreno	Pressione ammissibile σ_t [daN/cm ²]	Angolo α di inclinazione [°]
Ghiaia, sabbia, argilla asciutta compatta	A	3,9	30
Terreno vegetale consistente	B	2,0	20
Terreno di riporto, argilla umida sabbiosa	C	1,0	20

Il dimensionamento e la verifica delle fondazioni riguarda essenzialmente due differenti tipologie di terreno di fondazione:

- Terreno di tipo A con pressione ammissibile $2 \text{ daN/cm}^2 < \sigma_t \leq 3,9 \text{ daN/cm}^2$
- Terreno di tipo B con pressione ammissibile $\sigma_t \leq 2,0 \text{ daN/cm}^2$

L'ancoraggio del portale alla fondazione è garantito da quattro monconi tipo LS5350 (uno per montante) che trovano ancoraggio, tramite opportune squadrette, nella parte inferiore del plinto (piede). la correlazione tra altezza fondazione, tipo di moncone e tipo di sostegno è riportata in Tabella 2.

allungato	disegno fondazione	Moncone
H9	P502DF001	LS 5350/1
H12	P502DF002	LS 5350/2
H15	P502DF003	LS 5350/2
H18	P502DF004	LS 5350/2

Tabella 2:

3 CRITERI DI VERIFICA

Si distinguono le seguenti configurazioni dei carichi agenti (nella tabella, A0 è la configurazione geometrica nella quale la testa è ruotata di 0° rispetto alla base del portale, mentre A22 è la configurazione geometrica nella quale la testa è ruotata di 22° 30' rispetto alla base del portale):

allungato	A0			A22
H9	1L		2L	1L
H12	1L	1Lp	2L	1L
H15	1L	1Lp	2L	1L
H18	1L	1Lp	2L	1L
1L = 1linea				
2L = 2l linee				
1Lp = 1linea con portaterminali				

Si individuano, dai calcoli eseguiti sulla struttura del portale (vedasi relazioni CESI A8014758 e A8014759) quelli massimi, in termini di forze di taglio e momenti alla base del portale, oltre che le azioni normali al terreno, in tal caso massime e minime.

Si ricorda che il calcolo eseguito sulla struttura del portale, individua, per ogni montante, forze di taglio e azioni assiali rispettivamente parallele agli assi di riferimento x, y e z (ovvero normali alla linea, paralleli alla linea e verticali).

Il portale è collegato ad un singolo blocco di fondazione, il quale, all'interfaccia con il portale stesso, è globalmente soggetto alle risultanti associate ad ogni singolo montante.

Detti T_{x_i} , T_{y_i} e N_i ($i=1,4$ ossia quanti sono i montanti) rispettivamente le i-esime forze di taglio nelle direzioni x e y e la i-esima forza assiale, a e b gli interassi fra i montanti lungo le direzioni x e y, si ha, in corrispondenza del piano superiore della fondazione:

$$\begin{aligned}
 F_x &= \sum_i T_{x_i} && \text{forza di taglio nella direzione normale alla linea} \\
 F_y &= \sum_i T_{y_i} && \text{forza di taglio nella direzione parallela alla linea} \\
 N &= \sum_i N_i && \text{forza verticale} \\
 M_x &= (b/2) \sum_i N_i && \text{momento attorno ad un asse normale alla linea} \\
 M_y &= (a/2) \sum_i N_i && \text{momento attorno ad un asse parallelo alla linea}
 \end{aligned}$$

Sul piano inferiore della fondazione, ossia all'interfaccia fondazione-terreno, la azioni sono le seguenti:

$$\begin{aligned}
 F_X &= F_x \\
 F_Y &= F_y \\
 P &= N \\
 M_X &= M_x - F_Y \times H \\
 M_Y &= M_y + F_X \times H
 \end{aligned}$$

dove H è lo spessore totale della fondazione inclusa la quota di fuori terra (0,1 m).

Le azioni prese a riferimento per la verifica sono perciò quelle relative alle massime condizioni di momento M_X e M_Y , la massima azione verticale e la minima azione verticale.

4 MATERIALI E RESISTENZE DI CALCOLO

4.1 Materiali

Le caratteristiche dei materiali da impiegare sono:

- | | | |
|---|---------------------------------------|------------------------------------|
| 1 | Calcestruzzo per opere di fondazione: | $R_{ck} \geq 250 \text{ daN/cm}^2$ |
| 2 | Peso specifico cls: | $\gamma_c = 2158 \text{ daN/m}^3$ |
| 3 | Barre d'armatura per cemento armato: | Fe B 38 K |

Il peso specifico è fornito dalla Normativa sulle linee aeree (D. M. LL.PP del 21 Marzo 1988, “Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l’esecuzione e l’esercizio delle linee elettriche aeree esterne”).

4.2 Resistenze di calcolo

Le resistenze di calcolo dei materiali (resistenze di progetto o tensione ammissibile) sono determinate in accordo alla Normativa vigente (D. M. 9 gennaio 1996, “Norme tecniche per il calcolo, l’esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche”), precisamente:

1 **tensione ammissibile** per le combinazioni di carico previste al par.: 2.4.04 - *Ipotesi di calcolo* delle Norme Linee:

1 Calcestruzzo per opere di fondazione (R_{ck} 250 daN/cm²):

- a flessione e pressoflessione¹

$$\bar{\sigma}_c = 85 \text{ daN/cm}^2$$

- a compressione semplice²

$$\bar{\sigma}_c = 60 \text{ daN/cm}^2$$

nel caso di compressione trasmessa dalle squadrette del moncone, considerando che questa interessa un’area limitata ben confinata, si ammette una sollecitazione max ammissibile pari a:

- compressione: 60/0,83

$$\bar{\sigma}_c = 72.3 \text{ daN/cm}^2$$

- a taglio³

$$\tau_c = 5,3 \text{ daN/cm}^2$$

$$\bar{\tau}_{c1} = 16,8 \text{ daN/cm}^2$$

¹ Acciaio: Fe B 38 K:

$$\bar{\sigma}_a = 2158 \text{ daN/cm}^2$$

• **resistenze di calcolo** (in accordo anche al “Testo Unico - Norme tecniche per le costruzioni” Cap. 5.1 Costruzioni di conglomerato cementizio) per le combinazioni di carico che prevedono l’azione sismica:

2 Calcestruzzo per opere di fondazione (R_{ck} 250 daN/cm²):

- compressione⁴

$$f_{cd} = 130 \text{ daN/cm}^2$$

- taglio⁵

$$7 \text{ daN/cm}^2$$

¹ Il valore è ricavato in base alla formula $\sigma_{cam}^* = 60 + (R_{ck} - 150) / 4$, in daN/cm².

² Il valore è ricavato in base alla formula $\sigma_{cam} = 0,7 \times \sigma_{cam}^*$, in daN/cm².

³ τ_c è il valore della tensione tangenziale per il quale non è richiesta la verifica delle armature al taglio e alla torsione, e si ottiene mediante la relazione $\tau_c = 4 + (R_{ck} - 150) / 75$, in daN/cm². $\bar{\tau}_{c1}$ è il valore della massima tensione tangenziale ammissibile, dalla formula $\bar{\tau}_{c1} = 14 + (R_{ck} - 150) / 35$.

⁴ Calcestruzzo per opere di fondazione (R_{ck} 250 daN/cm²). Per la compressione trasmessa dalle squadrette, considerando che questa interessa un’area limitata ben confinata, si ammette una sollecitazione max allo SLU pari a: $\sigma_{SLU_cls} = R_{ck} \times 0,83 / \gamma_c$ dove γ_c è un coefficiente di sicurezza che vale 1,6. La tensione σ_{SLU_cls} nel caso in esame, vale quindi 130 daN/cm², vedasi rif. *Testo Unico “Norme tecniche per le costruzioni”*.

⁵ La resistenza approssimata a taglio viene valutata con riferimento al *Testo Unico “Norme tecniche per le costruzioni”*, par. 5.1.2.3.4.2, come rapporto tra la resistenza a trazione caratteristica del conglomerato f_{tck} e un coefficiente di sicurezza γ_{mc} pari a 3,2. La resistenza f_{tck} si calcola mediante la formula $f_{tck} = 7 + 0,06 \times R_{ck} = 22 \text{ daN/cm}^2$.

3 Acciaio: Fe B 38 K⁶:

$$f_{yd} = 3240 \text{ daN/cm}^2$$

5 CARICHI

I carichi, per i quali vengono verificate le fondazioni, derivano dall'analisi strutturale del portale di linea 150 kV, effettuata da CESI.

Le analisi sui sostegni effettuate prevedono:

- le combinazioni di carico così come previsto dalle "Norme Tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne" par. 2.4.04 – *Ipotesi di carico*.
- le combinazioni di carico con l'azione sismica, in accordo alla OPCM 3274, 3316 e 3431, allegato 2.

Nel primo caso le tensioni risultanti vanno confrontate con le **tensioni ammissibili**, nel secondo caso con le **resistenze di calcolo**, entrambe definite al par. 3.2.

L'analisi con l'azione sismica è stata effettuata sull'allungato con altezza massima (H18).

Occorre peraltro considerare che l'approccio agli stati limite ultimi (S.L.U.), nel caso di verifica con l'azione sismica, consente di movimentare le riserve di resistenza del materiale fino alla resistenza di calcolo, che per il calcestruzzo risulta maggiore del 53% rispetto alla tensione ammissibile, per le verifiche con le combinazioni previste dalla stessa Norma, mentre per l'acciaio risulta maggiore del 44%.

Ciò consente quindi un dimensionamento secondo i carichi della Norma Linee, sino a quando l'incremento dovuto alle azioni sismiche si mantiene entro i limiti della differenza tra resistenza di calcolo e tensione ammissibile.

Nelle Tabella 3 sono riportati i valori massimi dei carichi delle sole combinazioni di carico da Norma Linee per tutte le configurazioni geometriche e gli allungati previsti per il portale di linea 150 kV, rispettivamente per i terreni di tipo A e B in base ai quali sono state dimensionate le fondazioni.

		FX [N]	FY [N]	P [N]	MX [Nm]	MY [Nm]	Azione di riferimento
H9	Configurazione A0 1L	-1,26E+05	-2,50E+05	1,76E+05	3,29E+06	9,12E+05	Massimo momento MX
		-1,53E+05	-2,35E+05	1,49E+05	3,09E+06	1,04E+06	Massimo momento MY
		-1,26E+05	-2,50E+05	1,76E+05	3,29E+06	9,12E+05	Massima azione verticale

		FX [N]	FY [N]	P [N]	MX [Nm]	MY [Nm]	Azione di riferimento
H9	Configurazione A0 2L	-2.16E+05	-8.47E+04	1.61E+05	1.20E+06	1.56E+06	Massimo momento MX
		-2.77E+05	-3.06E+04	1.49E+05	4.41E+05	1.95E+06	Massimo momento MY
		-2.43E+05	-2.90E+04	1.76E+05	4.27E+05	1.77E+06	Massima azione verticale

⁶ La resistenza di calcolo dell'acciaio è data dal rapporto tra la resistenza di snervamento dell'Fe B 38K (4300 daN/cm²) e il coefficiente parziale di sicurezza $\gamma_{m,s}$ relativo all'acciaio che vale, per ogni tipo di acciaio, 1,15 (vedasi 5.1.2.1.4.3 del testo Unico)

H9	Configurazione A22 1L	FX [N]	FY [N]	P [N]	MX [Nm]	MY [Nm]	Azione di riferimento
		-2.12E+05	-1.84E+05	1.77E+05	2.42E+06	1.55E+06	Massimo momento MX
		-2.33E+05	-1.65E+05	1.50E+05	2.17E+06	1.63E+06	Massimo momento MY
		-2.12E+05	-1.84E+05	1.77E+05	2.42E+06	1.55E+06	Massima azione verticale

H12	Configurazione A0 1L	FX [N]	FY [N]	P [N]	MX [Nm]	MY [Nm]	Azione di riferimento
		-1.27E+05	-2.49E+05	1.88E+05	4.04E+06	1.29E+06	Massimo momento MX
		-1.57E+05	-2.35E+05	1.61E+05	3.79E+06	1.49E+06	Massimo momento MY
		-1.27E+05	-2.49E+05	1.88E+05	4.04E+06	1.29E+06	Massima azione verticale

H12	Configurazione A0 1Lp	FX [N]	FY [N]	P [N]	MX [Nm]	MY [Nm]	Azione di riferimento
		-1.38E+05	-2.50E+05	2.65E+05	4.07E+06	1.34E+06	Massimo momento MX
		-2.02E+05	-2.35E+05	2.38E+05	3.83E+06	1.70E+06	Massimo momento MY
		-1.38E+05	-2.50E+05	2.65E+05	4.07E+06	1.34E+06	Massima azione verticale

H12	Configurazione A0 2L	FX [N]	FY [N]	P [N]	MX [Nm]	MY [Nm]	Azione di riferimento
		-2.17E+05	-8.47E+04	1.73E+05	1.46E+06	2.21E+06	Massimo momento MX
		-2.81E+05	-3.06E+04	1.61E+05	5.33E+05	2.77E+06	Massimo momento MY
		-2.44E+05	-2.90E+04	1.88E+05	5.14E+05	2.50E+06	Massima azione verticale

H12	Configurazione A22 1L	FX [N]	FY [N]	P [N]	MX [Nm]	MY [Nm]	Azione di riferimento
		-2.14E+05	-1.84E+05	1.89E+05	2.97E+06	2.19E+06	Massimo momento MX
		-2.37E+05	-1.65E+05	1.62E+05	2.66E+06	2.32E+06	Massimo momento MY
		-2.14E+05	-1.84E+05	1.89E+05	2.97E+06	2.19E+06	Massima azione verticale

H15	Configurazione A0 1L	FX [N]	FY [N]	P [N]	MX [Nm]	MY [Nm]	Azione di riferimento
		-1.28E+05	-2.50E+05	2.07E+05	4.78E+06	1.68E+06	Massimo momento MX
		-1.62E+05	-2.35E+05	1.80E+05	4.50E+06	1.96E+06	Massimo momento MY
		-1.28E+05	-2.50E+05	2.07E+05	4.78E+06	1.68E+06	Massima azione verticale

H15	Configurazione A0 1Lp	FX [N]	FY [N]	P [N]	MX [Nm]	MY [Nm]	Azione di riferimento
		-1.40E+05	-2.50E+05	2.84E+05	4.82E+06	1.76E+06	Massimo momento MX
		-2.06E+05	-2.35E+05	2.57E+05	4.53E+06	2.31E+06	Massimo momento MY
		-1.40E+05	-2.50E+05	2.84E+05	4.82E+06	1.76E+06	Massima azione verticale

H15	Configurazione A0 2L	FX [N]	FY [N]	P [N]	MX [Nm]	MY [Nm]	Azione di riferimento
		-2.18E+05	-8.47E+04	1.92E+05	1.71E+06	2.87E+06	Massimo momento MX
		-2.85E+05	-3.06E+04	1.80E+05	6.25E+05	3.62E+06	Massimo momento MY
		-2.45E+05	-2.90E+04	2.07E+05	6.01E+05	3.25E+06	Massima azione verticale

H15	Configurazione A22 1L	FX [N]	FY [N]	P [N]	MX [Nm]	MY [Nm]	Azione di riferimento
		-2.15E+05	-1.84E+05	2.08E+05	3.52E+06	2.84E+06	Massimo momento MX
		-2.42E+05	-1.65E+05	1.81E+05	3.15E+06	3.04E+06	Massimo momento MY
		-2.15E+05	-1.84E+05	2.08E+05	3.52E+06	2.84E+06	Massima azione verticale

H18	Configurazione A0 1L	FX [N]	FY [N]	P [N]	MX [Nm]	MY [Nm]	Azione di riferimento
		-1.30E+05	-2.50E+05	2.22E+05	5.53E+06	2.06E+06	Massimo momento MX
		-1.66E+05	-2.35E+05	1.95E+05	5.20E+06	2.44E+06	Massimo momento MY
		-1.30E+05	-2.50E+05	2.22E+05	5.53E+06	2.06E+06	Massima azione verticale

H18	Configurazione A0 1Lp	FX [N]	FY [N]	P [N]	MX [Nm]	MY [Nm]	Azione di riferimento
		-1.41E+05	-2.50E+05	2.99E+05	5.57E+06	2.18E+06	Massimo momento MX
		-2.11E+05	-2.35E+05	2.72E+05	5.24E+06	2.91E+06	Massimo momento MY
		-1.41E+05	-2.50E+05	2.99E+05	5.57E+06	2.18E+06	Massima azione verticale

H18	Configurazione A0 2L	FX [N]	FY [N]	P [N]	MX [Nm]	MY [Nm]	Azione di riferimento
		-2.19E+05	-8.47E+04	2.08E+05	1.96E+06	3.52E+06	Massimo momento MX
		-2.90E+05	-3.06E+04	1.95E+05	7.16E+05	4.47E+06	Massimo momento MY
		-2.46E+05	-2.90E+04	2.22E+05	6.88E+05	3.98E+06	Massima azione verticale

H18	Configurazione A22 1L	FX [N]	FY [N]	P [N]	MX [Nm]	MY [Nm]	Azione di riferimento
		-2.16E+05	-1.84E+05	2.23E+05	4.08E+06	3.48E+06	Massimo momento MX
		-2.46E+05	-1.65E+05	1.96E+05	3.65E+06	3.75E+06	Massimo momento MY
		-2.16E+05	-1.84E+05	2.23E+05	4.08E+06	3.48E+06	Massima azione verticale

Tabella 3

I carichi sono considerati applicati alla quota di interfaccia portale-fondazione (+ 0,10 m dal p.c.) e sono riferiti secondo agli assi cartesiani ortogonali di riferimento X, Y e Z.

