

**Razionalizzazione della rete elettrica di alta tensione
nelle aree di Venezia e Padova**

Appendice "E"

Componenti elettrodotti aerei a 132 kV ST e DT



Storia delle revisioni

Storia delle revisioni		
Rev. 00	Del 15/09/2016	Prima emissione

Elaborato		Verificato		Approvato	
Alban A.		Scarietto S.		Bennato M.	
ING-REA-PRI NE		ING-REA-PRI NE		ING-REA-PRI NE	

m010CI-LG001-r02

Conduttori e Armamenti

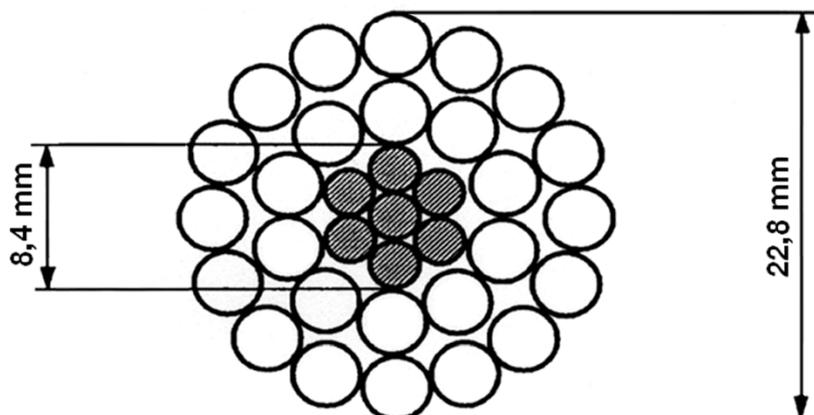
CODIFICA	REV	DATA	DESCRIZIONE DOCUMENTO
LIN_000000C1	00	07/2012	Conduttore a corda di All.-Acc. Ø 22,8
LIN_000000C2	00	07/2012	Conduttore a corda di All.-Acc. Ø 31,5 mm
LIN_000000C59	00	06/2012	Fune di guardia con 48 fibre ottiche Ø11,5 mm
LIN_000000J1	01	11/2015	Isolatori cappa e perno di tipo normale in vetro temprato
LIN_000000J2	01	11/2015	Isolatori cappa e perno di tipo antisale in vetro temprato
LM1	05	10/1994	Linee 132-150 kV armamento per sospensione semplice del conduttore All.-Acc. Ø22,8
LM2	05	10/1994	Linee 132-150 kV armamento per sospensione doppia del conduttore All.-Acc. Ø22,8
LM101	03	10/1994	Linee 132-150 kV armamento per amarro semplice del conduttore All.-Acc. Ø22,8
LM102	03	10/1994	Linee 132-150 kV armamento per amarro doppio del conduttore All.-Acc. Ø22,8
LM111	03	10/1994	Linee 132-150 kV armamento per amarro semplice del conduttore All.-Acc. Ø31,5
LM112	03	10/1994	Linee 132-150 kV armamento per amarro doppio del conduttore All.-Acc. Ø31,5
LIN_0000M205	00	06/2012	Armamento di sospensione della fune di guardia con F.O. Ø 11,5 mm
LIN_0000M271	00	06/2012	Armamento di amarro della fune di guardia con F.O. Ø 11,5 mm

Sostegni

CODIFICA	REV	DATA	DESCRIZIONE DOCUMENTO
P062DM4401	00	06/2010	Linee unificate 132-150 kV Tubolari Monostelo - Sostegno MDT-30
P505DS001	00	04/2008	Linee 132-150 kV unificate Sostegno di stazione tiro pieno
P062UMD002	00	04/2011	Utilizzazione del sostegno "M" Linee elettriche aeree a 132-150 kV Tubolari Monostelo Doppia Terna Conduttore singolo Ø 31,5 - EDS 18 % - Zona "B"
P505UP002	00	03/2009	Utilizzazione del "Palo Gatto" Linee elettriche aeree a 132-150 kV Tiro Pieno Conduttori alluminio-acciaio Ø 31,5 - EDS 18 % - Zona "B"

Fondazioni

CODIFICA	REV	DATA	DESCRIZIONE DOCUMENTO
FTP660	01	05/2011	Linee 132-150 kV unificate Tubolari Monostelo Disegno costruttivo fondazione
DECR10007CGL00019	00	10/2012	Fondazione su pali trivellati - Palo Gatto H18 cond 31,5 TP



TIPO CONDUTTORE		1/1	1/2 (*)
		NORMALE	INGRASSATO
FORMAZIONE	Alluminio	26 x 3,60	26 x 3,60
	Acciaio	7 x 2,80	7 x 2,80
SEZIONI TEORICHE (mm ²)	Alluminio	264,6	264,6
	Acciaio	43,1	43,1
	Totale	307,70	307,70
TIPO DI ZINCATURA DELL'ACCIAIO		Normale	Maggiorata
MASSA TEORICA (Kg/m)		1,068	1,121(**)
RESISTENZA ELETTR. TEORICA A 20°C (Ω/km)		0,109	0,109
CARICO DI ROTTURA (daN)		9752	9532
MODULO ELASTICO FINALE (daN/mm ²)		7700	7700
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE (K ⁻¹)		18,9 x 10 ⁻⁶	18,9 x 10 ⁻⁶

(*) Per zone ad alto inquinamento salino.

(**) Compresa massa grasso pari a 45,87 gr/m.

Storia delle revisioni

Rev. 00	del 02/07/2012	Il documento, redatto in prima emissione, aggiorna e sostituisce il documento Terna RQUT0000C1 rev. 01 del 25/07/2002 (C.D'Ambrosa, A.Posati, R.Rendina)
---------	----------------	--

ISC – Uso INTERNO

Elaborato		Verificato		Approvato
ITI s.r.l.		A. Piccinin SRI-SVT-LAE	A. Guarneri SRI-SVT-LAE	A. Posati SRI-SVT-LAE

NOTE

1. Materiale

Mantello esterno in Alluminio ALP E 99,5 UNI 3950:1957.

Anima in acciaio a zincatura normale tipo 170 (CEI 7-2:1997), zincato a caldo.

Anima in acciaio a zincatura maggiorata tipo 3 secondo prescrizioni LIN_000C3905 Appendice A.

2. Prescrizioni

Per la costruzione, il collaudo e la fornitura: LIN_000C3905.

Per le caratteristiche dei prodotti di protezione: CEI EN 50326:2003.

Per le modalità di ingrassaggio: CEI EN 50182:2002.

3. Imballo e pezzature: bobine da 2.000 m (salvo diversa prescrizione in sede di ordinazione).

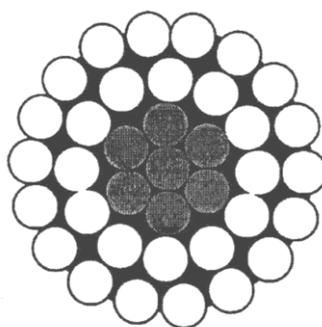
4. Unità di misura: l'unità di misura con la quale deve essere espressa la quantità del materiale è la massa in chilogrammi (Kg).

5. Modalità di applicazione dei prodotti di protezione

Il conduttore tipo 1/2 dovrà essere completamente ingrassato, ad eccezione della superficie esterna dei fili elementari del mantello esterno.

Le modalità di ingrassaggio devono essere rispondenti alla Norma CEI EN 50182:2002 Caso 4 Figura B.1, annesso B.

La massa teorica di grasso espressa in gr/m, con una densità di $0,87 \text{ gr/cm}^3$, calcolata secondo la Norma CEI EN 50182:2002 dovrà essere pari a 45,87 gr/m.

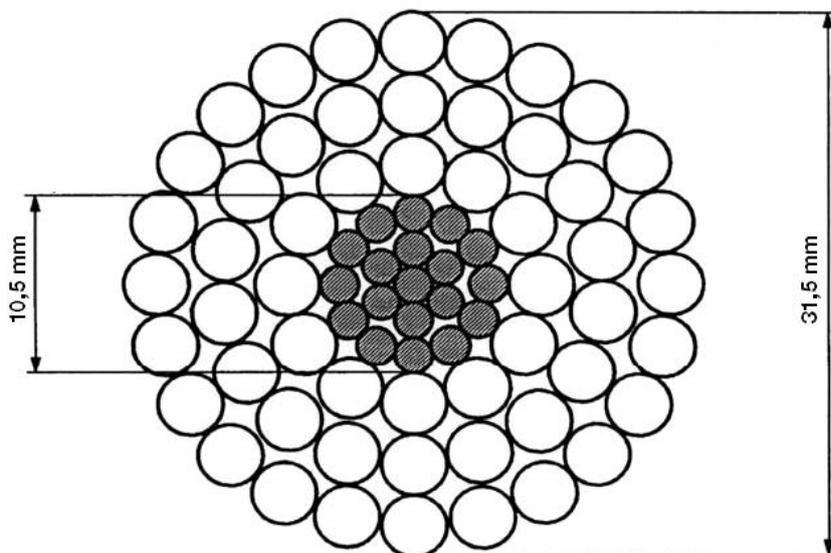


Cfr. Norma CEI EN 50182:2002 Caso 4 Figura B.1, annesso B

6. Caratteristiche dei prodotti di protezione

Il grasso deve essere conforme alla Norma CEI EN 50326:2003 tipo 20A180 ovvero 20B180.