Per quanto concerne i carichi sismici, i carichi massimi calcolati per la fondazione con allungato H18 sono i seguenti:

FX [daN]	FY [daN]	P [daN]	MX [daNm]	MY [daNm]	Azione di riferimento
-3058	-13283	151431	216675	206096	Massimo momento MX
-20083	-30067	-63301	83347	341180	Massimo momento MY
-21363	-32769	-91464	65835	358875	Massima azione verticale

I carichi sismici sono minori di quelli relativi alle combinazioni di carico da Norma Linee e si considerano quindi involuppati da questi ultimi.

6 VERIFICHE FONDAZIONI CON TENSIONE AMMISSIBILE DEL TERRENO

$\sigma_{AMM} \leq 2 \text{ DAN/CM}^2$

6.1 Verifiche di stabilità cinematica di sollevamento e massima pressione sul terreno

La verifica di stabilità cinematica viene condotta in accordo alla Norma Linee attualmente in vigore, secondo la metodologia riportata in 2.5.03 di CE11-4 (*Fondazioni a blocco unico*) ovvero, senza considerare il contributo del terreno laterale:

$$M_r \leq 0,85 \times P \times a / 2 = M_{stab}$$

dove:

- M_r : momento delle forze esterne rispetto al piano di appoggio della fondazione
- P : azione verticale globale, comprensiva del peso del blocco, del peso del terreno gravante, del peso della struttura e delle azioni di compressione sul piano di fondazione; conservativamente, si adotta per tale grandezza al radice quadrata della somma dei quadrati delle due componenti del momento rispetto agli assi cartesiani x e y
- a : lato del blocco

		H9	H12	H15	H18
fondazione monoblocco a 2 riseghe		P502DF001	P502DF002	P502DF003	P502DF004
a	m	7.1	7.6	7.7	8.3
gamma (vd.CEI 11-4)	daN/m ³	1079			
peso spec. Terreno sovrastante	daN/m ³	1570			
Volume Terreno sovrastante	m ³	71.85	81.79	75.52	87.62
peso Terreno sovrastante	daN	112800.76	128411.58	118562.43	137570.58
peso spec. Cls	daN/m ³	2158.00			
volume CLs	m ³	48.54	55.97	66.00	76.65
peso CLS	daN	104749.32	120783.26	142428.00	165410.70
peso totale P	daN	217550.08	249194.84	260990.43	302981.28
momento stabilizzante (solo peso)	daNm	656457.35	804899.33	854091.19	1068766.46
momento stabilizzante (spinta laterale)	daNm	83042.13	89145.81	97221.85	104893.38
momento stabilizzante (totale)	daNm	739499.48	894045.15	951313.04	1173659.84
M_r	daNm	323793.07	402127.09	476977.15	551827.11
rapporto Mstab/Mrib		2.28	2.22	1.99	2.13

Le verifiche a ribaltamento delle fondazioni sono quindi soddisfatte.

Per le verifiche di capacità portante, si calcolano le tensioni trasmesse al terreno, applicate alla fondazione, come da tabella seguente.

		H9	H12	H15	H18
fondazione monoblocco a 2 riseghe		P502DF001	P502DF002	P502DF003	P502DF004
peso fondazione + terreno sovrastante	daN	217550.08	249194.84	260990.43	302981.28
carico massimo sul terreno	daN	14854.14	26517.26	28390.69	29926.23
Mx rib. massimo	daNm	323793.07	402127.09	476977.15	551827.11
My rib. massimo	daNm	200599.80	283040.40	308355.70	452711.00
ex/Lx [-]		0.86	1.03	1.07	1.36
ey/Ly		1.39	1.46	1.65	1.66
A	cm ²	5.04E+05	5.78E+05	5.93E+05	6.72E+05
k [-]		1.39	1.46	1.65	1.66
σt massima terreno	daN/cm²	1.56	1.62	1.77	1.87

La tensione massima di schiacciamento viene calcolata in base alla relazione:

$$\sigma_t = k P/A$$

dove P, A e k sono rispettivamente il carico verticale globale massimo, l'area dell'impronta a contatto con il terreno e un coefficiente dipendente dalle eccentricità del carico e_x ed e_y ($e = M/N$), vedasi tabella in allegato A.

In nessuno dei casi considerati, la massima tensione trasmessa al terreno è superiore al valore di 2 daN/cm². Le fondazioni sono perciò verificate dal punto di vista della resistenza del terreno tipo B.

6.2 Verifiche strutturali delle fondazioni

Di seguito, sono riportate le verifiche di resistenza strutturale, secondo il metodo delle tensioni ammissibili, che comprendono il calcolo delle tensioni nel c.a., relativamente allo stato tensionale nel calcestruzzo e nell'armatura della fondazione. La verifica delle sezioni in c.a. è stata eseguita con il programma VcaSlu ver. 6.4 del 2/7/2007, sviluppato dal Prof. Piero Gelfi del Dipartimento di Ingegneria Civile, Architettura, Territorio e Ambiente della Facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi di Brescia.

6.2.1 Stato tensionale nel plinto della fondazione per allungato H9 per terreno di tipo B

Verifica a flessione e taglio

Per la verifica sia dell'armatura inferiore sia di quella superiore si ipotizza uno schema di mensola incastrata, caricata dalle tensioni massime trasmesse dal terreno e quindi sollecitata a flessione e taglio. Per l'armatura inferiore si assume un carico pari alla pressione massima trasmessa dalla struttura al terreno nella condizione di carico a compressione maggiore, mentre per l'armatura superiore si assume una pressione media corrispondente al carico dato dal peso del terreno gravante per trazione più il peso proprio del piede. Per la verifica dell'armatura inferiore si trascurano, a favore di sicurezza, il peso del plinto e del terreno di sovraccarico.

Le sezioni di verifica sono quelle più sollecitate dei due gradoni di cui è composta la fondazione, poste in corrispondenza al cambio di sezione gradone-gradone (sezione 1) e gradone-pilastrini (sezione 2), rispettivamente a sezione rettangolare ed a T rovescio.

La piastra direttamente a contatto con il terreno o con il magrone di sottofondazione è armata con due fasci di armatura ortogonali paralleli ai lati del plinto stesso, sia nella parte inferiore che superiore.

Il gradone superiore è armato nella parte superiore con due fasci di armatura ortogonali paralleli ai lati del plinto stesso.

Si definiscono le seguenti grandezze:

- l_1 : lunghezza della mensola nella prima sezione di verifica;
 l_2 : lunghezza della mensola nella seconda sezione di verifica;
 h_1 : altezza della mensola nella prima sezione di verifica;
 h_2 : altezza della mensola nella seconda sezione di verifica;
B: lato di base del plinto;
b: lato di base del secondo gradone del plinto;
c: copriferro;

I dati geometrici caratteristici del plinto progettato per allungato H9 e terreni di tipo B sono i seguenti:

- $l_1 = 1,11$ m
 $l_2 = 2,22$ m
 $h_1 = 0,60$ m
 $h_2 = 1,20$ m
B = 7,10 m;
b = 4,89 m;
c = 3 cm

Sezione 1 (rettangolare)

Sollecitazioni

Pressione massima trasmessa dalla struttura al terreno nella condizione di carico a compressione maggiore = $1,56 \text{ daN/cm}^2 \times 710 \text{ cm} = 1107,6 \text{ daN/cm} = 110760 \text{ daN / m}$

Momento M = (pressione massima trasmessa dalla struttura al terreno nella condizione di carico a compressione maggiore) $\times l_1^2 / 2 = 110760 \times 1,11^2 / 2 = 68234 \text{ daN m}$

Taglio T = (pressione massima trasmessa al terreno nella condizione di carico maggiore) $\times l_1 = 105080 \times 1,11 = 122944 \text{ daN}$

Armature

Armatura inferiore: 22 \varnothing 24 = 99,53 cm²

Armatura superiore: 22 \varnothing 24 = 99,53 cm²

Entrambe le armature sono posizionate a una distanza dai bordi della sezione tale da lasciare un copriferro, c, pari a 3 cm.

Data la simmetria dell'armatura e della sezione, la verifica viene eseguita con il solo momento M dovuto alla massima pressione al terreno, in quanto il momento M' dovuto al peso del terreno presente sopra la mensola risulta largamente inferiore.

Verifica a flessione

Verifica con momento M

Titolo : H9 - 2 sezione rettangolare

N° figure elementari **Zoom** **N° strati barre** **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	710	60

N°	As [cm²]	d [cm]
1	99.53	4.2
2	99.53	55.8

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

FeB38k	C20/25
ϵ_{su} 10 ‰	ϵ_{cu} 3.5 ‰
f_{yd} 326.1 N/mm²	f_{cd} 12.5
E_s 200 000 N/mm²	α 0.85
E_s/E_c 15	f_{cc}/f_{cd} 0.8
ϵ_{syd} 1.631 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 8.5
$\sigma_{s,adm}$ 215 N/mm²	τ_{cc} 0.5333
	τ_{c1} 1.686

Verifica
N° iterazioni:
 Precompresso

σ_c	-2.479 N/mm²		
σ_s	132.5 N/mm²		
ϵ_s	0.6627 ‰		
d	55.8 cm		
x	12.23	x/d	0.2191
		δ	0.7139

Nella verifica con momento M si ottengono le seguenti tensioni massime sui materiali:

- Tensione massima nel calcestruzzo: $\sigma_c = 24,8 \text{ daN/cm}^2 < 85 \text{ daN/cm}^2$
- Tensione massima nei ferri: $\sigma_f = 1325 \text{ daN/cm}^2 < 2158 \text{ daN/cm}^2$

Massima sollecitazione a taglio nel calcestruzzo

Tensione di taglio nel calcestruzzo: $\tau = T / [0,9 \times B \times (h_1 - c)] = 122944 / [0,9 \times 710 \times (60 - 3)] = 3,38 \text{ daN/cm}^2 < 5,3 \text{ daN/cm}^2$

Le sezione risulta quindi verificata sia a flessione che a taglio.

Sezione 2 (T rovescio)

Sollecitazioni

Pressione massima trasmessa dalla struttura al terreno nella condizione di carico a compressione maggiore = $1,56 \text{ daN/cm}^2 \times 710 \text{ cm} = 1107,6 \text{ daN/cm} = 110760 \text{ daN / m}$

Momento M = (pressione massima trasmessa dalla struttura al terreno nella condizione di carico a compressione maggiore) $\times l_2^2 / 2 = 110760 \times 2,22^2 / 2 = 272935 \text{ daN m}$

Taglio T = (pressione massima trasmessa al terreno nella condizione di carico maggiore) $\times l_2 = 110760 \times 2,22 = 245887 \text{ daN}$

Titolo : H9-2 sezione T rovescio - momento M'

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	710	60
2	489	60

N°	As [cm²]	d [cm]
1	99.53	4.2
2	99.53	55.8
3	76.91	115.8

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Sd} kN
 M_{xSd} 871 kNm
 M_{ySd} 0

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN
 yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali
FeB38k %
C20/25 %
 f_{yd} N/mm² f_{cd}
 E_s N/mm² α_t ?
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
 ε_{syd} % σ_{c,adm}
 σ_{s,adm} N/mm² τ_{cc}
 τ_{c1}

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ε_s %
 d cm
 x w/d
 δ

Verifica
 N° iterazioni:
 Precompresso

Nella verifica con momento M' si ottengono le seguenti tensioni massime sui materiali:

- Tensione massima nel calcestruzzo: $\sigma_c = 11,7 \text{ daN/cm}^2 < 85 \text{ daN/cm}^2$
- Tensione massima nei ferri: $\sigma_f = 848,4 \text{ daN/cm}^2 < 2158 \text{ daN/cm}^2$

Massima sollecitazione a taglio nel calcestruzzo

Considerando come reagente anche solo la sezione rettangolare relativa alla parte centrale si ottiene:

Tensione di taglio nel calcestruzzo: $\tau = T / [0,9 \times B \times (h_1 - c)] = 245887 / [0,9 \times 489 \times (120 - 3)] = 4,78 \text{ daN/cm}^2 < 5,3 \text{ daN/cm}^2$

Le sezione risulta quindi verificata sia a flessione che a taglio.

Stato tensionale nel pilastro della fondazione

Come successivamente definito, le azioni corrispondenti ai carichi verticali trasmessi dal sostegno sono considerate trasferite interamente al piede della fondazione; il pilastro è da considerarsi pertanto sollecitato dalla sola azione orizzontale di taglio trasmessa dal sostegno che induce, alla base del pilastro, un momento flettente pari al taglio per l'altezza del pilastro stesso.

Come da specifica richiesta Terna, il valore minimo dell'azione orizzontale (taglio di progetto) alla quale il pilastro deve essere in grado di far fronte non deve essere inferiore a 8 000 daN, ossia al valore

massimo del tiro di amarro al piede, pari a 3200 daN per la serie 132 kV, moltiplicato per un coefficiente di sicurezza pari a 2,5.

Le massime sollecitazioni calcolate alla base superiore del pilastro sono:

- Azioni di taglio: $T_x = 9722$ daN
 $T_y = 8520$ daN

Tali sollecitazioni sono superiori al valore minimo richiesto dalle specifiche, per cui le verifiche saranno condotte adottando questi valori.

- Braccio = 1,0 m

I momenti flettenti alla base del pilastro utilizzati per la verifica sono quindi:

- $M_x = 9722 \text{ daN} \times 1 \text{ m} = 97,22 \text{ kNm}$
- $M_y = 8520 \text{ daN} \times 1 \text{ m} = 85,20 \text{ kNm}$

Si considera una sezione con le seguenti caratteristiche:

- Sezione: 60 x 60 cm;
- Copriferro: 3 cm
- Armatura: 12 Ø24

Titolo : H9 pilastro

N° Vertici 4 **Zoom** **N° barre** 12 **Zoom**

N°	x [cm]	y [cm]
1	-30	-30
2	30	-30
3	30	30
4	-30	30

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	4.52	-25.8	-25.8
2	4.52	-8.6	-25.8
3	4.52	8.6	-25.8
4	4.52	25.8	-25.8
5	4.52	25.8	-8.6
6	4.52	25.8	8.6

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. **Metodo n**
 N_{Sd} 0 kN
 M_{xSd} 97.22 kNm
 M_{ySd} 85.2 kNm

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Materiali
FeB38k **C20/25**
 σ_{su} 10 % σ_{cu} 3.5
 f_{yd} 326.1 N/mm² f_{cd} 12.5
 E_s 200 000 N/mm² α 0.85
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 σ_{syd} 1.631 % $\sigma_{c,adm}$ 8.5
 $\sigma_{s,adm}$ 215 N/mm² γ_{cc} 0.5333
 γ_{c1} 1.686

Verifica
 σ_c -6.159 N/mm²
 σ_s 145.8 N/mm²
 ϵ_s 0.7291 %
 d 78.66 cm
 x 30.51 x/d 0.3878
 δ 0.9248

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

N° iterazioni: 4

Precompresso

Si ottengono le seguenti tensioni sui materiali:

- Tensione massima nel calcestruzzo: $\sigma_c = 61,6 \text{ daN/cm}^2 < 85 \text{ daN/cm}^2$
- Tensione massima nei ferri: $\sigma_f = 1458 \text{ daN/cm}^2 < 2 \text{ 600 daN/cm}^2$
- Tensioni di taglio nel calcestruzzo:
 $\tau_x = T_x / [0,9 \times b \times (h-c)] = 9722 / [0,9 \times 60 \times (60-3)] = 3,2 \text{ daN/cm}^2 < 5,3 \text{ daN/cm}^2$
 $\tau_y = T_y / [0,9 \times b \times (h-c)] = 8520 / [0,9 \times 60 \times (60-3)] = 2,8 \text{ daN/cm}^2 < 5,3 \text{ daN/cm}^2$
 $\tau = \sqrt{(\tau_x^2 + \tau_y^2)} = \sqrt{(3,2^2 + 2,8^2)} = 4,3 \text{ daN/cm}^2 < 5,3 \text{ daN/cm}^2$

Le sezione risulta quindi verificata sia a flessione che a taglio.

Stato tensionale nel calcestruzzo, all'interfaccia moncone-fondazione

Per la verifica dell'interfaccia fra moncone e sostegno si è fatta l'ipotesi che la sollecitazione di trazione/compressione venga trasferita alla fondazione tramite il solo contrasto offerto dalle apposite squadrette previste sul moncone (si trascura pertanto il contributo eventualmente offerto dall'attrito moncone-calcestruzzo di fondazione), ripartendosi in parti uguali sui diversi livelli delle squadrette di ancoraggio. Le verifiche sono fatte nei riguardi delle sole azioni trasmesse dal moncone alla fondazione, e riguardano pertanto la compressione locale del calcestruzzo; le verifiche dei monconi LS5350/2 per l'allungato H12 sono riportate nella relazione [3].

6.2.2 Stato tensionale nel plinto della fondazione per allungato H12 per terreno di tipo B

Verifica a flessione e taglio

Per la verifica sia dell'armatura inferiore sia di quella superiore si ipotizza uno schema di mensola incastrata, caricata dalle tensioni massime trasmesse dal terreno e quindi sollecitata a flessione e taglio. Per l'armatura inferiore si assume un carico pari alla pressione massima trasmessa dalla struttura al terreno nella condizione di carico a compressione maggiore, mentre per l'armatura superiore si assume una pressione media corrispondente al carico dato dal peso del terreno gravante per trazione più il peso proprio del piede. Per la verifica dell'armatura inferiore si trascurano, a favore di sicurezza, il peso del plinto e del terreno di sovraccarico.

Le sezioni di verifica sono quelle più sollecitate dei due gradoni di cui è composta la fondazione, poste in corrispondenza al cambio di sezione gradone-gradone (sezione 1) e gradone-pilastrini (sezione 2), rispettivamente a sezione rettangolare ed a T rovescio.

La piastra direttamente a contatto con il terreno o con il magrone di sottofondazione è armata con due fasci di armatura ortogonali paralleli ai lati del plinto stesso, sia nella parte inferiore che superiore.

Il gradone superiore è armato nella parte superiore con due fasci di armatura ortogonali paralleli ai lati del plinto stesso.

Si definiscono le seguenti grandezze:

l_1 : lunghezza della mensola nella prima sezione di verifica;

l_2 : lunghezza della mensola nella seconda sezione di verifica;

h_1 : altezza della mensola nella prima sezione di verifica;

h_2 : altezza della mensola nella seconda sezione di verifica;

B: lato di base del plinto;

b: lato di base del secondo gradone del plinto;

c: copriferro;

I dati geometrici caratteristici del plinto progettato per terreni di tipo B sono i seguenti:

$$l_1 = 1,158 \text{ m}$$

$$l_2 = 2,315 \text{ m}$$

$$h_1 = 0,60 \text{ m}$$

$$h_2 = 1,20 \text{ m}$$

$$B = 7,60 \text{ m};$$

$$b = 5,29 \text{ m};$$

$$c = 3 \text{ cm}$$

Sezione 1 (rettangolare)

Sollecitazioni

Pressione massima trasmessa dalla struttura al terreno nella condizione di carico a compressione maggiore = 122 946 daN / m

Pressione media trasmessa dalla struttura al terreno nella condizione di carico a trazione maggiore = 16 683 daN / m

Momento $M = (\text{pressione massima trasmessa dalla struttura al terreno nella condizione di carico a compressione maggiore}) \times l_1^2 / 2 = 122\,946 \times 1,158^2 / 2 = 82\,362 \text{ daN m}$

Momento $M' = (\text{pressione media trasmessa dalla struttura al terreno nella condizione di carico a trazione maggiore}) \times l_1^2 / 2 = 16\,683 \times 1,158^2 / 2 = 11\,176 \text{ daN m}$

Taglio $T = (\text{pressione massima trasmessa al terreno nella condizione di carico maggiore}) \times l_1 = 122\,946 \times 1,158 = 142\,310 \text{ daN}$

Armature

Armatura inferiore: 27 \varnothing 24 = 122,15 cm²

Armatura superiore: 27 \varnothing 24 = 122,15 cm²

Entrambe le armature sono posizionate a una distanza dai bordi della sezione tale da lasciare un copriferro, c, pari a 3 cm.

Data la simmetria dell'armatura e della sezione, la verifica viene eseguita con il solo momento M dovuto alla massima pressione al terreno, in quanto il momento M' dovuto al peso del terreno presente sopra la mensola risulta largamente inferiore.

Verifica a flessione

Verifica con momento M

Titolo : 1014/19 - H12 sezione rettangolare

N° figure elementari **Zoom** **N° strati barre** **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	760	60

N°	As [cm²]	d [cm]
1	122.15	4.2
2	122.15	55.8

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Sd} kN
M_{xSd} kNm
M_{ySd}

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

FeB38k	C20/25
ϵ_{su} <input type="text" value="10"/> ‰	ϵ_{cu} <input type="text" value="3.5"/>
f_{yd} <input type="text" value="326.1"/> N/mm²	f_{cd} <input type="text" value="12.5"/>
E_s <input type="text" value="200 000"/> N/mm²	α <input type="text" value="0.85"/> ?
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="1.631"/> ‰	$\sigma_{c,adm}$ <input type="text" value="8.5"/>
$\sigma_{s,adm}$ <input type="text" value="215"/> N/mm²	τ_{co} <input type="text" value="0.5333"/>
	τ_{c1} <input type="text" value="1.686"/>

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_s ‰
 d cm
 x x/d
 δ

Verifica
 N° iterazioni:

Precompresso

Nella verifica con momento M si ottengono le seguenti tensioni massime sui materiali:

- Tensione massima nel calcestruzzo: $\sigma_c = 26,1 \text{ daN/cm}^2 < 85 \text{ daN/cm}^2$
- Tensione massima nei ferri: $\sigma_f = 1308 \text{ daN/cm}^2 < 2158 \text{ daN/cm}^2$

Massima sollecitazione a taglio nel calcestruzzo

Tensione di taglio nel calcestruzzo: $\tau = T / [0,9 \times B \times (h_1 - c)] = 142\,310 / [0,9 \times 760 \times (60 - 3)] = 3,7 \text{ daN/cm}^2 < 5,3 \text{ daN/cm}^2$

La sezione risulta quindi verificata sia a flessione che a taglio.

Sezione 2 (T rovescio)

Sollecitazioni

Pressione massima trasmessa dalla struttura al terreno nella condizione di carico a compressione maggiore = 122 946 daN / m

Pressione media trasmessa dalla struttura al terreno nella condizione di carico a trazione maggiore = 14 955 daN / m

Momento M = (pressione massima trasmessa dalla struttura al terreno nella condizione di carico a

compressione maggiore) $\times l_1^2 / 2 = 122\,946 \times 2,315^2 / 2 = 329\,447$ daN m

Momento $M' =$ (pressione media trasmessa dalla struttura al terreno nella condizione di carico a trazione maggiore) $\times l_1^2 / 2 = 14\,955 \times 2,315^2 / 2 = 40\,073$ daN m

Taglio $T =$ (pressione massima trasmessa al terreno nella condizione di carico maggiore) $\times l_1 = 122\,946 \times 2,315 = 284\,620$ daN

Armature

Armatura inferiore: 27 \varnothing 24 = 122,15 cm²

Armatura intermedia: 27 \varnothing 24 = 122,15 cm²

Armatura superiore: 17 \varnothing 20 = 53,41 cm²

Le armature sono posizionate a una distanza dai bordi della sezione tale da lasciare un copriferro, c, pari a 3 cm.

Verifica a flessione

Verifica con momento M

Titolo : 1014/19 - H12 sezione T rovescio

N° figure elementari **Zoom** **N° strati barre** **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	760	60
2	529	60

N°	As [cm ²]	d [cm]
1	122.15	4.2
2	122.15	55.8
3	53.41	116

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N Sd **M** xSd **M** ySd

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

FeB38k	C20/25
ϵ_{su} 10 ‰	ϵ_{cu} 3.5 ‰
f_{yd} 326.1 N/mm ²	f_{cd} 12.5
E_s 200 000 N/mm ²	α 0.85
E_s / E_c 15	f_{cc} / f_{cd} 0.8
ϵ_{syd} 1.631 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 8.5
$\sigma_{s,adm}$ 215 N/mm ²	τ_{co} 0.5333
	τ_{c1} 1.686

σ_c -4.427 N/mm²
 σ_s 207.9 N/mm²
 ϵ_s 1.040 ‰
 d 115.8 cm
 x 28.03 x/d 0.2421
 δ 0.7426

Verifica
 N° iterazioni:
 Precompresso

Nella verifica con momento M si ottengono le seguenti tensioni massime sui materiali:

- Tensione massima nel calcestruzzo: $\sigma_c = 44,3 \text{ daN/cm}^2 < 85 \text{ daN/cm}^2$
- Tensione massima nei ferri: $\sigma_f = 2\,079 \text{ daN/cm}^2 < 2\,158 \text{ daN/cm}^2$

Verifica con momento M'

Titolo : 1014/19 - H12 sezione T rovescio trazione

N° figure elementari 2 **Zoom** **N° strati barre** 3 **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	760	60
2	529	60

N°	As [cm²]	d [cm]
1	122.15	4.2
2	122.15	55.8
3	53.41	116

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N Sd 0 **M** xSd 0 **M** ySd 0

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

FeB38k	C20/25
ϵ_{su} 10 ‰	ϵ_{cu} 3.5
f_{yd} 326.1 N/mm²	f_{cd} 12.5
E_s 200 000 N/mm²	α 0.85 ?
E_s/E_c 15	f_{cc}/f_{cd} 0.8 ?
ϵ_{syd} 1.631 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 8.5
$\sigma_{s,adm}$ 215 N/mm²	τ_{co} 0.5333
	τ_{c1} 1.686

σ_c -0.5931 N/mm²
 σ_s 48.55 N/mm²
 ϵ_s 0.2427 ‰
 d 116.0 cm
 x 17.97 x/d 0.1549
 δ 0.7000

Verifica
 N° iterazioni: 5
 Precompresso

Nella verifica con momento M' si ottengono le seguenti tensioni massime sui materiali:

- Tensione massima nel calcestruzzo: $\sigma_c = 5,9 \text{ daN/cm}^2 < 85 \text{ daN/cm}^2$
- Tensione massima nei ferri: $\sigma_f = 486 \text{ daN/cm}^2 < 2\,158 \text{ daN/cm}^2$

Massima sollecitazione a taglio nel calcestruzzo

Considerando come reagente solo la sezione rettangolare relativa alla parte centrale si ottiene:

Tensione di taglio nel calcestruzzo: $\tau = T / [0,9 \times B \times (h_1 - c)] = 284\,620 / [0,9 \times 529 \times (120 - 3)] = 5,2 \text{ daN/cm}^2 < 5,3 \text{ daN/cm}^2$

La sezione risulta quindi verificata sia a flessione che a taglio.

Stato tensionale nel pilastro della fondazione per allungato H12 per terreno di tipo B

Come successivamente definito, le azioni corrispondenti ai carichi verticali trasmessi dal sostegno sono considerate trasferite interamente al piede della fondazione; il pilastro è da considerarsi pertanto sollecitato dalla sola azione orizzontale di taglio trasmessa dal sostegno che induce, alla base del pilastro, un momento flettente pari al taglio per l'altezza del pilastro stesso.

Come da specifica richiesta Terna, il valore minimo dell'azione orizzontale (taglio di progetto) alla quale il pilastro deve essere in grado di far fronte non deve essere inferiore a 8 000 daN, ossia al valore massimo del tiro di amarro al piede, pari a 3200 daN per la serie 132 kV, moltiplicato per un coefficiente di sicurezza pari a 2,5.

Le massime sollecitazioni calcolate alla base superiore del pilastro sono:

- Azioni di taglio: $T_x = 9\,454$ daN
 $T_y = 8\,922$ daN

Tali sollecitazioni sono superiori al valore minimo richiesto dalle specifiche, per cui le verifiche saranno condotte adottando questi valori.

- Braccio = 1,00 m

I momenti flettenti alla base del pilastro utilizzati per la verifica sono quindi:

- $M_x = 9\,454$ daN \times 1,00 m = 94,540 kNm
- $M_y = 8\,922$ daN \times 1,00 m = 89,220 kNm

Si considera una sezione con le seguenti caratteristiche:

- Sezione: 60 x 60 cm;
- Copriferro: 3 cm
- Armatura: 12 \varnothing 24

Titolo : H12 Pilastro

N° Vertici **Zoom** **N° barre** **Zoom**

N°	x [cm]	y [cm]
1	0	0
2	60	0
3	60	60
4	0	60

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	4.52	4.2	4.2
2	4.52	21.4	4.2
3	4.52	38.6	4.2
4	4.52	55.8	4.2
5	4.52	38.6	55.8
6	4.52	55.8	55.8

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N Sd kN
M xSd kNm
M ySd

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali
FeB38k **C20/25**
 ϵ_{su} ‰ ϵ_{cu}
 f_{yd} N/mm² f_{cd}
 E_s N/mm² α ?
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
 ϵ_{syd} ‰ $\sigma_{c,adm}$
 $\sigma_{s,adm}$ N/mm² τ_{co}
 τ_{c1}

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_s ‰
 d cm
 x w/d
 δ

Verifica
 N° iterazioni:
 Precompresso

Si ottengono le seguenti tensioni sui materiali:

- Tensione massima nel calcestruzzo: $\sigma_c = 62,1 \text{ daN/cm}^2 < 85 \text{ daN/cm}^2$
- Tensione massima nei ferri: $\sigma_f = 1468 \text{ daN/cm}^2 < 2158 \text{ daN/cm}^2$
- Tensioni di taglio nel calcestruzzo:
 $\tau_x = T_x / [0,9 \times b \times (h-c)] = 9454 / [0,9 \times 60 \times (60-3)] = 3,1 \text{ daN/cm}^2 < 5,3 \text{ daN/cm}^2$
 $\tau_y = T_y / [0,9 \times b \times (h-c)] = 8922 / [0,9 \times 60 \times (60-3)] = 2,9 \text{ daN/cm}^2 < 5,3 \text{ daN/cm}^2$
 $\tau = \sqrt{(\tau_x^2 + \tau_y^2)} = \sqrt{(3,1^2 + 2,9^2)} = 4,2 \text{ daN/cm}^2 < 5,3 \text{ daN/cm}^2$

Le sezione risulta quindi verificata sia a flessione che a taglio.

Stato tensionale nel calcestruzzo, all'interfaccia moncone-fondazione

Per la verifica dell'interfaccia fra moncone e sostegno si è fatta l'ipotesi che la sollecitazione di trazione/compressione venga trasferita alla fondazione tramite il solo contrasto offerto dalle apposite squadrette previste sul moncone (si trascura pertanto il contributo eventualmente offerto dall'attrito moncone-calcestruzzo di fondazione), ripartendosi in parti uguali sui diversi livelli delle squadrette di ancoraggio. Le verifiche sono fatte nei riguardi delle sole azioni trasmesse dal moncone alla fondazione, e riguardano pertanto la compressione locale del calcestruzzo; le verifiche dei monconi LS5350/2 per l'allungato H12 sono riportate nella relazione [3].