Il Fornitore del conduttore, dovrà consegnare la documentazione di conformità del grasso utilizzato.



TIPO CONDUTTORE		2/1	2/2 (*)
		NORMALE	INGRASSATO
FORMAZIONE	Alluminio	54 x 3,50	54 x 3,50
	Acciaio	19 x 2,10	19 x 2,10
SEZIONI TEORICHE (mm ²)	Alluminio	519,5	519,5
	Acciaio	65,80	65,80
	Totale	585,30	585,30
TIPO DI ZINCATURA DELL'ACCIAIO		Normale	Maggiorata
MASSA TEORICA (Kg/m)		1,953	2,071(**)
RESISTENZA ELETTR. TEORICA A 20°C (Ω/km)		0,05564	0,05564
CARICO DI ROTTURA (daN)		16852	16516
MODULO ELASTICO FINALE (daN/mm ²)		6800	6800
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE (K ⁻¹)		19,4 x 10 ⁻⁶	19,4 x 10 ⁻⁶

(*) Per zone ad alto inquinamento salino

(**) Compresa massa grasso pari a 103,39 gr/m.

Storia delle revisioni

Rev. 00	del 02/07/2012	Il documento, redatto in prima emissione, aggiorna e sostituisce il documento Terna RQUT0000C2 rev. 01 del 25/07/2002 (C.D'Ambrosa, A.Posati, R.Rendina)
---------	----------------	--

ISC – Uso INTERNO

Elaborato		Verificato		Approvato
ITI s.r.l.		A. Piccinin SRI-SVT-LAE	A. Guarneri SRI-SVT-LAE	A. Posati SRI-SVT-LAE

NOTE

1. Materiale

Mantello esterno in Alluminio ALP E 99,5 UNI 3950:1957.

Anima in acciaio a zincatura normale tipo 170 (CEI 7-2:1997), zincato a caldo.

Anima in acciaio a zincatura maggiorata tipo 3 secondo prescrizioni LIN_000C3905 Appendice A.

2. Prescrizioni

Per la costruzione, il collaudo e la fornitura: LIN_000C3905.

Per le caratteristiche dei prodotti di protezione: CEI EN 50326:2003.

Per le modalità di ingrassaggio: CEI EN 50182:2002.

3. Imballo e pezzature: bobine da 2.000 m (salvo diversa prescrizione in sede di ordinazione).

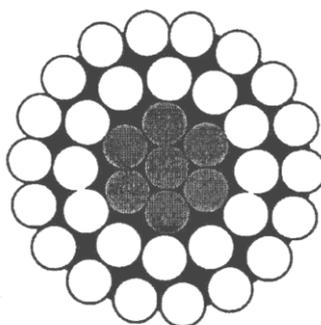
4. Unità di misura: l'unità di misura con la quale deve essere espressa la quantità del materiale è la massa in chilogrammi (Kg).

5. Modalità di applicazione dei prodotti di protezione

Il conduttore tipo 2/2 dovrà essere completamente ingrassato, ad eccezione della superficie esterna dei fili elementari del mantello esterno.

Le modalità di ingrassaggio devono essere rispondenti alla Norma CEI EN 50182:2002 Caso 4 Figura B.1, annesso B.

La massa teorica di grasso espressa in gr/m, con una densità di $0,87 \text{ gr/cm}^3$, calcolata secondo la Norma CEI EN 50182:2002 dovrà essere pari a 103,39 gr/m.

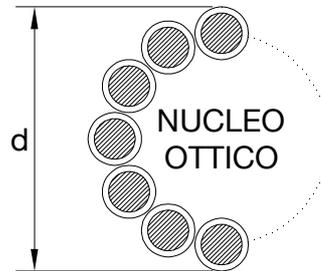


Cfr. Norma CEI EN 50182:2002 Caso 4 Figura B.1, annesso B

6. Caratteristiche dei prodotti di protezione

Il grasso deve essere conforme alla Norma CEI EN 50326:2003 tipo 20A180 ovvero 20B180.

Il Fornitore del conduttore, dovrà consegnare la documentazione di conformità del grasso utilizzato.



DIAMETRO NOMINALE ESTERNO	(mm)	≤ 11,5		
MASSA UNITARIA TEORICA (Eventuale grasso compreso)	(kg/m)	≤ 0,6		
RESISTENZA ELETTRICA TEORICA A 20 °C	(ohm/km)	≤ 0,9		
CARICO DI ROTTURA	(daN)	≥ 7450		
MODULO ELASTICO FINALE	(daN/mm ²)	≥ 10000		
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE TERMICA	(1/°C)	≤ 16,0E-6		
MAX CORRENTE C.TO C.TO DURATA 0,5 s	(kA)	≥ 10		
FIBRE OTTICHE SM-R (Single Mode Reduced)	NUMERO	(n°)	48	
	ATTENUAZIONE	a 1310 nm	(dB/km)	≤ 0,36
		a 1550 nm	(dB/km)	≤ 0,22
	DISPERSIONE CROMATICA	a 1310 nm	(ps/nm · km)	≤ 3,5
a 1550 nm		(ps/nm · km)	≤ 20	

NOTE

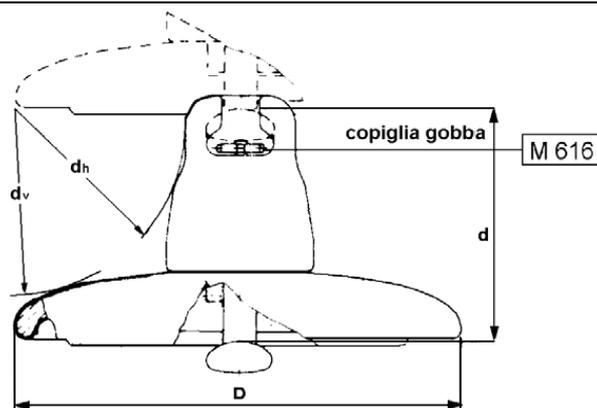
1. Prescrizioni per la costruzione ed il collaudo: LIN_000C3907
2. Imballo e pezzature: bobine da 4000 m (salvo diversa prescrizione in sede di ordinazione).
3. Unità di misura: la quantità del materiale deve essere espressa in m.
4. Sigillatura: eseguita mediante materiale termoresistente e autovulcanizzante.

Storia delle revisioni

Rev. 00	del 01/06/2012	Il documento, redatto in prima emissione, aggiorna e sostituisce il documento Terna UXLC59 rev. 00 del 08/10/2007 (S.Tricoli-A.Posati-R.Rendina)
---------	----------------	--

ISC – Uso INTERNO

Elaborato	Verificato	Approvato
ITI s.r.l.	A. Guarneri SRI-SVT-LAE	A. Posati SRI-SVT-LAE



TIPO		1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6
Carico di Rottura (kN)		70	120	160	210	400	300
Diametro Nominale Parte Isolante (mm)		255	255	280	280	360	320
Passo (mm)		146	146	146	170	205	195
Accoppiamento CEI 36-10 (grandezza)		16 A	16 A	20	20	28	24
Linea di Fuga Nominale Minima (mm)		295	295	315	370	525	425
dh Nominale Minimo (mm)		85	85	85	95	115	100
dv Nominale Minimo (mm)		102	102	102	114	150	140
Condizioni di Prova in Nebbia Salina	Numero di Isolatori Costituenti la Catena	9	13	21	18	15	16
	Tensione (kV)	98	142	243	243	243	243
Salinità di Tenuta (*) (kg/ m ³)		14	14	14	14	14	14

(*) La salinità di tenuta, verificata su una catena, viene convenzionalmente assunta come caratteristica propria del tipo di elemento isolante.

NOTE

1. Materiali: parte isolante in vetro sodocalcico temprato; cappa in ghisa malleabile (UNI EN 1562:2007) zincata a caldo oppure ghisa sferoidale di caratteristiche meccaniche equivalenti (UNI EN 1563:2009) e per basse temperature (LT); perno in acciaio al carbonio (UNI EN 10083-1:2006) zincato a caldo; coppiglia in acciaio inossidabile austenitico UNI EN 10088-1:2005; cemento di tipo alluminoso.
2. Tolleranze:
 - a) sul valore nominale del passo: secondo la pubblicazione IEC 305 (1974) par. 3.
 - b) sugli altri valori nominali: secondo la Norma CEI 36-20 (1998) par. 17.
3. Su ciascun esemplare deve essere marcata la sigla U seguita dal carico di rottura dell'isolatore, il marchio di fabbrica del costruttore e l'anno di fabbricazione.
4. Prescrizioni: per la costruzione, il collaudo e la fornitura LIN_000J3900.
5. Tensione di tenuta alla perforazione elettrica ad impulso in aria: 2,8 p.u. (per unità della tensione di scarica 50% a impulso atmosferico standard di polarità negativa).
6. L'unità di misura con la quale deve essere espressa la quantità di materiale è il numero di esemplari (n).