6.2.3 Stato tensionale nel plinto della fondazione per allungato H15 per terreno di tipo B

Verifica a flessione e taglio

Per la verifica sia dell'armatura inferiore sia di quella superiore si ipotizza uno schema di mensola incastrata, caricata dalle tensioni massime trasmesse dal terreno e quindi sollecitata a flessione e taglio. Per l'armatura inferiore si assume un carico pari alla pressione massima trasmessa dalla struttura al terreno nella condizione di carico a compressione maggiore, mentre per l'armatura superiore si assume una pressione media corrispondente al carico dato dal peso del terreno gravante per trazione più il peso proprio del piede. Per la verifica dell'armatura inferiore si trascurano, a favore di sicurezza, il peso del plinto e del terreno di sovraccarico.

Le sezioni di verifica sono quelle più sollecitate dei due gradoni di cui è composta la fondazione, poste in corrispondenza al cambio di sezione gradone-gradone (sezione 1) e gradone-pilastrini (sezione 2), rispettivamente a sezione rettangolare ed a T rovescio.

La piastra direttamente a contatto con il terreno o con il magrone di sottofondazione è armata con due fasci di armatura ortogonali paralleli ai lati del plinto stesso, sia nella parte inferiore che superiore.

Il gradone superiore è armato nella parte superiore con due fasci di armatura ortogonali paralleli ai lati del plinto stesso.

Si definiscono le seguenti grandezze:

l_1 : lunghezza della mensola nella prima sezione di verifica;

l_2 : lunghezza della mensola nella seconda sezione di verifica;

h_1 : altezza della mensola nella prima sezione di verifica;

h_2 : altezza della mensola nella seconda sezione di verifica;

B: lato di base del plinto;

b: lato di base del secondo gradone del plinto;

c: copriferro;

I dati geometrici caratteristici del plinto progettato per terreni di tipo B sono i seguenti:

$l_1 = 1,108\text{m}$

$l_2 = 2,215\text{ m}$

$h_1 = 0,70\text{ m}$

$h_2 = 1,40\text{ m}$

$B = 7,70\text{ m};$

$b = 5,49\text{ m};$

$c = 3\text{ cm}$

Sezione 1 (rettangolare)

Sollecitazioni

Pressione massima trasmessa dalla struttura al terreno nella condizione di carico a compressione maggiore = 136 648 daN / m

Pressione media trasmessa dalla struttura al terreno nella condizione di carico a trazione maggiore = 16 340 daN / m

Momento M = (pressione massima trasmessa dalla struttura al terreno nella condizione di carico a

compressione maggiore) $\times l_1^2 / 2 = 136\,648 \times 1,108^2 / 2 = 83\,803$ daN m

Momento $M' =$ (pressione media trasmessa dalla struttura al terreno nella condizione di carico a trazione maggiore) $\times l_1^2 / 2 = 16\,340 \times 1,108^2 / 2 = 10\,021$ daN m

Taglio $T =$ (pressione massima trasmessa al terreno nella condizione di carico maggiore) $\times l_1 = 136\,648 \times 1,108 = 151\,338$ daN

Armature

Armatura inferiore: 27 \varnothing 24 = 122,15 cm²

Armatura superiore: 27 \varnothing 24 = 122,15 cm²

Entrambe le armature sono posizionate a una distanza dai bordi della sezione tale da lasciare un copriferro, c , pari a 3 cm.

Data la simmetria dell'armatura e della sezione, la verifica viene eseguita con il solo momento M dovuto alla massima pressione al terreno, in quanto il momento M' dovuto al peso del terreno presente sopra la mensola risulta largamente inferiore.

Verifica a flessione

Verifica con momento M

Titolo : 1014/20 - H15 sezione rettangolare

N° figure elementari **Zoom** **N° strati barre** **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	770	70

N°	As [cm²]	d [cm]
1	122.15	4.2
2	122.15	65.8

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N Sd kN
M xSd kNm
M ySd

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord. [cm] xN yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

FeB38k	C20/25
ϵ_{su} <input type="text" value="10"/> ‰	ϵ_{cu} <input type="text" value="3.5"/>
f_{yd} <input type="text" value="326.1"/> N/mm²	f_{cd} <input type="text" value="12.5"/>
E_s <input type="text" value="200 000"/> N/mm²	α <input type="text" value="0.85"/> ?
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="1.631"/> ‰	$\sigma_{c,adm}$ <input type="text" value="8.5"/>
$\sigma_{s,adm}$ <input type="text" value="215"/> N/mm²	τ_{co} <input type="text" value="0.5333"/>
	τ_{c1} <input type="text" value="1.686"/>

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_s ‰
 d cm
 x x/d
 δ

Verifica
 N° iterazioni:
 Precompresso

Nella verifica con momento M si ottengono le seguenti tensioni massime sui materiali:

- Tensione massima nel calcestruzzo: $\sigma_c = 20,4 \text{ daN/cm}^2 < 85 \text{ daN/cm}^2$
- Tensione massima nei ferri: $\sigma_f = 1121 \text{ daN/cm}^2 < 2158 \text{ daN/cm}^2$

Massima sollecitazione a taglio nel calcestruzzo

Tensione di taglio nel calcestruzzo: $\tau = T / [0,9 \times B \times (h_1 - c)] = 151\,338 / [0,9 \times 770 \times (70 - 3)] = 3,3 \text{ daN/cm}^2 < 5,3 \text{ daN/cm}^2$

Le sezione risulta quindi verificata sia a flessione che a taglio.

Sezione 2 (T rovescio)

Sollecitazioni

Pressione massima trasmessa dalla struttura al terreno nella condizione di carico a compressione maggiore = 136 648 daN / m

Pressione media trasmessa dalla struttura al terreno nella condizione di carico a trazione maggiore = 14 644 daN / m

Momento $M = (\text{pressione massima trasmessa dalla struttura al terreno nella condizione di carico a compressione maggiore}) \times l_1^2 / 2 = 136\,648 \times 2,215^2 / 2 = 335\,213 \text{ daN m}$

Momento $M' = (\text{pressione media trasmessa dalla struttura al terreno nella condizione di carico a trazione maggiore}) \times l_1^2 / 2 = 14\,644 \times 2,215^2 / 2 = 35\,923 \text{ daN m}$

Taglio $T = (\text{pressione massima trasmessa al terreno nella condizione di carico maggiore}) \times l_1 = 136\,648 \times 2,215 = 302\,675 \text{ daN}$

Armature

Armatura inferiore: 27 \varnothing 24 = 122,15 cm²

Armatura intermedia: 27 \varnothing 24 = 122,15 cm²

Armatura superiore: 17 \varnothing 20 = 53,41 cm²

Le armature sono posizionate a una distanza dai bordi della sezione tale da lasciare un copriferro, c , pari a 3 cm.

Data la simmetria dell'armatura e della sezione, la verifica viene eseguita con il solo momento M dovuto alla massima pressione al terreno, in quanto il momento M' dovuto al peso del terreno presente sopra la mensola risulta largamente inferiore.

Verifica a flessione

Verifica con momento M

Titolo : 1014/20 - H15 sezione T rovescio trazione

N° figure elementari **Zoom** **N° strati barre** **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	770	70
2	549	70

N°	As [cm²]	d [cm]
1	122.15	4.2
2	122.15	65.8
3	53.41	136

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. **Metodo n**

N Sd kN
M xSd kNm
M ySd

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN
 yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

FeB38k	C20/25
ϵ_{su} <input type="text" value="10"/> ‰	ϵ_{cu} <input type="text" value="3.5"/>
f_{yd} <input type="text" value="326.1"/> N/mm²	f_{cd} <input type="text" value="12.5"/>
E_s <input type="text" value="200 000"/> N/mm²	α <input type="text" value="0.85"/> ?
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="1.631"/> ‰	$\sigma_{c,adm}$ <input type="text" value="8.5"/>
$\sigma_{s,adm}$ <input type="text" value="215"/> N/mm²	τ_{co} <input type="text" value="0.5333"/>
	τ_{c1} <input type="text" value="1.686"/>

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_s ‰
 d cm
 x w/d
 δ

Verifica
 N° iterazioni:
 Precompresso

Nella verifica con momento M' si ottengono le seguenti tensioni massime sui materiali:

- Tensione massima nel calcestruzzo: $\sigma_c = 4,1 \text{ daN/cm}^2 < 85 \text{ daN/cm}^2$
- Tensione massima nei ferri: $\sigma_f = 366 \text{ daN/cm}^2 < 2 \text{ 158 daN/cm}^2$

Massima sollecitazione a taglio nel calcestruzzo

Considerando come reagente solo la sezione rettangolare relativa alla parte centrale si ottiene:

Tensione di taglio nel calcestruzzo: $\tau = T / [0,9 \times B \times (h_1 - c)] = 302 \text{ 675} / [0,9 \times 549 \times (140 - 3)] = 4,5 \text{ daN/cm}^2 < 5,3 \text{ daN/cm}^2$

Le sezione risulta quindi verificata sia a flessione che a taglio.

Stato tensionale nel pilastro della fondazione per allungato H15 per terreno di tipo B

Come successivamente definito, le azioni corrispondenti ai carichi verticali trasmessi dal sostegno sono considerate trasferite interamente al piede della fondazione; il pilastro è da considerarsi pertanto sollecitato dalla sola azione orizzontale di taglio trasmessa dal sostegno che induce, alla base del pilastro, un momento flettente pari al taglio per l'altezza del pilastro stesso.

Come da specifica richiesta Terna, il valore minimo dell'azione orizzontale (taglio di progetto) alla quale il pilastro deve essere in grado di far fronte non deve essere inferiore a 8 000 daN, ossia al valore massimo del tiro di amarro al piede, pari a 3200 daN per la serie 132 kV, moltiplicato per un coefficiente di sicurezza pari a 2,5.

Le massime sollecitazioni calcolate alla base superiore del pilastro sono:

- Azioni di taglio: $T_x = 9\,919$ daN
 $T_y = 8\,571$ daN

Tali sollecitazioni sono superiori al valore minimo richiesto dalle specifiche, per cui le verifiche saranno condotte adottando questi valori.

- Braccio = 1,00 m

I momenti flettenti alla base del pilastro utilizzati per la verifica sono quindi:

- $M_x = 9\,919$ daN \times 1,00 m = 99,190 kNm
- $M_y = 8\,571$ daN \times 1,00 m = 85,710 kNm

Si considera una sezione con le seguenti caratteristiche:

- Sezione: 60 x 60 cm;
- Copriferro: 3 cm
- Armatura: 12 \varnothing 24

Titolo : H15 Pilastro

N° Vertici 4 **Zoom** **N° barre** 12 **Zoom**

N°	x [cm]	y [cm]
1	0	0
2	60	0
3	60	60
4	0	60

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	4.52	4.2	4.2
2	4.52	21.4	4.2
3	4.52	38.6	4.2
4	4.52	55.8	4.2
5	4.52	38.6	55.8
6	4.52	55.8	55.8

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N Sd 0 0 kN
M xSd 0 99.190 kNm
M ySd 0 85.710

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali
FeB38k **C20/25**
 ϵ_{su} 10 ‰ ϵ_{cu} 3.5
 f_{yd} 326.1 N/mm² f_{cd} 12.5
 E_s 200 000 N/mm² α 0.85 ?
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8 ?
 ϵ_{syd} 1.631 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 8.5
 $\sigma_{s,adm}$ 215 N/mm² τ_{co} 0.5333
 τ_{c1} 1.686

σ_c -6.241 N/mm²
 σ_s 147.8 N/mm²
 ϵ_s 0.7391 ‰
 d 78.61 cm
 x 30.48 w/d 0.3877
 δ 0.9247

Verifica
 N° iterazioni: 4
 Precompresso

Si ottengono le seguenti tensioni sui materiali:

- Tensione massima nel calcestruzzo: $\sigma_c = 62,4 \text{ daN/cm}^2 < 85 \text{ daN/cm}^2$
- Tensione massima nei ferri: $\sigma_f = 1\,478 \text{ daN/cm}^2 < 2\,158 \text{ daN/cm}^2$
- Tensioni di taglio nel calcestruzzo:
 $\tau_x = T_x / [0,9 \times b \times (h-c)] = 9\,919 / [0,9 \times 60 \times (60-3)] = 3,2 \text{ daN/cm}^2 < 5,3 \text{ daN/cm}^2$
 $\tau_y = T_y / [0,9 \times b \times (h-c)] = 8\,571 / [0,9 \times 60 \times (60-3)] = 2,8 \text{ daN/cm}^2 < 5,3 \text{ daN/cm}^2$
 $\tau = \sqrt{(\tau_x^2 + \tau_y^2)} = \sqrt{(3,2^2 + 2,8^2)} = 4,3 \text{ daN/cm}^2 < 5,3 \text{ daN/cm}^2$

Le sezione risulta quindi verificata sia a flessione che a taglio.

Stato tensionale nel calcestruzzo, all'interfaccia moncone-fondazione

Per la verifica dell'interfaccia fra moncone e sostegno si è fatta l'ipotesi che la sollecitazione di trazione/compressione venga trasferita alla fondazione tramite il solo contrasto offerto dalle apposite squadrette previste sul moncone (si trascura pertanto il contributo eventualmente offerto dall'attrito moncone-calcestruzzo di fondazione), ripartendosi in parti uguali sui diversi livelli delle squadrette di ancoraggio. Le verifiche sono fatte nei riguardi delle sole azioni trasmesse dal moncone alla fondazione, e riguardano pertanto la compressione locale del calcestruzzo; le verifiche dei monconi LS5350/2 per l'allungato H15 sono riportate nella relazione [3].

6.2.4 Stato tensionale nel plinto della fondazione per allungato H18 per terreno di tipo B

Verifica a flessione e taglio

Per la verifica sia dell'armatura inferiore sia di quella superiore si ipotizza uno schema di mensola incastrata, caricata dalle tensioni massime trasmesse dal terreno e quindi sollecitata a flessione e taglio. Per l'armatura inferiore si assume un carico pari alla pressione massima trasmessa dalla struttura al terreno nella condizione di carico a compressione maggiore, mentre per l'armatura superiore si assume una pressione media corrispondente al carico dato dal peso del terreno gravante per trazione più il peso proprio del piede. Per la verifica dell'armatura inferiore si trascurano, a favore di sicurezza, il peso del plinto e del terreno di sovraccarico.

Le sezioni di verifica sono quelle più sollecitate dei due gradoni di cui è composta la fondazione, poste in corrispondenza al cambio di sezione gradone-gradone (sezione 1) e gradone-pilastrini (sezione 2), rispettivamente a sezione rettangolare ed a T rovescio.

La piastra direttamente a contatto con il terreno o con il magrone di sottofondazione è armata con due fasci di armatura ortogonali paralleli ai lati del plinto stesso, sia nella parte inferiore che superiore.

Il gradone superiore è armato nella parte superiore con due fasci di armatura ortogonali paralleli ai lati del plinto stesso.

Si definiscono le seguenti grandezze:

l_1 : lunghezza della mensola nella prima sezione di verifica;

l_2 : lunghezza della mensola nella seconda sezione di verifica;

h_1 : altezza della mensola nella prima sezione di verifica;

h_2 : altezza della mensola nella seconda sezione di verifica;

B: lato di base del plinto;

b: lato di base del secondo gradone del plinto;

c: copriferro;

I dati geometrici caratteristici del plinto progettato per terreni di tipo B sono i seguenti:

$$l_1 = 1,183 \text{ m}$$

$$l_2 = 2,365 \text{ m}$$

$$h_1 = 0,70 \text{ m}$$

$$h_2 = 1,40 \text{ m}$$

$$B = 8,30 \text{ m};$$

$$b = 5,94 \text{ m};$$

$$c = 3 \text{ cm}$$

Sezione 1 (rettangolare)

Sollecitazioni

Pressione massima trasmessa dalla struttura al terreno nella condizione di carico a compressione maggiore = 154 942 daN / m

Pressione media trasmessa dalla struttura al terreno nella condizione di carico a trazione maggiore = 16 558 daN / m

Momento $M = (\text{pressione massima trasmessa dalla struttura al terreno nella condizione di carico a compressione maggiore}) \times l_1^2 / 2 = 154\,942 \times 1,183^2 / 2 = 108\,328 \text{ daN m}$

Momento $M' = (\text{pressione media trasmessa dalla struttura al terreno nella condizione di carico a trazione maggiore}) \times l_1^2 / 2 = 16\,558 \times 1,183^2 / 2 = 11\,577 \text{ daN m}$

Taglio $T = (\text{pressione massima trasmessa al terreno nella condizione di carico maggiore}) \times l_1 = 154\,942 \times 1,183 = 183\,219 \text{ daN}$

Armature

Armatura inferiore: 31 \varnothing 26 = 164,59 cm²

Armatura superiore: 31 \varnothing 26 = 164,59 cm²

Entrambe le armature sono posizionate a una distanza dai bordi della sezione tale da lasciare un copriferro, c, pari a 3 cm.