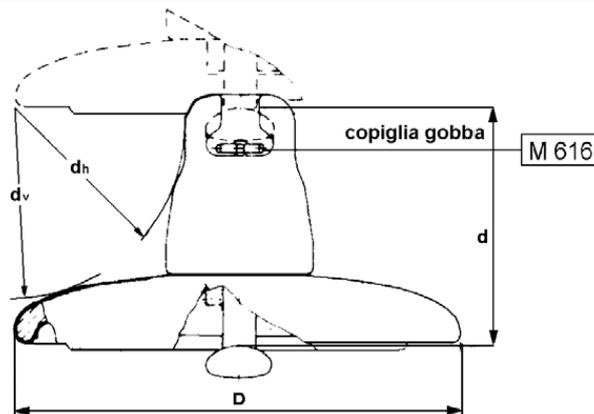
Storia delle revisioni

Rev. 00	del 30/03/2012	Il documento, redatto in prima emissione, aggiorna e sostituisce il documento Terna UX LJ1 rev. 00 del 03/04/2009 (M. Meloni – A. Posati – R. Rendina)
Rev. 01	del 10/11/2015	Aggiornate le note relative a materiali e tensione di tenuta alla perforazione elettrica ad impulso in aria. Eliminata la nota relativa alla tenuta alla perforazione elettrica f.i. in olio

ISC – Uso INTERNO

Elaborato		Verificato		Approvato
S. Memeo ING-TSS-STL-LAE		P. Berardi ING-TSS-STL-LAE	M. Marzinotto ING-TSS-CSI	A. Posati ING-TSS-STL

m05IO001SG-r00



TIPO		2/1	2/2	2/3	2/4
Carico di Rottura (kN)		70	120	160	210
Diametro Nominale Parte Isolante (mm)		280	280	320	320
Passo (mm)		146	146	170	170
Accoppiamento CEI 36-10 (grandezza)		16A	16A	20	20
Linea di Fuga Nominale Minima (mm)		430	425	525	520
dh Nominale Minimo (mm)		75	75	90	90
dv Nominale Minimo (mm)		85	85	100	100
Condizioni di Prova in Nebbia Salina	Numero di Isolatori Costituenti la Catena	9	13	18	18
	Tensione (kV)	98	142	243	243
Salinità di Tenuta (*) (kg/ m ³)		56	56	56	56

(*) La salinità di tenuta, verificata su una catena, viene convenzionalmente assunta come caratteristica propria del tipo di elemento isolante.

NOTE

1. Materiali: parte isolante in vetro sodocalcico temprato; cappa in ghisa malleabile (UNI EN 1562:2007) zincata a caldo oppure ghisa sferoidale di caratteristiche meccaniche equivalenti (UNI EN 1563:2009) e per basse temperature (LT); perno in acciaio al carbonio (UNI EN 10083-1:2006) zincato a caldo; copiglia in acciaio inossidabile austenitico UNI EN 10088-1:2005; cemento di tipo alluminoso.
2. Tolleranze:
 - a) sul valore nominale del passo: secondo la pubblicazione IEC 305 (1974) par. 3.
 - b) sugli altri valori nominali: secondo la Norma CEI 36-20 (1998) par. 17.
3. Su ciascun esemplare deve essere marcata la sigla U seguita dal carico di rottura dell'isolatore, il marchio di fabbrica del costruttore e l'anno di fabbricazione.
4. Prescrizioni: per la costruzione, il collaudo e la fornitura LIN_000J3900.
5. Tensione di tenuta alla perforazione elettrica ad impulso in aria: 2,8 p.u. (per unità della tensione di scarica 50% a impulso atmosferico standard di polarità negativa).
6. L'unità di misura con la quale deve essere espressa la quantità di materiale è il numero di esemplari (n).

Storia delle revisioni

Rev. 00	del 30/03/2012	Il documento, redatto in prima emissione, aggiorna e sostituisce il documento ENEL LJ2 Ed. 6 del Luglio 1989
Rev. 01	del 10/11/2015	Aggiornate le note relative a materiali e tensione di tenuta alla perforazione elettrica ad impulso in aria. Eliminata la nota relativa alla tenuta alla perforazione elettrica f.i. in olio

ISC – Uso INTERNO

Elaborato		Verificato		Approvato
S. Memeo ING-TSS-STL-LAE		P. Berardi ING-TSS-STL-LAE	M. Marzinotto ING-TSS-CSI	A. Posati ING-TSS-STL

m05I0001SG-r00

UNIFICAZIONE

ENEL

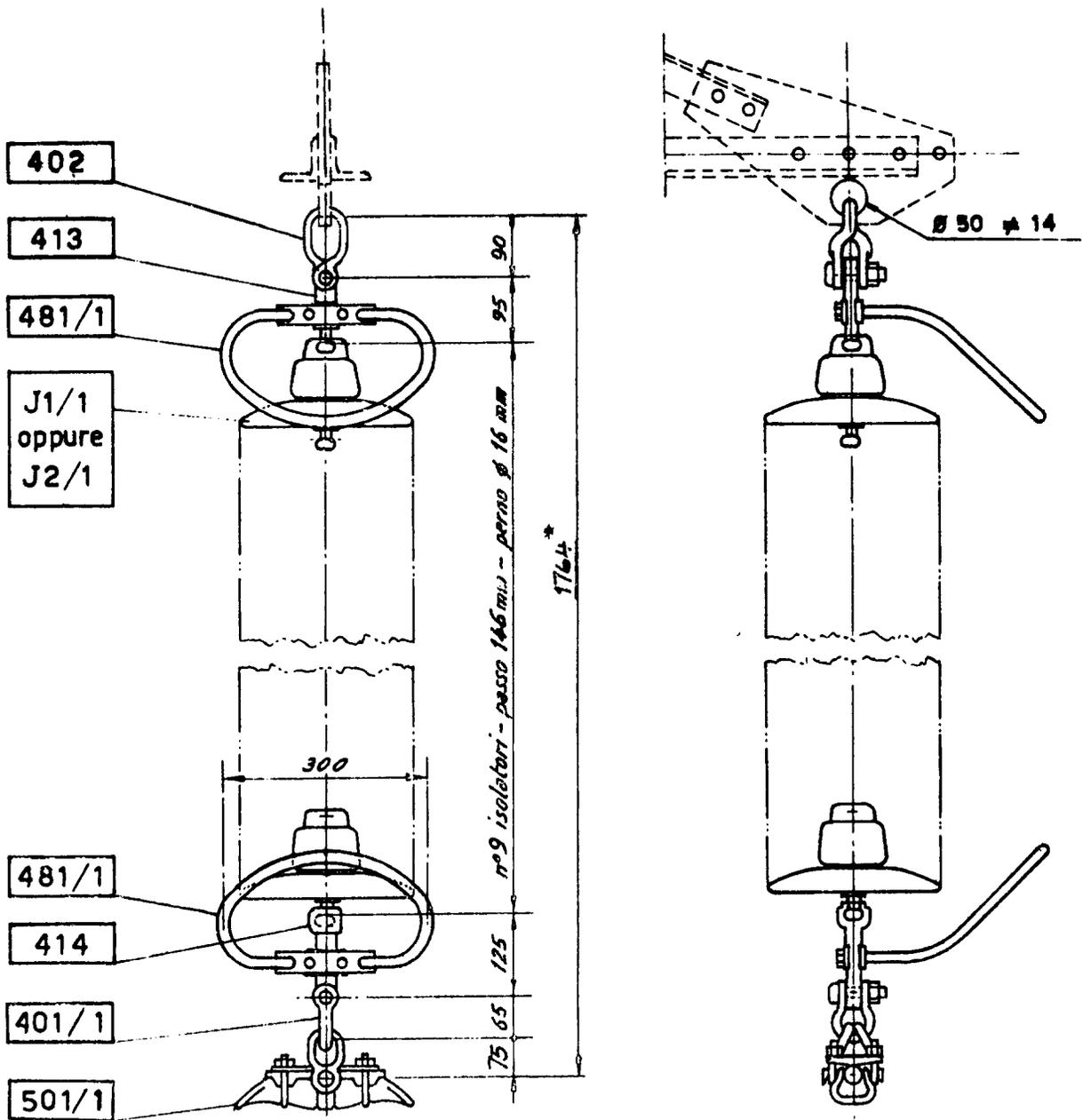
LINEA A 132 - 150 kV
ARMAMENTO PER SOSPENSIONE SEMPLICE
DEL CONDUTTORE ALL.- ACC. Φ 22,8

25 XX A

LM 1

Ottobre 1994
Ed. 5 - 1/1

DDI - VICE DIREZIONE TECNICA



Riferimento. C1

UNIFICAZIONE

ENEL

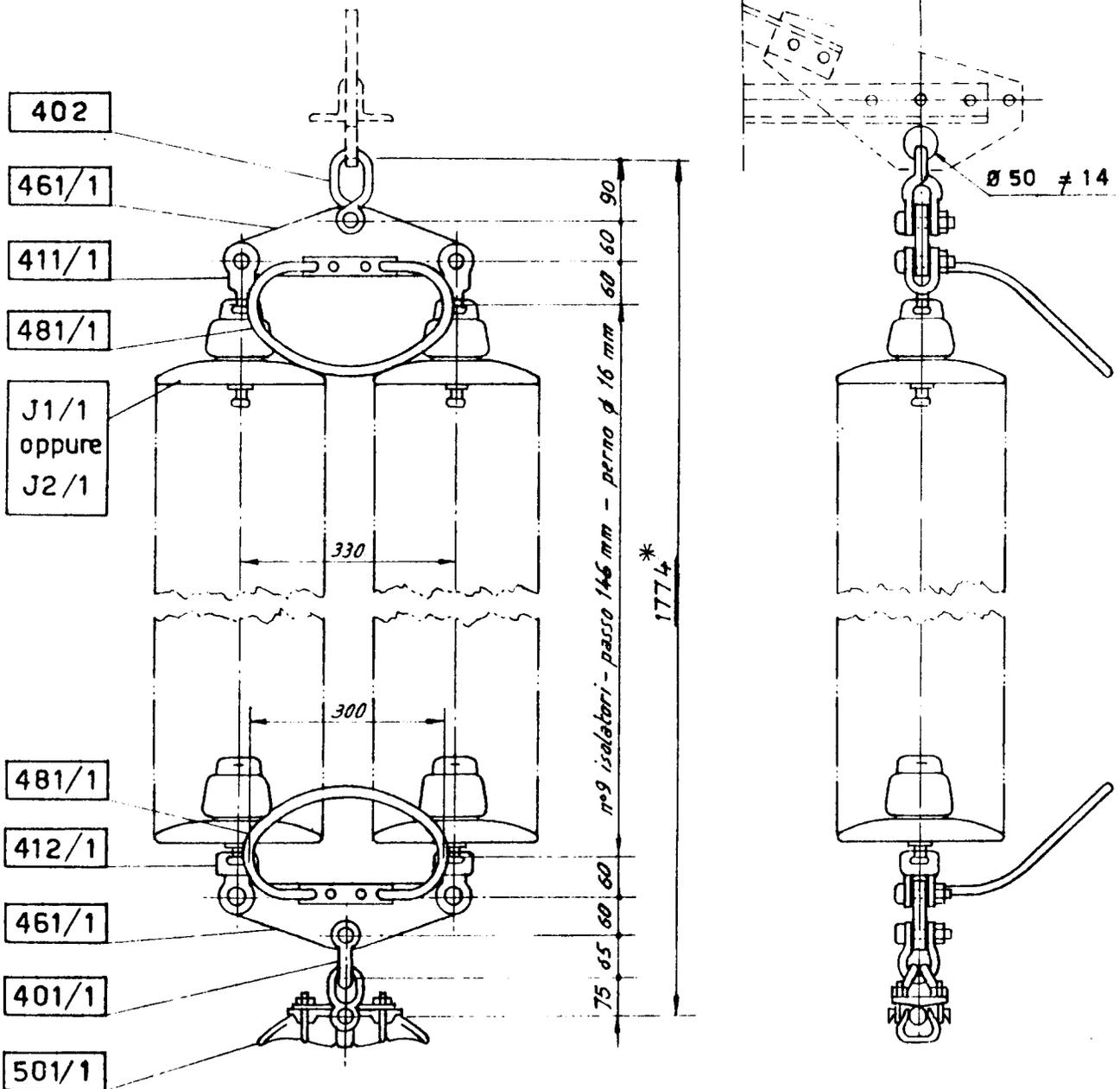
LINEA A 132 - 150 kV
ARMAMENTO PER SOSPENSIONE DOPPIA
DEL CONDUTTORE ALL.- ACC. Φ 22,8

25 XX B

LM 2

Ottobre 1994
Ed. 5 - 1/1

DDI - VICE DIREZIONE TECNICA



* La quota aumenta di 584 mm nel caso di impiego di n° 13 isolatori J 2/1 (vedi J 121)

Riferimento. C1

UNIFICAZIONE

ENEL

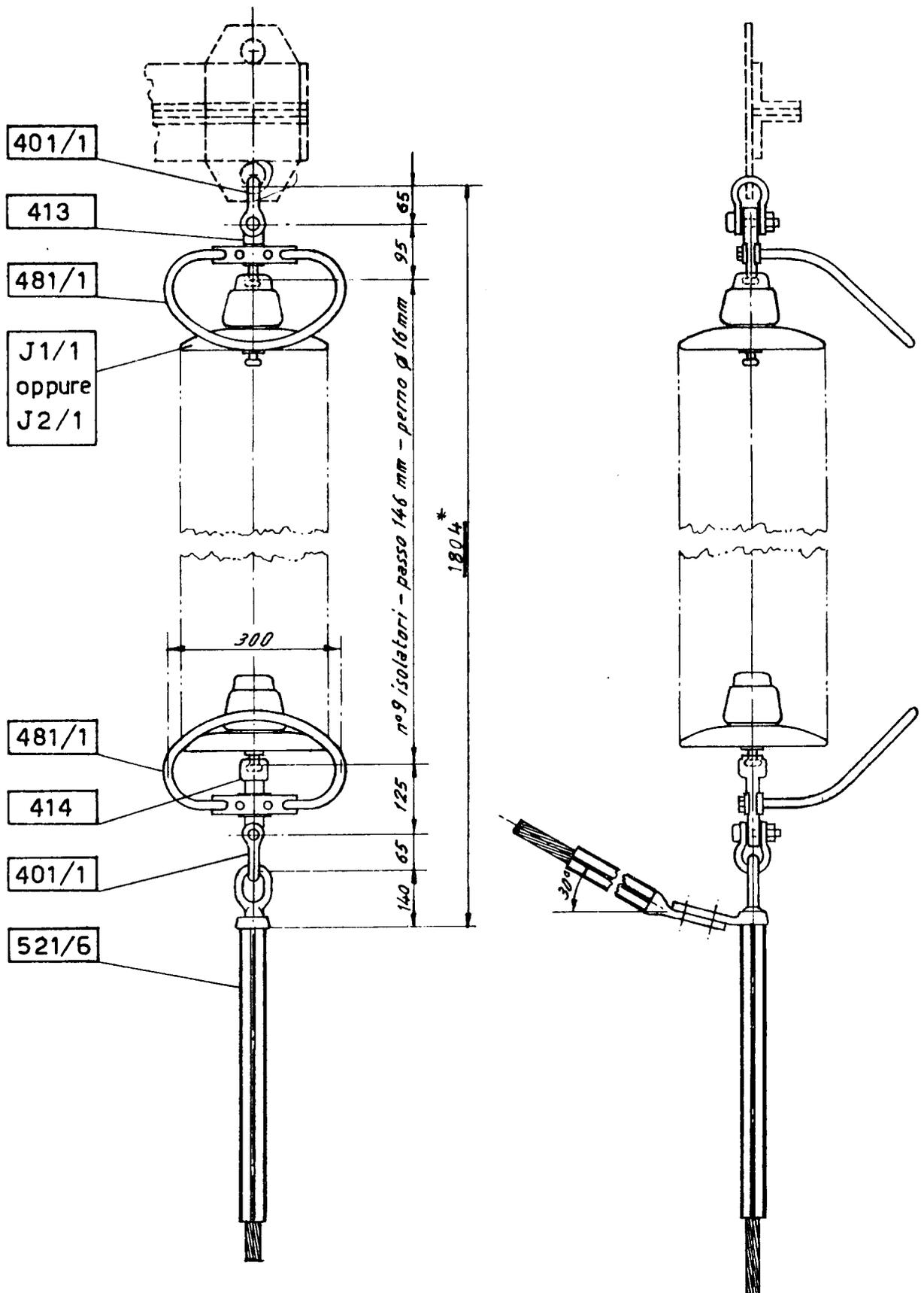
LINEA A 132 - 150 kV
ARMAMENTO PER AMARRO SEMPLICE
DEL CONDUTTORE ALL.- ACC. Φ 22,8

25 XX AH

LM 101

Ottobre 1994
Ed. 3 - 1/1

DDI - VICE DIREZIONE TECNICA



* La quota aumenta di 584 mm nel caso di impiego di n° 13 isolatori J 2/1 (vedi J 121)

Riferimento. C1

UNIFICAZIONE

ENEL

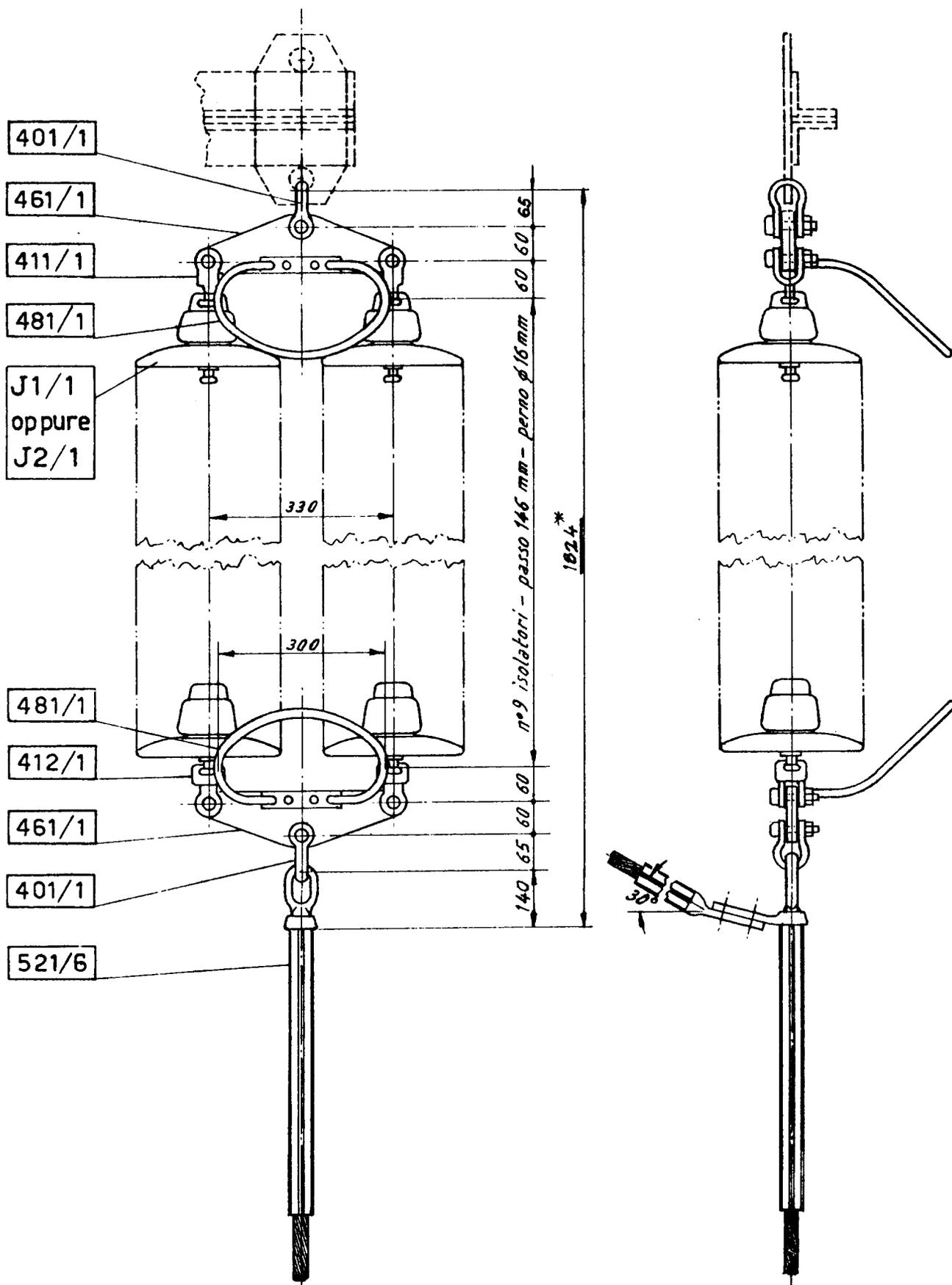
LINEA A 132 - 150 kV
ARMAMENTO PER AMARRO DOPPIO
DEL CONDUTTORE ALL.- ACC. Φ 22,8