Data la simmetria dell'armatura e della sezione, la verifica viene eseguita con il solo momento M dovuto alla massima pressione al terreno, in quanto il momento M' dovuto al peso del terreno presente sopra la mensola risulta largamente inferiore.

Verifica a flessione

Verifica con momento M

Titolo : 1014/18 - H18 sigma < 2 sezione rettangolare

N° figure elementari **Zoom** **N° strati barre** **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	830	70

N°	As [cm²]	d [cm]
1	164.59	4.3
2	164.59	65.7

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N Sd kN
M xSd kNm
M ySd kNm

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN
 yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

FeB38k	C20/25
ϵ_{su} 10 ‰	ϵ_{cu} 3.5 ‰
f_{yd} 326.1 N/mm²	f_{cd} 12.5
E_s 200 000 N/mm²	α 0.85 ?
E_s/E_c 15	f_{cc}/f_{cd} 0.8 ?
ϵ_{syd} 1.631 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 8.5
$\sigma_{s,adm}$ 215 N/mm²	τ_{co} 0.5333
	τ_{c1} 1.686

σ_c -2.193 N/mm²
 σ_s 108.3 N/mm²
 ϵ_s 0.5415 ‰
 d 65.70 cm
 x 15.31 w/d 0.2330
 δ 0.7312

Verifica
 N° iterazioni:
 Precompresso

Nella verifica con momento M si ottengono le seguenti tensioni massime sui materiali:

- Tensione massima nel calcestruzzo: $\sigma_c = 21,9 \text{ daN/cm}^2 < 85 \text{ daN/cm}^2$
- Tensione massima nei ferri: $\sigma_f = 1\ 083 \text{ daN/cm}^2 < 2\ 158 \text{ daN/cm}^2$

Massima sollecitazione a taglio nel calcestruzzo

Tensione di taglio nel calcestruzzo: $\tau = T / [0,9 \times B \times (h_1 - c)] = 183\ 219 / [0,9 \times 830 \times (70 - 3)] = 3,7 \text{ daN/cm}^2 < 5,3 \text{ daN/cm}^2$

Le sezione risulta quindi verificata sia a flessione che a taglio.

Sezione 2 (T rovescio)

Sollecitazioni

Pressione massima trasmessa dalla struttura al terreno nella condizione di carico a compressione maggiore = 154 942 daN / m

Pressione media trasmessa dalla struttura al terreno nella condizione di carico a trazione maggiore = 14 683 daN / m

Momento $M = (\text{pressione massima trasmessa dalla struttura al terreno nella condizione di carico a compressione maggiore}) \times l_2^2 / 2 = 154\,942 \times 2,365^2 / 2 = 433\,314 \text{ daN m}$

Momento $M' = (\text{pressione media trasmessa dalla struttura al terreno nella condizione di carico a trazione maggiore}) \times l_2^2 / 2 = 14\,683 \times 2,365^2 / 2 = 41\,064 \text{ daN m}$

Taglio $T = (\text{pressione massima trasmessa al terreno nella condizione di carico maggiore}) \times l_1 = 154\,942 \times 2,365 = 366\,439 \text{ daN}$

Armature

Armatura inferiore: 31 Ø 26 = 164,59 cm²

Armatura intermedia: 31 Ø 26 = 164,59 cm²

Armatura superiore: 17 Ø 20 = 53,41 cm²

Le armature sono posizionate a una distanza dai bordi della sezione tale da lasciare un copriferro, c, pari a 3 cm.

Verifica a flessione

Verifica con momento M

Titolo : 1014/18 - H18 sigma < 2 sezione T rovescio

N° figure elementari **Zoom** **N° strati barre** **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	830	70
2	594	70

N°	As [cm ²]	d [cm]
1	164.59	4.3
2	164.59	65.7
3	53.41	136

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N Sd kN
M xSd kNm
M ySd

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

FeB38k	C20/25
ϵ_{su} <input type="text" value="10"/> %	ϵ_{cu} <input type="text" value="3.5"/>
f_{yd} <input type="text" value="326.1"/> N/mm ²	f_{cd} <input type="text" value="12.5"/>
E_s <input type="text" value="200\,000"/> N/mm ²	α <input type="text" value="0.85"/> ?
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="1.631"/> %	$\sigma_{c,adm}$ <input type="text" value="8.5"/>
$\sigma_{s,adm}$ <input type="text" value="215"/> N/mm ²	τ_{co} <input type="text" value="0.5333"/>
	τ_{c1} <input type="text" value="1.686"/>

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_s %
 d cm
 x w/d
 δ

Verifica
 N° iterazioni:

Precompresso

Nella verifica con momento M si ottengono le seguenti tensioni massime sui materiali:

- Tensione massima nel calcestruzzo: $\sigma_c = 38,0 \text{ daN/cm}^2 < 85 \text{ daN/cm}^2$
- Tensione massima nei ferri: $\sigma_f = 1\,749 \text{ daN/cm}^2 < 2\,158 \text{ daN/cm}^2$

Verifica con momento M'

Titolo : 1014/18 - H18 sigma < 2 sezione T rovescio trazione

N° figure elementari **Zoom** **N° strati barre** **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	830	70
2	594	70

N°	As [cm²]	d [cm]
1	164.59	4.3
2	164.59	65.7
3	53.41	136

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n
 N Sd kN
 M xSd kNm
 M ySd kNm

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

FeB38k	C20/25
ϵ_{su} 10 ‰	ϵ_{cu} 3.5 ‰
f_{yd} 326.1 N/mm²	f_{cd} 12.5
E_s 200 000 N/mm²	α 0.85
E_s/E_c 15	f_{cc}/f_{cd} 0.8
ϵ_{syd} 1.631 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 8.5
$\sigma_{s,adm}$ 215 N/mm²	τ_{co} 0.5333
	τ_{c1} 1.686

σ_c -0.4388 N/mm²
 σ_s 38.08 N/mm²
 ϵ_s 0.1904 ‰
 d 136.0 cm
 x 20.04 w/d 0.1474
 δ 0.7000

Verifica
 N° iterazioni:
 Precompresso

Nella verifica con momento M si ottengono le seguenti tensioni massime sui materiali:

- Tensione massima nel calcestruzzo: $\sigma_c = 4,4 \text{ daN/cm}^2 < 85 \text{ daN/cm}^2$
- Tensione massima nei ferri: $\sigma_f = 381 \text{ daN/cm}^2 < 2\,158 \text{ daN/cm}^2$

Massima sollecitazione a taglio nel calcestruzzo

Considerando come reagente solo la sezione rettangolare relativa alla parte centrale si ottiene:

Tensione di taglio nel calcestruzzo: $\tau = T / [0,9 \times B \times (h_1 - c)] = 366\,439 / [0,9 \times 594 \times (140 - 3)] = 5,0 \text{ daN/cm}^2 < 5,3 \text{ daN/cm}^2$

Le sezione risulta quindi verificata sia a flessione che a taglio.

Stato tensionale nel pilastro della fondazione

Come successivamente definito, le azioni corrispondenti ai carichi verticali trasmessi dal sostegno sono considerate trasferite interamente al piede della fondazione; il pilastro è da considerarsi pertanto sollecitato dalla sola azione orizzontale di taglio trasmessa dal sostegno che induce, alla base del pilastro, un momento flettente pari al taglio per l'altezza del pilastro stesso.

Come da specifica richiesta Terna, il valore minimo dell'azione orizzontale (taglio di progetto) alla quale il pilastro deve essere in grado di far fronte non deve essere inferiore a 8 000 daN, ossia al valore massimo del tiro di amarro al piede, pari a 3200 daN per la serie 132 kV, moltiplicato per un coefficiente di sicurezza pari a 2,5.

Le massime sollecitazioni calcolate alla base superiore del pilastro sono:

- Azioni di taglio: $T_x = 9\,658$ daN
 $T_y = 9\,128$ daN

Tali sollecitazioni sono superiori al valore minimo richiesto dalle specifiche, per cui le verifiche saranno condotte adottando questi valori.

- Braccio = 1,00 m

I momenti flettenti alla base del pilastro utilizzati per la verifica sono quindi:

- $M_x = 9\,658$ daN \times 1,00 m = 96,580 kNm
- $M_y = 9\,128$ daN \times 1,00 m = 91,280 kNm

Si considera una sezione con le seguenti caratteristiche:

- Sezione: 60 x 60 cm;
- Copriferro: 3 cm
- Armatura: 12 \varnothing 24

Titolo : H18 Pilastro

N° Vertici **Zoom** **N° barre** **Zoom**

N°	x [cm]	y [cm]
1	0	0
2	60	0
3	60	60
4	0	60

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	4.52	4.2	4.2
2	4.52	21.4	4.2
3	4.52	38.6	4.2
4	4.52	55.8	4.2
5	4.52	38.6	55.8
6	4.52	55.8	55.8

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N Sd kN
M xSd kNm
M ySd

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali
FeB38k **C20/25**
 ϵ_{su} ‰ ϵ_{cu}
 f_{yd} N/mm² f_{cd}
 E_s N/mm² α ?
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
 ϵ_{syd} ‰ $\sigma_{c,adm}$
 $\sigma_{s,adm}$ N/mm² τ_{co}
 τ_{c1}

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_s ‰
 d cm
 x w/d
 δ

Verifica
 N° iterazioni:
 Precompresso

Si ottengono le seguenti tensioni sui materiali:

- Tensione massima nel calcestruzzo: $\sigma_c = 63,5 \text{ daN/cm}^2 < 85 \text{ daN/cm}^2$
- Tensione massima nei ferri: $\sigma_f = 1 501 \text{ daN/cm}^2 < 2 158 \text{ daN/cm}^2$
- Tensioni di taglio nel calcestruzzo:
 $\tau_x = T_x / [0,9 \times b \times (h-c)] = 9 658 / [0,9 \times 60 \times (60-3)] = 3,1 \text{ daN/cm}^2 < 5,3 \text{ daN/cm}^2$
 $\tau_y = T_y / [0,9 \times b \times (h-c)] = 9 128 / [0,9 \times 60 \times (60-3)] = 3,0 \text{ daN/cm}^2 < 5,3 \text{ daN/cm}^2$
 $\tau = \sqrt{(\tau_x^2 + \tau_y^2)} = \sqrt{(3,1^2 + 3,0^2)} = 4,3 \text{ daN/cm}^2 < 5,3 \text{ daN/cm}^2$

Le sezione risulta quindi verificata sia a flessione che a taglio.

Stato tensionale nel calcestruzzo, all'interfaccia moncone-fondazione

Per la verifica dell'interfaccia fra moncone e sostegno si è fatta l'ipotesi che la sollecitazione di trazione/compressione venga trasferita alla fondazione tramite il solo contrasto offerto dalle apposite squadrette previste sul moncone (si trascura pertanto il contributo eventualmente offerto dall'attrito moncone-calcestruzzo di fondazione), ripartendosi in parti uguali sui diversi livelli delle squadrette di ancoraggio. Le verifiche sono fatte nei riguardi delle sole azioni trasmesse dal moncone alla fondazione, e riguardano pertanto la compressione locale del calcestruzzo; le verifiche dei monconi LS 5350/2 per l'allungato H18 sono riportate nella relazione [3].

7 FONDAZIONI CON TENSIONE AMMISSIBILE DEL TERRENO $2 < \sigma_{AMM} \leq 3,9$ DAN/CM²

7.1 Verifiche di stabilità cinematica di sollevamento e massima pressione sul terreno

La verifica di stabilità cinematica viene condotta in accordo alla Norma Linee attualmente in vigore, secondo la metodologia riportata in 2.5.03 di CE11-4 (*Fondazioni a blocco unico*) ovvero, senza considerare il contributo del terreno laterale:

$$M_r \leq 0,85 \times P \times a / 2 = M_{stab}$$

dove:

- M_r : momento delle forze esterne rispetto al piano di appoggio della fondazione
- P : azione verticale globale, comprensiva del peso del blocco, del peso del terreno gravante, del peso della struttura e delle azioni di compressione sul piano di fondazione; conservativamente, si adotta per tale grandezza al radice quadrata della somma dei quadrati delle due componenti del momento rispetto agli assi cartesiani x e y
- a : lato minore del blocco

		H9	H12	H15	H18
fondazione monoblocco a 2 riseghe		P502DF001	P502DF002	P502DF003	P502DF004
a	m	6.30	7.00	7.20	8.10
gamma (vd.CEI 11-4)	daN/m ³	1079			
peso spec. Terreno sovrastante	daN/m ³	1570			
Volume Terreno sovrastante	m ³	50.25	62.25	64.73	82.90
peso Terreno sovrastante	daN	78885.71	97733.40	101623.70	130148.87
peso spec. Cls	daN/m ³	2158.00			
volume CLs	m ³	44.56	54.60	58.90	73.22
peso CLS	daN	96160.48	117826.80	127106.20	158008.76
peso totale P	daN	175046.19	215560.20	228729.90	288157.63
momento stabilizzante (solo peso)	daNm	468686.16	641291.59	699913.50	991982.65
momento stabilizzante (spinta laterale)	daNm	79533.59	88377.72	91358.84	102539.70
momento stabilizzante (totale)	daNm	548219.75	729669.31	791272.34	1094522.35
M_r	daNm	323793.07	402127.09	476977.15	551827.11
rapporto Mstab/Mrib		1.69	1.81	1.66	1.98

Le verifiche a ribaltamento delle fondazioni sono quindi soddisfatte.

Per le verifiche di capacità portante, si calcolano le tensioni trasmesse al terreno, applicate alla fondazione.

La tensione massima di schiacciamento viene calcolata in base alla relazione:

$$\sigma_t = k P/A$$

dove P, A e k sono rispettivamente il carico verticale globale massimo, l'area dell'impronta a contatto con il terreno e un coefficiente dipendente dalle eccentricità del carico e_x ed e_y ($e = M/N$), vedasi tabella in allegato A.

		H9	H12	H15	H18
fondazione monoblocco a 2 riseghe		P502DF001	P502DF002	P502DF003	P502DF004
peso fondazione + terreno sovrastante	daN	175046.19	215560.20	228729.90	288157.63
carico massimo sul terreno	daN	14854.14	26517.26	28390.69	29926.23
Mx rib. massimo	daNm	323793.07	402127.09	476977.15	551827.11
My rib. massimo	daNm	200599.80	283040.40	308355.70	452711.00
ex/Lx [-]		0.17	0.17	0.17	0.18
ey/Ly		0.27	0.24	0.26	0.21
A	cm ²	3.97E+05	4.90E+05	5.18E+05	6.56E+05
k [-]		5.28	4.47	4.84	4.15
σt massima terreno	daN/cm²	2.53	2.21	2.40	2.01

In nessuno dei casi considerati, la massima tensione trasmessa al terreno è superiore al valore di 3.9 daN/cm². Le fondazioni esistenti sono perciò verificate dal punto di vista della resistenza del terreno tipo A.

7.2 Verifiche strutturali delle fondazioni

Nel presente documento sono riportate le verifiche di resistenza strutturale, secondo il metodo delle tensioni ammissibili, che comprendono il calcolo delle tensioni nel c.a., relativamente allo stato tensionale nel calcestruzzo e nell'armatura della fondazione.

7.2.1 Stato tensionale nel plinto della fondazione per allungato H9 per terreno di tipo A

Verifica a flessione e taglio

Per la verifica sia dell'armatura inferiore sia di quella superiore si ipotizza uno schema di mensola incastrata, caricata dalle tensioni massime trasmesse dal terreno e quindi sollecitata a flessione e taglio. Per l'armatura inferiore si assume un carico pari alla pressione massima trasmessa dalla struttura al terreno nella condizione di carico a compressione maggiore, mentre per l'armatura superiore si assume una pressione media corrispondente al carico dato dal peso del terreno gravante per trazione più il peso proprio del piede. Per la verifica dell'armatura inferiore si trascurano, a favore di sicurezza, il peso del plinto e del terreno di sovraccarico.

Le sezioni di verifica sono quelle più sollecitate dei due gradoni di cui è composta la fondazione, poste in corrispondenza al cambio di sezione gradone-gradone (sezione 1) e gradone-pilastrini (sezione 2), rispettivamente a sezione rettangolare ed a T rovescio.

La piastra direttamente a contatto con il terreno o con il magrone di sottofondazione è armata con due fasci di armatura ortogonali paralleli ai lati del plinto stesso, sia nella parte inferiore che superiore.

Il gradone superiore è armato nella parte superiore con due fasci di armatura ortogonali paralleli ai lati del plinto stesso.

Si definiscono le seguenti grandezze:

l_1 : lunghezza della mensola nella prima sezione di verifica;

l_2 : lunghezza della mensola nella seconda sezione di verifica;

h_1 : altezza della mensola nella prima sezione di verifica;

h_2 : altezza della mensola nella seconda sezione di verifica;

B: lato di base del plinto;

b: lato di base del secondo gradone del plinto;

c: copriferro;

I dati geometrici caratteristici del plinto progettato per allungato H9 e terreni di tipo A sono i seguenti:

$$l_1 = 0,91 \text{ m}$$

$$l_2 = 1,82 \text{ m}$$

$$h_1 = 0,70 \text{ m}$$

$$h_2 = 1,40 \text{ m}$$

$$B = 6,30 \text{ m};$$

$$b = 4,49 \text{ m};$$

$$c = 3 \text{ cm}$$

Sezione 1 (rettangolare)

Sollecitazioni

Pressione massima trasmessa dalla struttura al terreno nella condizione di carico a compressione maggiore = $2,53 \text{ daN/cm}^2 \times 630 \text{ cm} = 1593.9 \text{ daN/cm} = 159390 \text{ daN / m}$

Momento $M = (\text{pressione massima trasmessa dalla struttura al terreno nella condizione di carico a compressione maggiore}) \times l_1^2 / 2 = 159390 \times 0,91^2 / 2 = 65995 \text{ daN m}$

Taglio $T = (\text{pressione massima trasmessa al terreno nella condizione di carico maggiore}) \times l_1 = 159390 \times 0,91 = 145045 \text{ daN}$

Armature

Armatura inferiore: 20 Ø 24 = 90,48 cm²

Armatura superiore: 20 Ø 24 = 90,48 cm²

Entrambe le armature sono posizionate a una distanza dai bordi della sezione tale da lasciare un copriferro, c, pari a 3 cm.

Data la simmetria dell'armatura e della sezione, la verifica viene eseguita con il solo momento M dovuto alla massima pressione al terreno, in quanto il momento M' dovuto al peso del terreno presente sopra la mensola risulta largamente inferiore.

Verifica a flessione

Verifica con momento M

Titolo : H9 - 4 sezione rettangolare

N° figure elementari 1 **Zoom** **N° strati barre** 2 **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	630	70

N°	As [cm²]	d [cm]
1	90.48	4.2
2	90.48	65.8

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N Sd 0 0 kN
M xSd 0 660 kNm
M ySd 0 0

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Materiali
FeB38k **C20/25**
 ϵ_{su} 10 ‰ ϵ_{cu} 3.5
 f_{yd} 326.1 N/mm² f_{cd} 12.5
 E_s 200 000 N/mm² α 0.85
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 1.631 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 8.5
 $\sigma_{s,adm}$ 215 N/mm² τ_{cc} 0.5333
 τ_{c1} 1.686

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Verifica
N° iterazioni: 5
 Precompresso

Results:
 σ_c -2.063 N/mm²
 σ_s 118.9 N/mm²
 ϵ_s 0.5947 ‰
 d 65.8 cm
 x 13.58 x/d 0.2065
 δ 0.7

Nella verifica con momento M si ottengono le seguenti tensioni massime sui materiali:

- Tensione massima nel calcestruzzo: $\sigma_c = 20,6 \text{ daN/cm}^2 < 85 \text{ daN/cm}^2$
- Tensione massima nei ferri: $\sigma_f = 1189 \text{ daN/cm}^2 < 2158 \text{ daN/cm}^2$

Massima sollecitazione a taglio nel calcestruzzo

Tensione di taglio nel calcestruzzo: $\tau = T / [0,9 \times B \times (h_1 - c)] = 145045 / [0,9 \times 630 \times (70 - 3)] = 3,82 \text{ daN/cm}^2 < 5,3 \text{ daN/cm}^2$

Le sezione risulta quindi verificata sia a flessione che a taglio.

Sezione 2 (T rovescio)

Sollecitazioni

Pressione massima trasmessa dalla struttura al terreno nella condizione di carico a compressione maggiore = $2,53 \text{ daN/cm}^2 \times 630 \text{ cm} = 1593.9 \text{ daN/cm} = 159390 \text{ daN / m}$

Momento M = (pressione massima trasmessa dalla struttura al terreno nella condizione di carico a compressione maggiore) $\times l_2^2 / 2 = 159390 \times 1,82^2 / 2 = 263982 \text{ daN m}$

Taglio T = (pressione massima trasmessa al terreno nella condizione di carico maggiore) $\times l_2 = 159390 \times 1,82 = 290090 \text{ daN}$

Armature

Armatura inferiore: $20 \varnothing 24 = 90,48 \text{ cm}^2$

Armatura intermedia: $20 \varnothing 24 = 90,48 \text{ cm}^2$

Armatura superiore: $20 \varnothing 24 = 90,48 \text{ cm}^2$

Le armature sono posizionate a una distanza dai bordi della sezione tale da lasciare un copriferro, c, pari a 3 cm.

Verifica a flessione

Verifica con momento M

Titolo : H9-4 sezione T rovescio

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	630	70
2	449	70

N°	As [cm²]	d [cm]
1	90.48	4.2
2	90.48	74.2
3	90.48	135.8

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n
 N_{Sd} kN
 M_{xSd} -2640 kNm
 M_{ySd} kNm

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

FeB38k	C20/25
ϵ_{su} <input type="text" value="10"/> ‰	ϵ_{cu} <input type="text" value="3.5"/>
f_{yd} <input type="text" value="326.1"/> N/mm²	f_{cd} <input type="text" value="12.5"/>
E_s <input type="text" value="200 000"/> N/mm²	α <input type="text" value="0.85"/> ?
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="1.631"/> ‰	$\sigma_{c,adm}$ <input type="text" value="8.5"/>
$\sigma_{s,adm}$ <input type="text" value="215"/> N/mm²	τ_{cc} <input type="text" value="0.5333"/>
	τ_{cl} <input type="text" value="1.686"/>

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_s ‰
 d cm
 x w/d
 δ

Verifica
 N° iterazioni:
 Precompresso

Nella verifica con momento M si ottengono le seguenti tensioni massime sui materiali:

- Tensione massima nel calcestruzzo: $\sigma_c = 33,2 \text{ daN/cm}^2 < 85 \text{ daN/cm}^2$
- Tensione massima nei ferri: $\sigma_f = 1974 \text{ daN/cm}^2 < 2158 \text{ daN/cm}^2$

Verifica con momento M'

massimo del tiro di amarro al piede, pari a 3200 daN per la serie 132 kV, moltiplicato per un coefficiente di sicurezza pari a 2,5.

Le massime sollecitazioni calcolate alla base superiore del pilastro sono:

- Azioni di taglio: $T_x = 9722$ daN
 $T_y = 8520$ daN

Tali sollecitazioni sono superiori al valore minimo richiesto dalle specifiche, per cui le verifiche saranno condotte adottando questi valori.

- Braccio = 1,0 m

I momenti flettenti alla base del pilastro utilizzati per la verifica sono quindi:

- $M_x = 9722$ daN \times 1 m = 97,22 kNm
- $M_y = 8520$ daN \times 1 m = 85,20 kNm

Si considera una sezione con le seguenti caratteristiche:

- Sezione: 60 x 60 cm;
- Copriferro: 3 cm
- Armatura: 12 \varnothing 24

Titolo : H9 pilastro

N° Vertici 4 **Zoom** **N° barre** 12 **Zoom**

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	-30	-30	1	4.52	-25.8	-25.8
2	30	-30	2	4.52	-8.6	-25.8
3	30	30	3	4.52	8.6	-25.8
4	-30	30	4	4.52	25.8	-25.8
			5	4.52	25.8	-8.6
			6	4.52	25.8	8.6

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sezione C.A.
 File

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Sollecitazioni
 S.L.U. **Metodo n**

N_{Sd} 0 kN
M_{xSd} 97.22 kNm
M_{ySd} 85.2 kNm

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Materiali
FeB38k **C20/25**
 ϵ_{su} 10 ‰ ϵ_{cu} 3.5
 f_{yd} 326.1 N/mm² f_{cd} 12.5
 E_s 200 000 N/mm² α 0.85
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 1.631 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 8.5
 $\sigma_{s,adm}$ 215 N/mm² γ_{co} 0.5333
 γ_{c1} 1.686

σ_c -6.159 N/mm²
 σ_s 145.8 N/mm²
 ϵ_s 0.7291 ‰
 d 78.66 cm
 x 30.51 x/d 0.3878
 δ 0.9248

Verifica
N° iterazioni: 4
 Precompresso

Si ottengono le seguenti tensioni sui materiali:

- Tensione massima nel calcestruzzo: $\sigma_c = 61,6 \text{ daN/cm}^2 < 85 \text{ daN/cm}^2$
- Tensione massima nei ferri: $\sigma_f = 1458 \text{ daN/cm}^2 < 2158 \text{ daN/cm}^2$
- Tensioni di taglio nel calcestruzzo:
 $\tau_x = T_x / [0,9 \times b \times (h-c)] = 9722 / [0,9 \times 60 \times (60-3)] = 3,2 \text{ daN/cm}^2 < 5,3 \text{ daN/cm}^2$
 $\tau_y = T_y / [0,9 \times b \times (h-c)] = 8520 / [0,9 \times 60 \times (60-3)] = 2,8 \text{ daN/cm}^2 < 5,3 \text{ daN/cm}^2$
 $\tau = \sqrt{(\tau_x^2 + \tau_y^2)} = \sqrt{(3,2^2 + 2,8^2)} = 4,3 \text{ daN/cm}^2 < 5,3 \text{ daN/cm}^2$

Le sezione risulta quindi verificata sia a flessione che a taglio.

Stato tensionale nel calcestruzzo, all'interfaccia moncone-fondazione

Per la verifica dell'interfaccia fra moncone e sostegno si è fatta l'ipotesi che la sollecitazione di trazione/compressione venga trasferita alla fondazione tramite il solo contrasto offerto dalle apposite squadrette previste sul moncone (si trascura pertanto il contributo eventualmente offerto dall'attrito moncone-calcestruzzo di fondazione), ripartendosi in parti uguali sui diversi livelli delle squadrette di ancoraggio. Le verifiche sono fatte nei riguardi delle sole azioni trasmesse dal moncone alla fondazione, e riguardano pertanto la compressione locale del calcestruzzo; le verifiche dei monconi LS5350/2 per l'allungato H12 sono riportate nella relazione [3].

7.2.2 Stato tensionale nel plinto della fondazione per allungato H12 per terreno di tipo A

Verifica a flessione e taglio

Per la verifica sia dell'armatura inferiore sia di quella superiore si ipotizza uno schema di mensola incastrata, caricata dalle tensioni massime trasmesse dal terreno e quindi sollecitata a flessione e taglio. Per l'armatura inferiore si assume un carico pari alla pressione massima trasmessa dalla struttura al terreno nella condizione di carico a compressione maggiore, mentre per l'armatura superiore si assume una pressione media corrispondente al carico dato dal peso del terreno gravante per trazione più il peso proprio del piede. Per la verifica dell'armatura inferiore si trascurano, a favore di sicurezza, il peso del plinto e del terreno di sovraccarico.

Le sezioni di verifica sono quelle più sollecitate dei due gradoni di cui è composta la fondazione, poste in corrispondenza al cambio di sezione gradone-gradone (sezione 1) e gradone-pilastrini (sezione 2), rispettivamente a sezione rettangolare ed a T rovescio.

La piastra direttamente a contatto con il terreno o con il magrone di sottofondazione è armata con due fasci di armatura ortogonali paralleli ai lati del plinto stesso, sia nella parte inferiore che superiore.

Il gradone superiore è armato nella parte superiore con due fasci di armatura ortogonali paralleli ai lati del plinto stesso.

Si definiscono le seguenti grandezze:

- l_1 : lunghezza della mensola nella prima sezione di verifica;
- l_2 : lunghezza della mensola nella seconda sezione di verifica;
- h_1 : altezza della mensola nella prima sezione di verifica;
- h_2 : altezza della mensola nella seconda sezione di verifica;
- B: lato di base del plinto;
- b: lato di base del secondo gradone del plinto;
- c: copriferro;

I dati geometrici caratteristici del plinto progettato per allungato tipo H12 e terreni di tipo B sono i

seguenti:

$$l_1 = 1,01 \text{ m}$$

$$l_2 = 2,02 \text{ m}$$

$$h_1 = 0,70 \text{ m}$$

$$h_2 = 1,40 \text{ m}$$

$$B = 7,00 \text{ m};$$

$$b = 4,99 \text{ m};$$

$$c = 3 \text{ cm}$$

Sezione 1 (rettangolare)

Sollecitazioni

Pressione massima trasmessa dalla struttura al terreno nella condizione di carico a compressione maggiore = $2,21 \text{ daN/cm}^2 \times 700 \text{ cm} = 1547 \text{ daN/cm} = 154700 \text{ daN / m}$

Momento $M = (\text{pressione massima trasmessa dalla struttura al terreno nella condizione di carico a compressione maggiore}) \times l_1^2 / 2 = 154700 \times 1,01^2 / 2 = 78905 \text{ daN m}$

Taglio $T = (\text{pressione massima trasmessa al terreno nella condizione di carico maggiore}) \times l_1 = 154700 \times 1,01 = 156247 \text{ daN}$

Armature

Armatura inferiore: 22 \varnothing 24 = 99,53 cm²

Armatura superiore: 22 \varnothing 24 = 99,53 cm²

Entrambe le armature sono posizionate a una distanza dai bordi della sezione tale da lasciare un copriferro, c, pari a 3 cm.

Data la simmetria dell'armatura e della sezione, la verifica viene eseguita con il solo momento M dovuto alla massima pressione al terreno, in quanto il momento M' dovuto al peso del terreno presente sopra la mensola risulta largamente inferiore.

Verifica a flessione

Verifica con momento M

Come da specifica richiesta Terna, il valore minimo dell'azione orizzontale (taglio di progetto) alla quale il pilastro deve essere in grado di far fronte non deve essere inferiore a 8 000 daN, ossia al valore massimo del tiro di amarro al piede, pari a 3200 daN per la serie 132 kV, moltiplicato per un coefficiente di sicurezza pari a 2,5.

Le massime sollecitazioni calcolate alla base superiore del pilastro sono:

- Azioni di taglio: $T_x = 9\,454$ daN
 $T_y = 8\,922$ daN

Tali sollecitazioni sono superiori al valore minimo richiesto dalle specifiche, per cui le verifiche saranno condotte adottando questi valori.

- Braccio = 1 m

I momenti flettenti alla base del pilastro utilizzati per la verifica sono quindi:

- $M_x = 9\,454$ daN \times 1 m = 94,54 kNm
- $M_y = 8\,922$ daN \times 1 m = 89,22 kNm

Si considera una sezione con le seguenti caratteristiche:

- Sezione: 60 x 60 cm;
- Copriferro: 3 cm
- Armatura: 12 \varnothing 24

Titolo : H12 pilastro

N° Vertici 4 **Zoom** **N° barre** 12 **Zoom**

N°	x [cm]	y [cm]
1	-30	-30
2	30	-30
3	30	30
4	-30	30

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	4.52	-25.8	-25.8
2	4.52	-8.6	-25.8
3	4.52	8.6	-25.8
4	4.52	25.8	-25.8
5	4.52	25.8	-8.6
6	4.52	25.8	8.6

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sezione C.A.
 File

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Sollecitazioni
 S.L.U. **Metodo n**
 N_{Sd} 0 kN
 M_{xSd} 94.54 kNm
 M_{ySd} 89.22 kNm

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Materiali
FeB38k **C20/25**
 ϵ_{su} 10 ‰ ϵ_{cu} 3.5 ‰
 f_{yd} 326.1 N/mm² f_{cd} 12.5 N/mm²
 E_s 200 000 N/mm² α 0.95
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 1.631 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 8.5 N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ 215 N/mm² τ_{co} 0.5333
 τ_{cl} 1.686

Verifica
 N° iterazioni: 4
 Precompresso

σ_c -6.21 N/mm²
 σ_s 146.8 N/mm²
 ϵ_s 0.734 ‰
 d 78.86 cm
 x 30.61 x/d 0.3882
 δ 0.9252

Si ottengono le seguenti tensioni sui materiali:

- Tensione massima nel calcestruzzo: $\sigma_c = 62,1 \text{ daN/cm}^2 < 85 \text{ daN/cm}^2$
- Tensione massima nei ferri: $\sigma_f = 1468 \text{ daN/cm}^2 < 2158 \text{ daN/cm}^2$
- Tensioni di taglio nel calcestruzzo:
 $\tau_x = T_x / [0,9 \times b \times (h-c)] = 9454 / [0,9 \times 60 \times (60-3)] = 3,1 \text{ daN/cm}^2 < 5,3 \text{ daN/cm}^2$
 $\tau_y = T_y / [0,9 \times b \times (h-c)] = 8922 / [0,9 \times 60 \times (60-3)] = 2,9 \text{ daN/cm}^2 < 5,3 \text{ daN/cm}^2$
 $\tau = \sqrt{(\tau_x^2 + \tau_y^2)} = \sqrt{(3,1^2 + 2,9^2)} = 4,2 \text{ daN/cm}^2 < 5,3 \text{ daN/cm}^2$

Le sezione risulta quindi verificata sia a flessione che a taglio.