25 XX AJ

LM 102

Ottobre 1994
Ed. 3 - 1/1

DDI - VICE DIREZIONE TECNICA



* La quota aumenta di 584 mm nel caso di impiego di n° 13 isolatori J 2/1 (vedi J 121)

Riferimento. C1

UNIFICAZIONE

ENEL

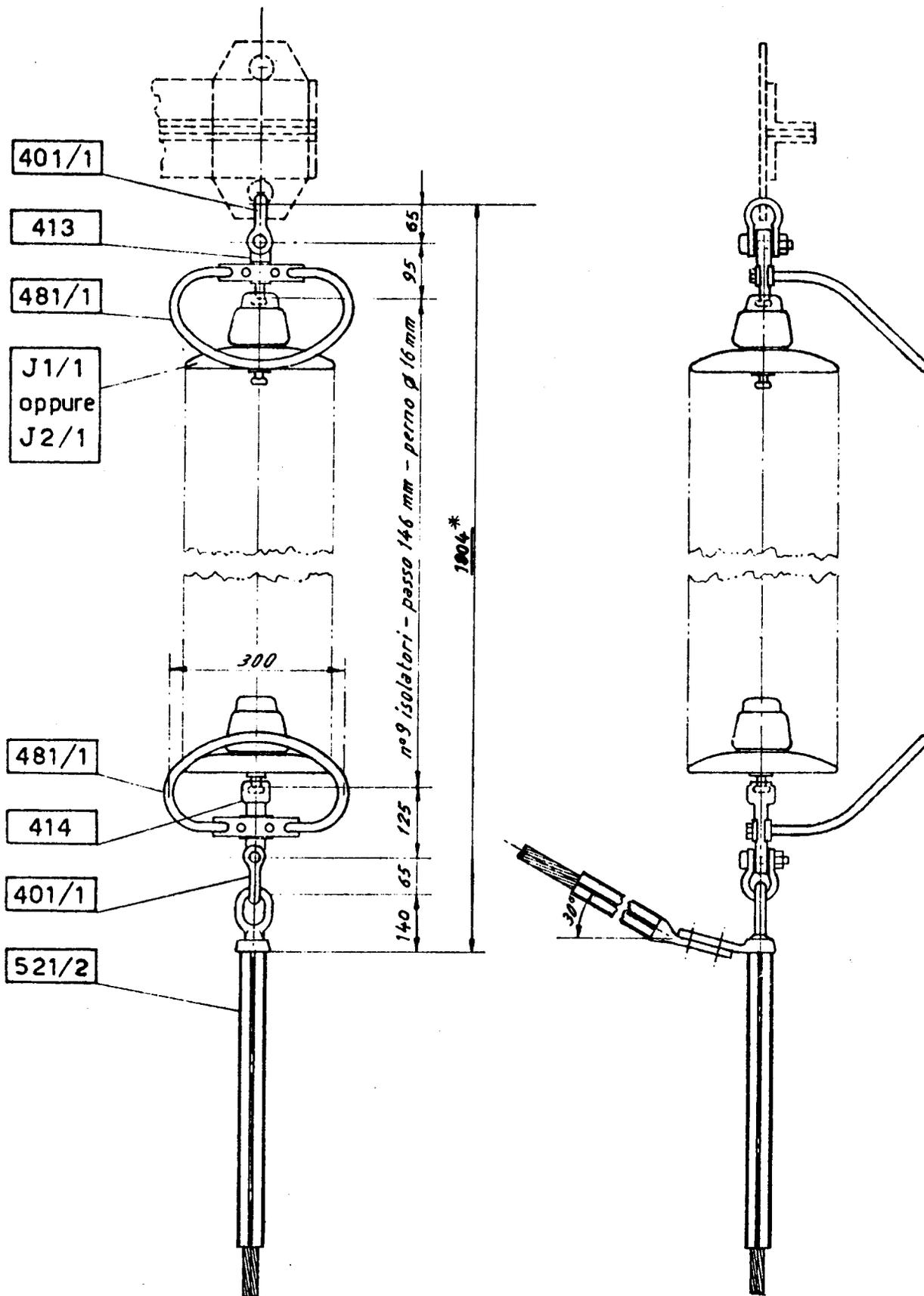
LINEA A 132 - 160 kV
ARMAMENTO PER AMARRO SEMPLICE
DEL CONDUTTORE ALL.- ACC. Φ 31,5

25 XX AK

LM 111

Ottobre 1994
Ed. 3 - 1/1

DDI - VICE DIREZIONE TECNICA



* La quota aumenta di 584 mm nel caso di impiego di n° 13 isolatori J 2/1 (vedi J 121)

Riferimento. C2

UNIFICAZIONE

ENEL

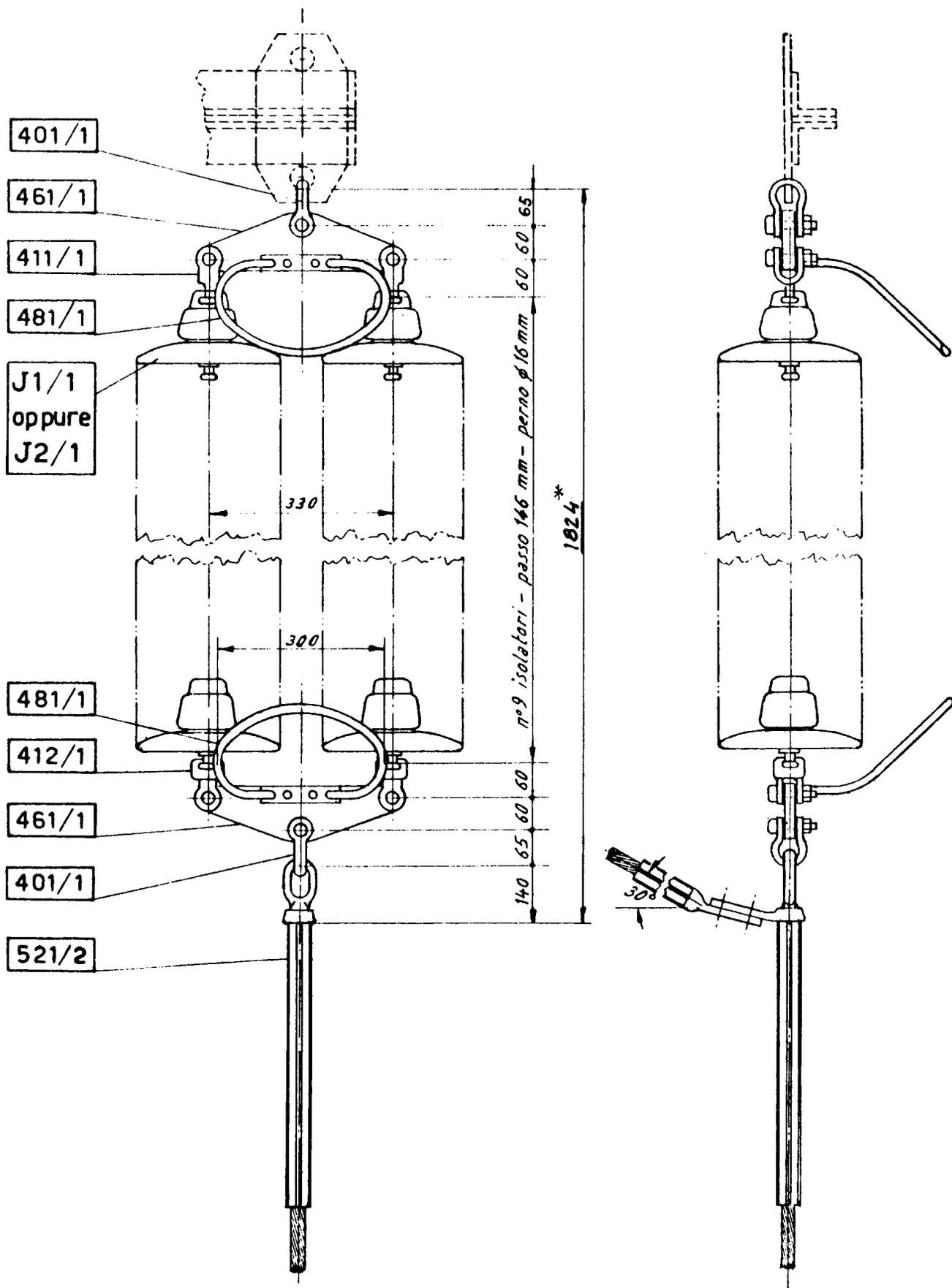
LINEA A 132 - 150 kV
ARMAMENTO PER AMARRO DOPPIO
DEL CONDUTTORE ALL.- ACC. Φ 31,5