Stato tensionale nel calcestruzzo, all'interfaccia moncone-fondazione

Per la verifica dell'interfaccia fra moncone e sostegno si è fatta l'ipotesi che la sollecitazione di trazione/compressione venga trasferita alla fondazione tramite il solo contrasto offerto dalle apposite squadrette previste sul moncone (si trascura pertanto il contributo eventualmente offerto dall'attrito moncone-calcestruzzo di fondazione), ripartendosi in parti uguali sui diversi livelli delle squadrette di ancoraggio. Le verifiche sono fatte nei riguardi delle sole azioni trasmesse dal moncone alla fondazione, e riguardano pertanto la compressione locale del calcestruzzo; le verifiche dei monconi LS5350/2 per l'allungato H12 sono riportate nella relazione [3].

7.2.3 Stato tensionale nel plinto della fondazione per allungato H15 per terreno di tipo A

Verifica a flessione e taglio

Per la verifica sia dell'armatura inferiore sia di quella superiore si ipotizza uno schema di mensola incastrata, caricata dalle tensioni massime trasmesse dal terreno e quindi sollecitata a flessione e taglio. Per l'armatura inferiore si assume un carico pari alla pressione massima trasmessa dalla struttura al terreno nella condizione di carico a compressione maggiore, mentre per l'armatura superiore si assume una pressione media corrispondente al carico dato dal peso del terreno gravante per trazione più il peso proprio del piede. Per la verifica dell'armatura inferiore si trascurano, a favore di sicurezza, il peso del plinto e del terreno di sovraccarico.

Le sezioni di verifica sono quelle più sollecitate dei due gradoni di cui è composta la fondazione, poste in corrispondenza al cambio di sezione gradone-gradone (sezione 1) e gradone-pilastrini (sezione 2), rispettivamente a sezione rettangolare ed a T rovescio.

La piastra direttamente a contatto con il terreno o con il magrone di sottofondazione è armata con due fasci di armatura ortogonali paralleli ai lati del plinto stesso, sia nella parte inferiore che superiore.

Il gradone superiore è armato nella parte superiore con due fasci di armatura ortogonali paralleli ai lati del plinto stesso.

Si definiscono le seguenti grandezze:

l_1 : lunghezza della mensola nella prima sezione di verifica;

l_2 : lunghezza della mensola nella seconda sezione di verifica;

h_1 : altezza della mensola nella prima sezione di verifica;

h_2 : altezza della mensola nella seconda sezione di verifica;

B: lato di base del plinto;

b: lato di base del secondo gradone del plinto;

c: copriferro;

I dati geometrici caratteristici del plinto progettato per terreni di tipo B sono i seguenti:

$$l_1 = 0,98 \text{ m}$$

$$l_2 = 1,97 \text{ m}$$

$$h_1 = 0,70 \text{ m}$$

$$h_2 = 1,40 \text{ m}$$

$$B = 7,20 \text{ m};$$

$$b = 5,24 \text{ m};$$

$$c = 3 \text{ cm}$$

Sezione 1 (rettangolare)

Sollecitazioni

Pressione massima trasmessa dalla struttura al terreno nella condizione di carico a compressione maggiore = $2,40 \text{ daN/cm}^2 \times 720 \text{ cm} = 1728 \text{ daN/cm} = 172800 \text{ daN / m}$

Momento $M = (\text{pressione massima trasmessa dalla struttura al terreno nella condizione di carico a compressione maggiore}) \times l_1^2 / 2 = 172800 \times 0,98^2 / 2 = 82979 \text{ daN m}$

Taglio $T = (\text{pressione massima trasmessa al terreno nella condizione di carico maggiore}) \times l_1 = 172800 \times 0,98 = 169344 \text{ daN}$

Armature

Armatura inferiore: 24 \varnothing 24 = 108,57 cm²

Armatura superiore: 24 \varnothing 24 = 108,57 cm²

Entrambe le armature sono posizionate a una distanza dai bordi della sezione tale da lasciare un copriferro, c , pari a 3 cm.

Data la simmetria delle armature e della sezione, la verifica viene eseguita con il solo momento M , in quanto M' risulta ad esso largamente inferiore.

Verifica a flessione

Verifica con momento M

Taglio T = (pressione massima trasmessa al terreno nella condizione di carico maggiore) $\times l_2 = 172800 \times 1,97 = 340416$ daN

Armature

Armatura inferiore: $24 \text{ } \varnothing 24 = 108,57 \text{ cm}^2$

Armatura intermedia: $24 \text{ } \varnothing 24 = 108,57 \text{ cm}^2$

Armatura superiore: $24 \text{ } \varnothing 24 = 108,57 \text{ cm}^2$

Le armature sono posizionate a una distanza dai bordi della sezione tale da lasciare un copriferro, c, pari a 3 cm.

Verifica a flessione

Verifica con momento M

Titolo : H15-4 sezione T rovescio

N° figure elementari 2 **Zoom** **N° strati barre** 3 **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	720	70
2	524	70

N°	As [cm²]	d [cm]
1	108.57	4.2
2	108.57	74.2
3	108.57	135.8

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. **Metodo n**
 N Sd 0 kN
 M xSd 0 kNm
 M ySd 0 kNm

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali
FeB38k **C20/25**
 ϵ_{su} 10 ‰ ϵ_{cu} 3.5 ‰
 f_{yd} 326.1 N/mm² f_{cd} 12.5 N/mm²
 E_s 200 000 N/mm² α 0.85
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 1.631 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 8.5 N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ 215 N/mm² τ_{cc} 0.5333
 τ_{c1} 1.686

Verifica
N° iterazioni: 5
 Precompresso

Results:
 σ_c -3.563 N/mm²
 σ_s 209.2 N/mm²
 ϵ_s 1.046 ‰
 d 135.8 cm
 x 27.64 x/d 0.2035
 δ 0.7

Nella verifica con momento M si ottengono le seguenti tensioni massime sui materiali:

- Tensione massima nel calcestruzzo: $\sigma_c = 35,63 \text{ daN/cm}^2 < 85 \text{ daN/cm}^2$
- Tensione massima nei ferri: $\sigma_f = 2092 \text{ daN/cm}^2 < 2 \text{ } 200 \text{ daN/cm}^2$

Verifica con momento M'

Titolo : H15-4 sezione T rovescio - momento M'

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	720	70
2	524	70

N°	As [cm²]	d [cm]
1	108.57	4.2
2	108.57	74.2
3	108.57	135.8

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

FeB38k	C20/25
ϵ_{su} 10 ‰	ϵ_{cu} 3.5 ‰
f_{yd} 326.1 N/mm²	f_{cd} 12.5
E_s 200 000 N/mm²	α 0.85
E_s/E_c 15	f_{cc}/f_{cd} 0.8
ϵ_{syd} 1.631 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 8.5
$\sigma_{s,adm}$ 215 N/mm²	τ_{cc} 0.5333
	τ_{c1} 1.686

Verifica
 N° iterazioni:
 Precompresso

Results:
 σ_c -0.6191 N/mm²
 σ_s 41.01 N/mm²
 ϵ_s 0.2051 ‰
 d 135.8 cm
 x 25.07 x/d 0.1846
 δ 0.7

Nella verifica con momento M' si ottengono le seguenti tensioni massime sui materiali:

- Tensione massima nel calcestruzzo: $\sigma_c = 6,19 \text{ daN/cm}^2 < 85 \text{ daN/cm}^2$
- Tensione massima nei ferri: $\sigma_f = 410 \text{ daN/cm}^2 < 2\,200 \text{ daN/cm}^2$

Massima sollecitazione a taglio nel calcestruzzo

Considerando come reagente solo la sezione rettangolare relativa alla parte centrale si ottiene:

Tensione di taglio nel calcestruzzo: $\tau = T / [0,9 \times B \times (h_2 - c)] = 340416 / [0,9 \times 720 \times (140 - 3)] = 3,83 \text{ daN/cm}^2 < 5,3 \text{ daN/cm}^2$

Le sezione risulta quindi verificata sia a flessione che a taglio.

Stato tensionale nel pilastro della fondazione

Come successivamente definito, le azioni corrispondenti ai carichi verticali trasmessi dal sostegno sono considerate trasferite interamente al piede della fondazione; il pilastro è da considerarsi pertanto sollecitato dalla sola azione orizzontale di taglio trasmessa dal sostegno che induce, alla base del pilastro, un momento flettente pari al taglio per l'altezza del pilastro stesso.

Come da specifica richiesta Terna, il valore minimo dell'azione orizzontale (taglio di progetto) alla quale il pilastro deve essere in grado di far fronte non deve essere inferiore a 8 000 daN, ossia al valore massimo del tiro di amarro al piede, pari a 3200 daN per la serie 132 kV, moltiplicato per un coefficiente di sicurezza pari a 2,5.

Le massime sollecitazioni calcolate alla base superiore del pilastro sono:

- Azioni di taglio: $T_x = 9919$ daN
 $T_y = 8571$ daN

Tali sollecitazioni sono superiori al valore minimo richiesto dalle specifiche, per cui le verifiche saranno condotte adottando questi valori.

- Braccio = 1 m

I momenti flettenti alla base del pilastro utilizzati per la verifica sono quindi:

- $M_x = 9919$ daN \times 1 m = 99,19 kNm
- $M_y = 8571$ daN \times 1 m = 85,71 kNm

Si considera una sezione con le seguenti caratteristiche:

- Sezione: 60 x 60 cm;
- Copriferro: 3 cm
- Armatura: 12 \varnothing 24

Titolo : H15 pilastro

N* Vertici 4 **Zoom** **N* barre** 12 **Zoom**

N*	x [cm]	y [cm]
1	-30	-30
2	30	-30
3	30	30
4	-30	30

N*	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	4.52	-25.8	-25.8
2	4.52	-8.6	-25.8
3	4.52	8.6	-25.8
4	4.52	25.8	-25.8
5	4.52	25.8	-8.6
6	4.52	25.8	8.6

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n
 N_{Sd} 0 kN
 M_{xSd} 99.19 kNm
 M_{ySd} 85.71 kNm

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali
 FeB38k C20/25
 ϵ_{su} 10 ‰ ϵ_{cu} 3.5
 f_{yd} 326.1 N/mm² f_{cd} 12.5
 E_s 200 000 N/mm² α 0.85
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 1.631 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 8.5
 $\sigma_{s,adm}$ 215 N/mm² τ_{cc} 0.5333
 τ_{c1} 1.686

σ_c -6.241 N/mm²
 σ_s 147.8 N/mm²
 ϵ_s 0.7391 ‰
 d 78.61 cm
 x 30.48 x/d 0.3877
 δ 0.9247

Verifica
 N* iterazioni: 4
 Precompresso

Si ottengono le seguenti tensioni sui materiali:

- Tensione massima nel calcestruzzo: $\sigma_c = 62,4 \text{ daN/cm}^2 < 85 \text{ daN/cm}^2$
- Tensione massima nei ferri: $\sigma_f = 1478 \text{ daN/cm}^2 < 2 \cdot 200 \text{ daN/cm}^2$
- Tensioni di taglio nel calcestruzzo:
 $\tau_x = T_x / [0,9 \times b \times (h-c)] = 9919 / [0,9 \times 60 \times (60-3)] = 3,22 \text{ daN/cm}^2 < 5,3 \text{ daN/cm}^2$
 $\tau_y = T_y / [0,9 \times b \times (h-c)] = 8571 / [0,9 \times 60 \times (60-3)] = 2,78 \text{ daN/cm}^2 < 5,3 \text{ daN/cm}^2$
 $\tau = \sqrt{(\tau_x^2 + \tau_y^2)} = \sqrt{(3,22^2 + 2,78^2)} = 4,25 \text{ daN/cm}^2 < 5,3 \text{ daN/cm}^2$

Le sezioni risulta quindi verificata sia a flessione che a taglio.

Stato tensionale nel calcestruzzo, all'interfaccia moncone-fondazione

Per la verifica dell'interfaccia fra moncone e sostegno si è fatta l'ipotesi che la sollecitazione di trazione/compressione venga trasferita alla fondazione tramite il solo contrasto offerto dalle apposite squadrette previste sul moncone (si trascura pertanto il contributo eventualmente offerto dall'attrito moncone-calcestruzzo di fondazione), ripartendosi in parti uguali sui diversi livelli delle squadrette di ancoraggio. Le verifiche sono fatte nei riguardi delle sole azioni trasmesse dal moncone alla fondazione, e riguardano pertanto la compressione locale del calcestruzzo; le verifiche dei monconi LS5350/2 per l'allungato H15 sono riportate nella relazione [3].

7.2.4 Stato tensionale nel plinto della fondazione per allungato H18 per terreno di tipo A

Verifica a flessione e taglio

Per la verifica sia dell'armatura inferiore sia di quella superiore si ipotizza uno schema di mensola incastrata, caricata dalle tensioni massime trasmesse dal terreno e quindi sollecitata a flessione e taglio. Per l'armatura inferiore si assume un carico pari alla pressione massima trasmessa dalla struttura al terreno nella condizione di carico a compressione maggiore, mentre per l'armatura superiore si assume una pressione media corrispondente al carico dato dal peso del terreno gravante per trazione più il peso proprio del piede. Per la verifica dell'armatura inferiore si trascurano, a favore di sicurezza, il peso del plinto e del terreno di sovraccarico.

Le sezioni di verifica sono quelle più sollecitate dei due gradoni di cui è composta la fondazione, poste in corrispondenza al cambio di sezione gradone-gradone (sezione 1) e gradone-pilastrini (sezione 2), rispettivamente a sezione rettangolare ed a T rovescio.

La piastra direttamente a contatto con il terreno o con il magrone di sottofondazione è armata con due fasci di armatura ortogonali paralleli ai lati del plinto stesso, sia nella parte inferiore che superiore.

Il gradone superiore è armato nella parte superiore con due fasci di armatura ortogonali paralleli ai lati del plinto stesso.

Si definiscono le seguenti grandezze:

l_1 : lunghezza della mensola nella prima sezione di verifica;

l_2 : lunghezza della mensola nella seconda sezione di verifica;

h_1 : altezza della mensola nella prima sezione di verifica;

h_2 : altezza della mensola nella seconda sezione di verifica;

B: lato di base del plinto;

b: lato di base del secondo gradone del plinto;

c: copriferro;

I dati geometrici caratteristici del plinto progettato per terreni di tipo B sono i seguenti:

$$l_1 = 1,13 \text{ m}$$

$$l_2 = 2,27 \text{ m}$$

$$h_1 = 0,70 \text{ m}$$

$$h_2 = 1,40 \text{ m}$$

$$B = 8,10 \text{ m};$$

$$b = 5,83 \text{ m};$$

$$c = 3 \text{ cm}$$

Sezione 1 (rettangolare)

Sollecitazioni

Pressione massima trasmessa dalla struttura al terreno nella condizione di carico a compressione maggiore = $2,01 \text{ daN/cm}^2 \times 810 \text{ cm} = 1628,1 \text{ daN/cm} = 162810 \text{ daN / m}$

Momento $M = (\text{pressione massima trasmessa dalla struttura al terreno nella condizione di carico a compressione maggiore}) \times l_1^2 / 2 = 162810 \times 1,13^2 / 2 = 103946 \text{ daN m}$

Taglio $T = (\text{pressione massima trasmessa al terreno nella condizione di carico maggiore}) \times l_1 = 162810 \times 1,13 = 183975 \text{ daN}$

Armature

Armatura inferiore: 30 \varnothing 24 = 135,72 cm²

Armatura superiore: 30 \varnothing 24 = 135,72 cm²

Entrambe le armature sono posizionate a una distanza dai bordi della sezione tale da lasciare un copriferro, c , pari a 3 cm.