25 XX AL

LM 112

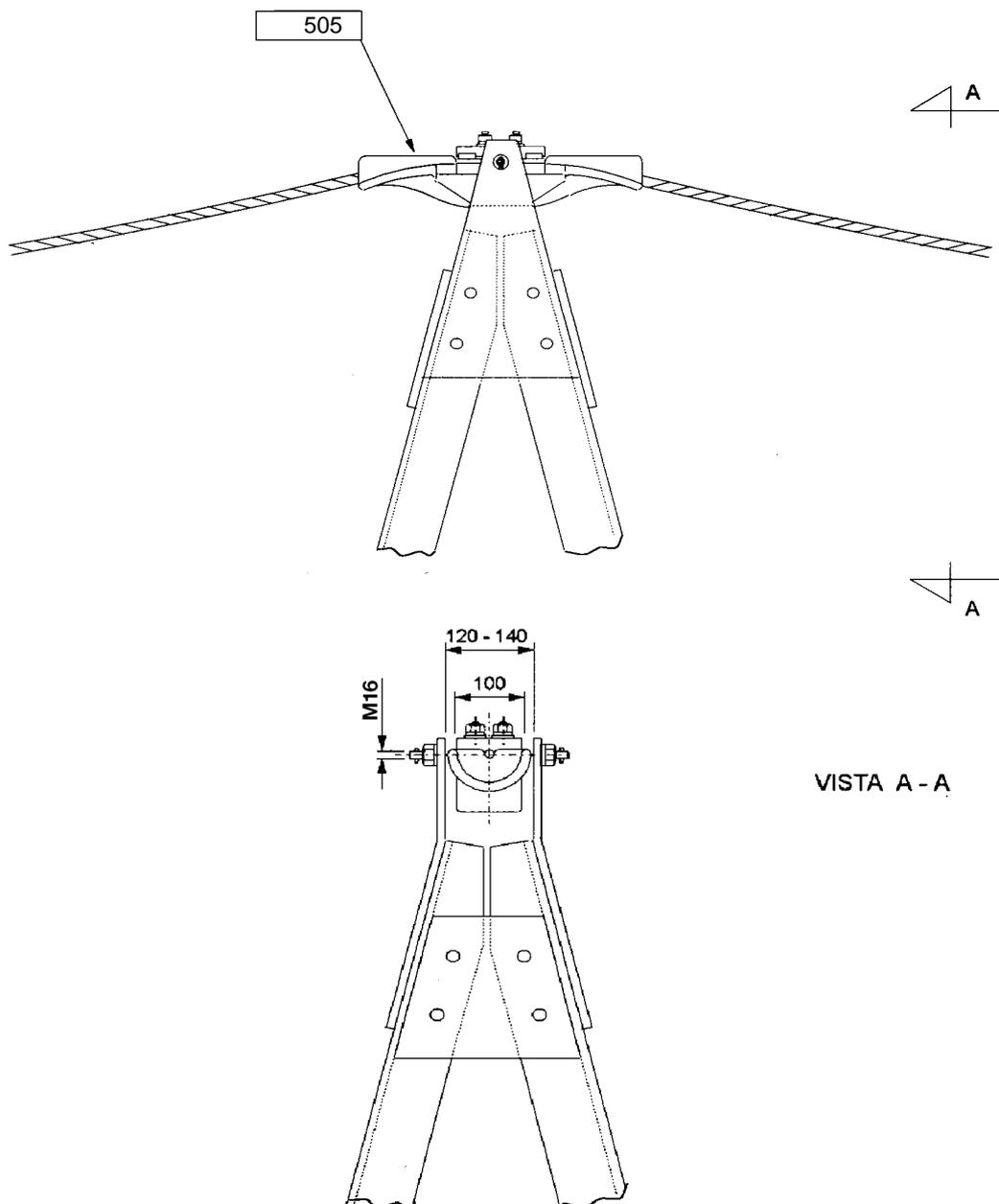
Ottobre 1994
Ed. 3 - 1/1

DDI - VICE DIREZIONE TECNICA



* La quota aumenta di 684 mm nel caso di impiego di n° 13 isolatori J 2/1 (vedi J 121)

Riferimento. C2



VISTA A - A

NOTE

1. Per la nomenclatura dei componenti elementari in figura si rimanda al documento LIN_00000000.

DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

LIN_00000C25, LIN_00000C59

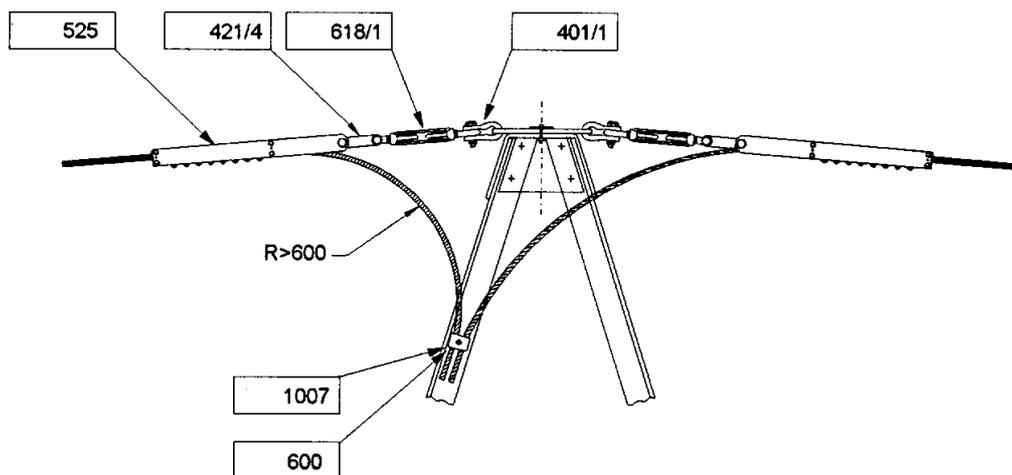
Storia delle revisioni

Rev. 00	del 01/06/2012	Il documento, redatto in prima emissione, aggiorna e sostituisce il documento ENEL DM205 ed. 1 del Luglio 1996
---------	----------------	--

ISC - Uso INTERNO

Elaborato		Verificato		Approvato
ITI s.r.l.		A. Guarneri SRI-SVT-LAE	A. Posati SRI-SVT-LAE	A. Posati SRI-SVT-LAE

Questo documento contiene informazioni di proprietà di Terna Rete Italia Gruppo 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 Rete Italia Gruppo Terna S.p.A.



NOTE

1. Per la nomenclatura dei componenti elementari in figura si rimanda al documento LIN_00000000.
2. Le quantità dei morsetti bifilari 1007 e delle staffe di fissaggio 600 per la discesa della fune di guardia alla scatola di giunzione sono riportate negli schemi di montaggio dei sostegni unificati.

DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

LIN_00000C25, LIN_00000C59

Storia delle revisioni

Rev. 00	del 01/06/2012	Il documento, redatto in prima emissione, aggiorna e sostituisce il documento ENEL DM271 ed. 1 del Luglio 1996
---------	----------------	--

ISC – Uso INTERNO

Elaborato	Verificato		Approvato
ITI s.r.l.	A. Guarneri SRI-SVT-LAE	A. Posati SRI-SVT-LAE	A. Posati SRI-SVT-LAE

Questo documento contiene informazioni di proprietà di Terna Rete Italia Gruppo 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 Rete Italia Gruppo Terna S.p.A.

**LINEE ELETTRICHE AEREE A 132 – 150 kV TUBOLARI MONOSTELO
DOPPIA TERNA**
CONDUTTORE SINGOLO Ø 31,5 mm – EDS 18% – “Zona B”

UTILIZZAZIONE DEL SOSTEGNO “M”
CALCOLO DELLA AZIONI ESTERNE SUL SOSTEGNO

Storia delle revisioni

Rev. 00	del 08/04/2011	Prima emissione.
---------	----------------	------------------

Elaborato		Verificato		Approvato
P. Berardi SRI-SVT-LAE	A. Guarneri SRI-SVT-LAE	P. Berardi SRI-SVT-LAE	A. Guarneri SRI-SVT-LAE	A. Posati SRI-SVT-LAE

m010CI-LG001-r02

Questo documento contiene informazioni di proprietà Terna SpA e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. È vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Terna SpA.

SOMMARIO

1	CARATTERISTICHE GENERALI.....	4
2	CONDUTTORI E CORDE DI GUARDIA.....	4
2.1	CARATTERISTICHE PRINCIPALI	4
2.2	CONDIZIONI DI BASE E CONDIZIONI DERIVATE.....	4
3	UTILIZZAZIONE MECCANICA DEL SOSTEGNO	6
3.1	FORMULE PER IL CALCOLO DELLE AZIONI ESTERNE	6
3.2	AZIONI PER IL CALCOLO DEL SOSTEGNO	7
3.3	DIAGRAMMA DI UTILIZZAZIONE DEL SOSTEGNO	9

CALCOLO ESEGUITO IN CONFORMITA' AL D.M. DEL 21/03/1988
DI CUI ALLA LEGGE N. 339 DEL 28/06/1986

PER I CALCOLI DI VERIFICA DEL SOSTEGNO VEDERE ELABORATI:

SOSTEGNO MD15 – Pali Italia P062DM4000 – Rev.00 – 01/06/2010
SOSTEGNO MD18 – Pali Italia P062DM4013 – Rev.00 – 01/06/2010
SOSTEGNO MD21 – Pali Italia P062DM4026 – Rev.00 – 01/06/2010
SOSTEGNO MD24 – Pali Italia P062DM4039 – Rev.00 – 01/06/2010
SOSTEGNO MD27 – Pali Italia P062DM4053 – Rev.00 – 01/06/2010
SOSTEGNO MD30 – Pali Italia P062DM4067 – Rev.00 – 01/06/2010
SOSTEGNO MD33 – Pali Italia P062DM4081 – Rev.00 – 01/06/2010

1 CARATTERISTICHE GENERALI

Conduttore	Alluminio – Acciaio Ø 31,5 mm (C2/1)
Corda di guardia	Acciaio rivestito di Alluminio (C51) oppure corda di guardia con fibre ottiche (C60) ⁽¹⁾
Isolatori	Vetro temprato a cappa e perno in catene da 9 elementi nelle sospensioni semplici e di 9 elementi nelle sospensioni doppie e negli amarri
Tipo fondazione	In calcestruzzo a blocco unico
Tipo di sfera di segnalazione	Diametro 60 cm; peso 5,5 kg; passo di installazione ≤ 30 m
Messa a terra	Secondo le norme citate
Larghezza linea	5,35 m tra i conduttori esterni

2 CONDUTTORI E CORDE DI GUARDIA

2.1 CARATTERISTICHE PRINCIPALI

MATERIALE			CONDUTTORE	CORDA DI GUARDIA	
			C2	C51	C60
			Al – Acciaio	Acc. rivestito di Al.	Al + Lega Al + Acciaio
DIAMETRO CIRCOSCRITTO	(mm)		31,5	11,5	17,9
SEZIONI TEORICHE	ALLUMINO	(mm ²)	519,5	0	118,90 (Al + lega Al)
	ACCIAIO	(mm ²)	65,80	80,65	57,70
	TOTALE	(mm ²)	585,30	80,65	176,60
MASSA UNITARIA	(Kg/m)		1,953	0,537	0,820
MODULO DI ELASTICITA'	(N/mm ²)		68000	155000	88000
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE	(1/°C)		19,4 x 10 ⁻⁶	13 x 10 ⁻⁶	17 x 10 ⁻⁶
CARICO DI ROTTURA	(daN)		16852	9000	10600

2.2 CONDIZIONI DI BASE E CONDIZIONI DERIVATE

CONDIZIONE DI BASE

- **EDS:** (Every Day Stress) 15°C, conduttore scarico
In detta condizione il tiro orizzontale è stato assunto costante al variare della campata equivalente della tratta (ovvero della campata reale per la corda di guardia). I valori di tiro per conduttore e corda di guardia sono:

		CONDUTTORE	CORDA DI GUARDIA	
		C2	C51	C60
TIRO ORIZZONTALE T ₀	(daN)	3034	1026	1537

CONDIZIONI DERIVATE

- **MSA:** - 5°C, vento alla velocità di 130 km/h

⁽¹⁾ Corde di guardia di altra tipologia potranno essere utilizzate purché vengano rispettati i valori massimi delle corde di guardia indicate

- **MSB:** - 20°C, vento alla velocità di 65 km/h, manicotto di ghiaccio di 12 mm

In detta condizione i tiri vengono ottenuti risolvendo l'equazione di cambiamento di stato:

$$\alpha(\theta_d - \theta_b) + \frac{1}{SE}(T_d - T_b) = \frac{p'_d L^2}{24T_d^2} - \frac{p'_b L^2}{24T_b^2}$$

Dove

Θ_d = Temperatura della condizione derivata

Θ_b = Temperatura della condizione base

S = Sezione totale del conduttore

E = Modulo di elasticità

T_d = Tiro orizzontale della condizione derivata

T_b = Tiro orizzontale della condizione base

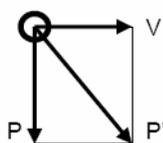
P'_d = Carico risultante per metro di conduttore nella condizione derivata

P'_b = Carico risultante per metro di conduttore nella condizione base

L = Campata equivalente ⁽²⁾ della tratta nel caso di conduttore ovvero campata reale nel caso di corda di guardia

I valori di spinta del vento per metro di conduttore, di peso per metro di conduttore e di carico risultante per metro di conduttore sono riportati nella seguente tabella:

		CONDUTTORE			CORDA DI GUARDIA ⁽³⁾			
		C2			C51			C60
CONDIZIONE EDS	v	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
	p	1,9159	0,5268	0,8044	0,5268	0,8044	0,8044	
	P'	1,9159	0,5268	0,8044	0,5268	0,8044	0,8044	
CONDIZIONE MSA	v	2,2249	0,8122 (1,0896)	1,2643 (1,5416)	0,8122 (1,0896)	1,2643 (1,5416)	1,2643 (1,5416)	
	p	1,9159	0,5268 (0,7066)	0,8044 (0,9843)	0,5268 (0,7066)	0,8044 (0,9843)	0,8044 (0,9843)	
	P'	2,9361	0,9681 (1,2987)	1,4985 (1,8291)	0,9681 (1,2987)	1,4985 (1,8291)	1,4985 (1,8291)	
CONDIZIONE MSB	v	0,9800	0,6268 (0,6962)	0,7398 (0,8092)	0,6268 (0,6962)	0,7398 (0,8092)	0,7398 (0,8092)	
	p	3,3959	1,3264 (1,5062)	1,8217 (2,0016)	1,3264 (1,5062)	1,8217 (2,0016)	1,8217 (2,0016)	
	P'	3,5345	1,4670 (1,6593)	1,9662 (2,1590)	1,4670 (1,6593)	1,9662 (2,1590)	1,9662 (2,1590)	



v = spinta del vento per metro di conduttore (daN/m)

p = peso per metro di conduttore (daN/m)

$P' = \sqrt{v^2 + p^2}$ = carico risultante per metro di conduttore (daN/m)

⁽²⁾ $L = \sqrt{\frac{\sum L_i^3}{\sum L_i}}$ dove L_i sono le campate reali comprese tra due successivi amari

⁽³⁾ I valori tra parentesi in tabella si riferiscono alle condizioni derivate con sfere di segnalazione per il volo a bassa quota con diametro di 60 cm installate sull'intera campata

3 UTILIZZAZIONE MECCANICA DEL SOSTEGNO

3.1 FORMULE PER IL CALCOLO DELLE AZIONI ESTERNE

Il calcolo del sostegno è stato eseguito tenendo conto delle azioni dei conduttori e delle corde di guardia nell'ipotesi MSA.

Le formule per il calcolo di tali azioni, sia per conduttori che per corde di guardia (supposti integri) sono le seguenti:

$$\text{Conduttori o corda di guardia} \left\{ \begin{array}{l} \text{Azione trasversale} \quad T = v Cm + 2 \operatorname{sen} \delta/2 T_0 + t^* \\ \text{Azione verticale} \quad P = p Cm + K T_0 + p^* \end{array} \right.$$

Dove

- v = spinta del vento per metro di conduttore
- p = peso per metro di conduttore (i valori di v e p sono riportati nel § 2.2)
- t^* = spinta del vento su isolatori e morsetteria
- p^* = peso di isolatori e morsetteria
- T_0 = Tiro orizzontale del conduttore

I valori di t^* , p^* e T_0 sono riportati nella seguente tabella:

	CONDUTTORE			CORDA DI GUARDIA ⁽⁴⁾			
	C2	ISOLATORI E MORSETTERIA		C51	C60	ISOLATORI E MORSETTERIA	
	T_0 (daN)	t^* (daN)	p^* (daN)	T_0 (daN)	T_0 (daN)	t^* (daN)	p^* (daN)
MSA	4650	100	150	1852 (2435)	2807 (3380)	0	0
MSB	5670	25	150	2818 (3070)	3640 (3970)	0	0

I suddetti tiri sono stati ottenuti mediante l'equazione di cambiamento di stato e rappresentano i massimi valori che il tiro assume nelle suddette ipotesi:

- per i conduttori in un intervallo di campate equivalenti pari a 200 ÷ 800 m;
- per le corde di guardia in un intervallo di campate reali pari a 100 ÷ 1000 m.