Data la simmetria dell'armatura e della sezione, la verifica viene eseguita con il solo momento M dovuto alla massima pressione al terreno, in quanto il momento M' dovuto al peso del terreno presente sopra la mensola risulta largamente inferiore.

Verifica a flessione

Verifica con momento M

Titolo : H18 - 4 sezione rettangolare

N° figure elementari 1 **Zoom** **N° strati barre** 2 **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	810	70

N°	As [cm²]	d [cm]
1	135.72	4.2
2	135.72	65.8

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N Sd 0 0 kN
M xSd 0 1039.5 kNm
M ySd 0 0

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali
FeB38k **C20/25**
 ϵ_{su} 10 ‰ ϵ_{cu} 3.5
 f_{yd} 326.1 N/mm² f_{cd} 12.5
 E_s 200 000 N/mm² α 0.85
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 1.631 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 8.5
 $\sigma_{s,adm}$ 215 N/mm² τ_{co} 0.5333
 τ_{c1} 1.686

σ_c -2.339 N/mm²
 σ_s 125.3 N/mm²
 ϵ_s 0.6266 ‰
 d 65.8 cm
 x 14.39 x/d 0.2187
 δ 0.7134

Verifica
N° iterazioni: 5
 Precompresso

Nella verifica con momento M si ottengono le seguenti tensioni massime sui materiali:

- Tensione massima nel calcestruzzo: $\sigma_c = 23,39 \text{ daN/cm}^2 < 85 \text{ daN/cm}^2$
- Tensione massima nei ferri: $\sigma_f = 1253 \text{ daN/cm}^2 < 2\ 200 \text{ daN/cm}^2$

Massima sollecitazione a taglio nel calcestruzzo

Tensione di taglio nel calcestruzzo: $\tau = T / [0,9 \times B \times (h_1 - c)] = 183975 / [0,9 \times 810 \times (70 - 3)] = 3,77 \text{ daN/cm}^2 < 5,3 \text{ daN/cm}^2$

Le sezione risulta quindi verificata sia a flessione che a taglio.

Sezione 2 (T rovescio)

Sollecitazioni

Pressione massima trasmessa dalla struttura al terreno nella condizione di carico a compressione maggiore = $2,01 \text{ daN/cm}^2 \times 810 \text{ cm} = 1628,1 \text{ daN/cm} = 162810 \text{ daN / m}$

Momento M = (pressione massima trasmessa dalla struttura al terreno nella condizione di carico a compressione maggiore) $\times l_2^2 / 2 = 162810 \times 2,27^2 / 2 = 419472 \text{ daN m}$

Taglio T = (pressione massima trasmessa al terreno nella condizione di carico maggiore) $\times l_1 = 162810 \times 2,27 = 369579$ daN

Armature

Armatura inferiore: $30 \text{ } \varnothing 24 = 135,72 \text{ cm}^2$

Armatura intermedia: $30 \text{ } \varnothing 24 = 135,72 \text{ cm}^2$

Armatura superiore: $30 \text{ } \varnothing 24 = 135,72 \text{ cm}^2$

Le armature sono posizionate a una distanza dai bordi della sezione tale da lasciare un copriferro, c, pari a 3 cm.

Verifica a flessione

Verifica con momento M

Titolo : H18-4 sezione T rovescio

N° figure elementari 2 **Zoom** **N° strati barre** 3 **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	810	70
2	583	70

N°	As [cm²]	d [cm]
1	135.72	4.2
2	135.72	74.2
3	135.72	135.8

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. **Metodo n**

N Sd 0 0 kN
M xSd 0 -4194 kNm
M ySd 0 0

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali
FeB38k **C20/25**
 ϵ_{su} 10 ‰ ϵ_{cu} 3.5
 f_{yd} 326.1 N/mm² f_{cd} 12.5
 E_s 200 000 N/mm² α 0.85
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 1.631 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 8.5
 $\sigma_{s,adm}$ 215 N/mm² τ_{cc} 0.5333
 τ_{c1} 1.686

σ_c -3.786 N/mm²
 σ_s 210.4 N/mm²
 ϵ_s 1.052 ‰
 d 135.8 cm
 x 28.86 x/d 0.2125
 δ 0.7056

Verifica
N° iterazioni: 5
 Precompresso

Nella verifica con momento M si ottengono le seguenti tensioni massime sui materiali:

- Tensione massima nel calcestruzzo: $\sigma_c = 37,86 \text{ daN/cm}^2 < 85 \text{ daN/cm}^2$
- Tensione massima nei ferri: $\sigma_f = 2104 \text{ daN/cm}^2 < 2 \text{ } 200 \text{ daN/cm}^2$

Verifica con momento M'

Titolo : H18-4 sezione T rovescio - momento M'

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	810	70
2	583	70

N°	As [cm²]	d [cm]
1	135.72	4.2
2	135.72	74.2
3	135.72	135.8

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

FeB38k	C20/25
ϵ_{su} 10 ‰	ϵ_{cu} 3.5 ‰
f_{yd} 326.1 N/mm²	f_{cd} 12.5
E_s 200 000 N/mm²	α 0.85
E_s/E_c 15	f_{cc}/f_{cd} 0.8
ϵ_{syd} 1.631 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 8.5
$\sigma_{s,adm}$ 215 N/mm²	τ_{cc} 0.5333
	τ_{cl} 1.686

Verifica
 N° iterazioni:
 Precompresso

Results:
 σ_c -0.7677 N/mm²
 σ_s 48.34 N/mm²
 ϵ_s 0.2417 ‰
 d 135.8 cm
 x 26.13 w/d 0.1924
 δ 0.7

Nella verifica con momento M' si ottengono le seguenti tensioni massime sui materiali:

- Tensione massima nel calcestruzzo: $\sigma_c = 7,7 \text{ daN/cm}^2 < 85 \text{ daN/cm}^2$
- Tensione massima nei ferri: $\sigma_f = 483,4 \text{ daN/cm}^2 < 2 \text{ 200 daN/cm}^2$

Massima sollecitazione a taglio nel calcestruzzo

Tensione di taglio nel calcestruzzo: $\tau = T / [0,9 \times B \times (h_2 - c)] = 369579 / [0,9 \times 810 \times (140 - 3)] = 3,7 \text{ daN/cm}^2 < 5,3 \text{ daN/cm}^2$

Le sezione risulta quindi verificata sia a flessione che a taglio.

Stato tensionale nel pilastro della fondazione

Come successivamente definito, le azioni corrispondenti ai carichi verticali trasmessi dal sostegno sono considerate trasferite interamente al piede della fondazione; il pilastro è da considerarsi pertanto sollecitato dalla sola azione orizzontale di taglio trasmessa dal sostegno che induce, alla base del pilastro, un momento flettente pari al taglio per l'altezza del pilastro stesso.

Come da specifica richiesta Terna, il valore minimo dell'azione orizzontale (taglio di progetto) alla quale il pilastro deve essere in grado di far fronte non deve essere inferiore a 8 000 daN, ossia al valore

massimo del tiro di amarro al piede, pari a 3200 daN per la serie 132 kV, moltiplicato per un coefficiente di sicurezza pari a 2,5.

Le massime sollecitazioni calcolate alla base superiore del pilastro sono:

- Azioni di taglio: $T_x = 9\,658$ daN
 $T_y = 9\,128$ daN

Tali sollecitazioni sono superiori al valore minimo richiesto dalle specifiche, per cui le verifiche saranno condotte adottando questi valori.

- Braccio = 1 m

I momenti flettenti alla base del pilastro utilizzati per la verifica sono quindi:

- $M_x = 9658 \text{ daN} \times 1 \text{ m} = 96,58 \text{ kNm}$
- $M_y = 9128 \text{ daN} \times 1 \text{ m} = 91,28 \text{ kNm}$

Si considera una sezione con le seguenti caratteristiche:

- Sezione: 60 x 60 cm;
- Copriferro: 3 cm
- Armatura: 12 Ø24

Titolo : H18 pilastro

N° Vertici 4 **Zoom** **N° barre** 12 **Zoom**

N°	x [cm]	y [cm]
1	-30	-30
2	30	-30
3	30	30
4	-30	30

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	4.52	-25.8	-25.8
2	4.52	-8.6	-25.8
3	4.52	8.6	-25.8
4	4.52	25.8	-25.8
5	4.52	25.8	-8.6
6	4.52	25.8	8.6

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. **Metodo n**

N Sd 0 kN
M xSd 96.58 kNm
M ySd 91.28 kNm

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali
FeB38k **C20/25**
 ϵ_{su} 10 ‰ ϵ_{cu} 3.5
 f_{yd} 326.1 N/mm² f_{cd} 12.5
 E_s 200 000 N/mm² α 0.85
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 1.631 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 8.5
 $\sigma_{s,adm}$ 215 N/mm² τ_{cc} 0.5333
 τ_{c1} 1.686

Verifica
N° iterazioni: 4
 Precompresso

σ_c -6.348 N/mm²
 σ_s 150.1 N/mm²
 ϵ_s 0.7504 ‰
 d 78.87 cm
 x 30.62 x/d 0.3882
 δ 0.9253

Si ottengono le seguenti tensioni sui materiali:

- Tensione massima nel calcestruzzo: $\sigma_c = 63,48 \text{ daN/cm}^2 < 85 \text{ daN/cm}^2$
- Tensione massima nei ferri: $\sigma_f = 1501 \text{ daN/cm}^2 < 2158 \text{ daN/cm}^2$
- Tensioni di taglio nel calcestruzzo:
 $\tau_x = T_x / [0,9 \times b \times (h-c)] = 9658 / [0,9 \times 60 \times (60-3)] = 3,1 \text{ daN/cm}^2 < 5,3 \text{ daN/cm}^2$
 $\tau_y = T_y / [0,9 \times b \times (h-c)] = 9128 / [0,9 \times 60 \times (60-3)] = 2,97 \text{ daN/cm}^2 < 5,3 \text{ daN/cm}^2$
 $\tau = \sqrt{(\tau_x^2 + \tau_y^2)} = \sqrt{(3,1^2 + 2,97^2)} = 4,29 \text{ daN/cm}^2 < 5,3 \text{ daN/cm}^2$

Le sezione risulta quindi verificata sia a flessione che a taglio.

Stato tensionale nel calcestruzzo, all'interfaccia moncone-fondazione

Per la verifica dell'interfaccia fra moncone e sostegno si è fatta l'ipotesi che la sollecitazione di trazione/compressione venga trasferita alla fondazione tramite il solo contrasto offerto dalle apposite squadrette previste sul moncone (si trascura pertanto il contributo eventualmente offerto dall'attrito moncone-calcestruzzo di fondazione), ripartendosi in parti uguali sui diversi livelli delle squadrette di ancoraggio. Le verifiche sono fatte nei riguardi delle sole azioni trasmesse dal moncone alla fondazione, e riguardano pertanto la compressione locale del calcestruzzo; le verifiche dei monconi LS 5350/2 per l'allungato H18 sono riportate nella relazione [3].

8 CONCLUSIONI

Le fondazioni in oggetto, così come descritte nel cap. 2 della presente relazione, risultano verificate; e sono pertanto idonee ad essere adottate per i portali H9, H12, H15 e H18 tiro pieno indicato nel Cap. 1 del presente documento, nel caso di terreni di tipo A e B.

9 ALLEGATO A

TABELLA PER IL CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI MASSIME SUL TERRENO PER FONDAZIONI SOTTOPOSTE A COMPRESSIONE ECCENTRICA

	0.4	0.38	0.36	0.34	0.32	0.3	0.28	0.26	0.24	0.22	0.2	0.18	0.16	0.14	0.12	0.1	0.08	0.06	0.04	0.02	0
0.4	37.500	31.250	26.780	23.440	20.830	18.750	17.040	15.620	14.420	13.370	12.450	11.620	10.870	10.180	9.558	8.985	8.455	7.964	7.506	7.076	6.667
0.38	31.250	26.040	22.320	19.630	17.360	15.620	14.200	13.020	12.020	11.150	10.380	9.684	9.057	8.486	7.965	7.487	7.046	6.637	6.255	5.896	5.556
0.36	26.780	22.320	19.130	16.740	14.880	13.390	12.170	11.160	10.300	9.553	8.895	8.300	7.763	7.274	6.827	6.417	6.039	5.689	5.362	5.054	4.762
0.34	23.440	19.630	16.740	14.650	13.020	11.720	10.650	9.766	9.014	8.359	7.783	7.263	6.793	6.365	5.974	5.615	5.284	4.978	4.691	4.422	4.167
0.32	20.830	17.360	14.880	13.020	11.570	10.420	9.470	8.681	8.013	7.430	6.918	6.456	6.038	5.685	5.310	4.991	4.697	4.425	4.170	3.931	3.704
0.3	18.750	15.620	13.390	11.720	10.420	9.376	8.523	7.812	7.211	6.687	6.226	5.810	5.434	5.092	4.779	4.492	4.227	3.982	3.753	3.538	3.333
0.28	17.040	14.200	12.170	10.650	9.470	8.523	7.748	7.102	6.556	6.079	5.660	5.282	4.940	4.629	4.345	4.084	3.843	3.620	3.412	3.216	3.030
0.26	15.620	13.020	11.160	9.766	8.681	7.812	7.102	6.510	6.009	5.573	5.189	4.842	4.528	4.243	3.983	3.743	3.523	3.318	3.128	2.948	2.778
0.24	14.420	12.020	10.300	9.014	8.013	7.211	6.556	6.009	5.547	5.145	4.789	4.470	4.180	3.917	3.676	3.455	3.252	3.063	2.887	2.721	2.564
0.22	13.370	11.150	9.553	8.359	7.430	6.687	6.079	5.573	5.145	4.773	4.444	4.147	3.880	3.636	3.413	3.202	3.019	2.844	2.681	2.527	2.381
0.2	12.450	10.380	8.895	7.783	6.918	6.226	5.660	5.189	4.789	4.444	4.137	3.863	3.615	3.389	3.183	2.993	2.818	2.655	2.502	2.359	2.222
0.18	11.620	9.684	8.300	7.263	6.456	5.810	5.282	4.842	4.470	4.147	3.863	3.608	3.378	3.169	2.979	2.803	2.640	2.488	2.346	2.211	2.083
0.16	10.870	9.057	7.763	6.793	6.038	5.434	4.940	4.528	4.180	3.880	3.615	3.378	3.165	2.972	2.795	2.632	2.481	2.340	2.207	2.082	1.960
0.14	10.180	8.486	7.274	6.365	5.685	5.092	4.629	4.243	3.917	3.636	3.389	3.169	2.972	2.793	2.629	2.477	2.336	2.205	2.081	1.960	1.840
0.12	9.558	7.965	6.827	5.974	5.310	4.779	4.345	3.963	3.676	3.413	3.183	2.979	2.795	2.629	2.477	2.336	2.205	2.080	1.960	1.840	1.720
0.1	8.985	7.487	6.417	5.615	4.991	4.492	4.084	3.743	3.455	3.202	2.993	2.803	2.632	2.478	2.336	2.204	2.080	1.960	1.840	1.720	1.600
0.08	8.455	7.046	6.039	5.284	4.697	4.227	3.843	3.523	3.252	3.019	2.818	2.640	2.481	2.337	2.205	2.080	1.960	1.840	1.720	1.600	1.480
0.06	7.964	6.637	5.689	4.978	4.425	3.982	3.620	3.318	3.063	2.844	2.655	2.488	2.340	2.206	2.080	1.960	1.840	1.720	1.600	1.480	1.360
0.04	7.506	6.255	5.362	4.691	4.170	3.753	3.412	3.128	2.887	2.681	2.502	2.346	2.207	2.081	1.960	1.840	1.720	1.600	1.480	1.360	1.240
0.02	7.076	5.896	5.054	4.422	3.931	3.538	3.216	2.948	2.721	2.527	2.359	2.211	2.082	1.960	1.840	1.720	1.600	1.480	1.360	1.240	1.120
0	6.667	5.556	4.762	4.167	3.704	3.333	3.030	2.778	2.564	2.381	2.222	2.083	1.960	1.840	1.720	1.600	1.480	1.360	1.240	1.120	1.000