Dal confronto dei tiri orizzontali, delle spinte del vento e dei pesi delle corde di guardia nelle diverse ipotesi si evince che la corda di guardia C60 è quella che induce sul sostegno in esame le maggiori azioni esterne.

Pertanto le azioni esterne (punto 3.2) e il diagramma di utilizzazione (punto 3.3) sono stati determinati con la corda di guardia C60. L'utilizzo di altre corde di guardia diverse da C60 obbliga il progettista a realizzare le necessarie verifiche strutturali ed a descrivere il diagramma di impiego (fig. 3).

⁽⁴⁾ I valori tra parentesi in tabella si riferiscono alle condizioni derivate con sfere di segnalazione per il volo a bassa quota con diametro di 60 cm installate sull'intera campata

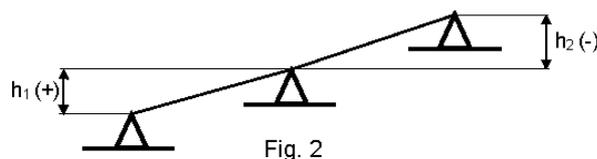
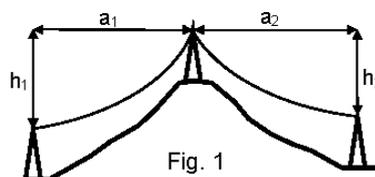
Caratteristiche geometriche del picchetto:

C_m = campata media

δ = angolo di deviazione

K = costante altimetrica

$$K = \frac{h_1}{a_1} + \frac{h_2}{a_2} \quad (5)$$



3.2 AZIONI PER IL CALCOLO DEL SOSTEGNO

Sono state determinate le azioni esterne per il calcolo del sostegno in condizioni MSA e MSB, sia nell'ipotesi di conduttori e corda di guardia integri (ipotesi normale), sia nell'ipotesi di rottura di un conduttore o della corda di guardia secondo quanto prescritto dalle norme (ipotesi eccezionale).

IPOSTESI NORMALE

- Azioni trasversali e verticali:

Sono stati considerati i massimi valori che si verificano nelle più gravose condizioni d'impiego del sostegno (vedi diagramma di utilizzazione)

- Azioni longitudinali:

per la corda di guardia (amarrata ad ogni sostegno) è stato considerato uno squilibrio di tiro per tenere conto della diversa lunghezza delle campate adiacenti al sostegno.

Per ogni picchetto si dovrà perciò verificare che la effettive differenze di tiro nelle condizioni MSA e MSB, per la corda di guardia che si intende impiegare siano minori o eguali dei valori di squilibrio considerati per il calcolo del sostegno.

Per un'indagine rapida è stato costruito il diagramma di Fig. 3 relativo alla corda di guardia, che tiene conto dei massimi squilibri.

Riportando in ascisse la campata maggiore (L_M) tra le due adiacenti al sostegno e in ordinata la minore (L_m), se il punto di coordinate (L_M, L_m) sta al disopra del diagramma la verifica è positiva poiché lo squilibrio di tiro è minore di quello di calcolo.

⁽⁵⁾ Nell'espressione di K le campate "a" hanno sempre segno positivo ed i dislivelli "h" hanno segno positivo o negativo secondo lo schema di Fig. 2

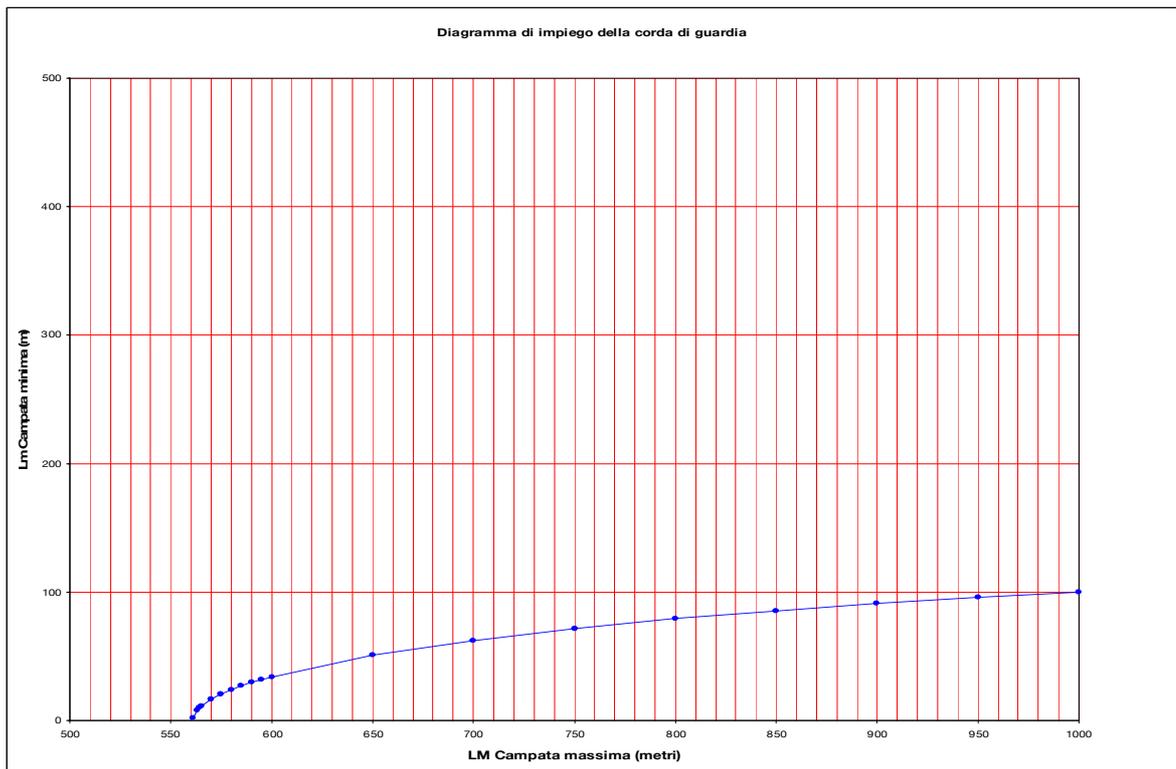


Fig.3

IPOTESI ECCEZIONALE:

- Azioni trasversali e verticali:

per i conduttori i valori sono stati ottenuti dimezzando le corrispondenti azioni in ipotesi normale (tali valori non risultano esattamente la metà in quanto nelle due ipotesi sono state mantenute costanti la spinta del vento su isolatori e morsetteria (t^*) ed il loro peso (p^*)).

Per le corde di guardia i valori sono stati ottenuti dimezzando le corrispondenti azioni in ipotesi normale.

- Azioni longitudinali:

sono state assunte pari al tiro T_0

VALORI DELLE AZIONI ESTERNE PER IL CALCOLO DEL SOSTEGNO

Sono riportati nella seguente tabella:

IPOTESI	STATO DEI CONDUTTORI	CONDUTTORE C2			CORDA DI GUARDIA C60 ⁽⁶⁾		
		T(daN)	P(daN)	L(daN)	T(daN)	P(daN)	L(daN)
NORMALE	MSA (daN)	1527	1378	0	1011	750	1100
ECCEZIONALE ⁽⁷⁾	MSA (daN)	813	764	4650	505	375	3380
NORMALE	MSB (daN)	1159	2028	0	837	1183	1300
ECCEZIONALE ⁽⁷⁾	MSB (daN)	592	1089	5670	418	592	3970

3.3 DIAGRAMMA DI UTILIZZAZIONE DEL SOSTEGNO

IL DIAGRAMMA DI UTILIZZAZIONE DEL SOSTEGNO DELIMITA

- Nel piano (C_m, δ) un insieme di punti ai quali corrisponde un'azione trasversale complessiva non superiore a quella di calcolo del sostegno (campo di utilizzazione trasversale);
- Nel piano (C_m, K) un insieme di punti ai quali corrisponde un'azione verticale complessiva non superiore a quella di calcolo del sostegno (campo di utilizzazione verticale).

Pertanto, affinché il sostegno possa essere impiegato in un picchetto di caratteristiche geometriche (C_m, δ, K) è necessario che i punti (C_m, δ) e (C_m, K) siano compresi rispettivamente nei campi di utilizzazione trasversale e verticale.

Di seguito si riportano i diagrammi di utilizzazione del sostegno per le diverse altezze utili previste.

⁽⁶⁾ Nel caso di utilizzo di corde di guardia di altra tipologia dovrà essere verificato il non superamento dei valori T, P, L, indicati

⁽⁷⁾ Rottura di uno dei tre conduttori o della corda di guardia. I valori indicati si riferiscono, ovviamente, al solo conduttore (o corda di guardia) rotto. Mediante le relazioni di cui al paragrafo 3.1 si può verificare che per tutte le terne di prestazioni geometriche (C_m, δ, K) tali che il punto (C_m, δ) sia compreso nel "campo di utilizzazione trasversale" ed il punto (C_m, K) sia compreso nel "campo di utilizzazione verticale", le azioni trasversali e verticali (sia per i conduttori che per corde di guardia) nelle condizioni MSA e MSB risultino inferiori od eguali a quelle considerate per il calcolo del sostegno e riportate nella tabella

SOSTEGNI TUBOLARI MONOSTELO PER LINEE ELETTRICHE A 132–150 kV

DIAGRAMMA DI UTILIZZAZIONE MECCANICA DEL SOSTEGNO TIPO: M_{DT} 15 ZONA "B"

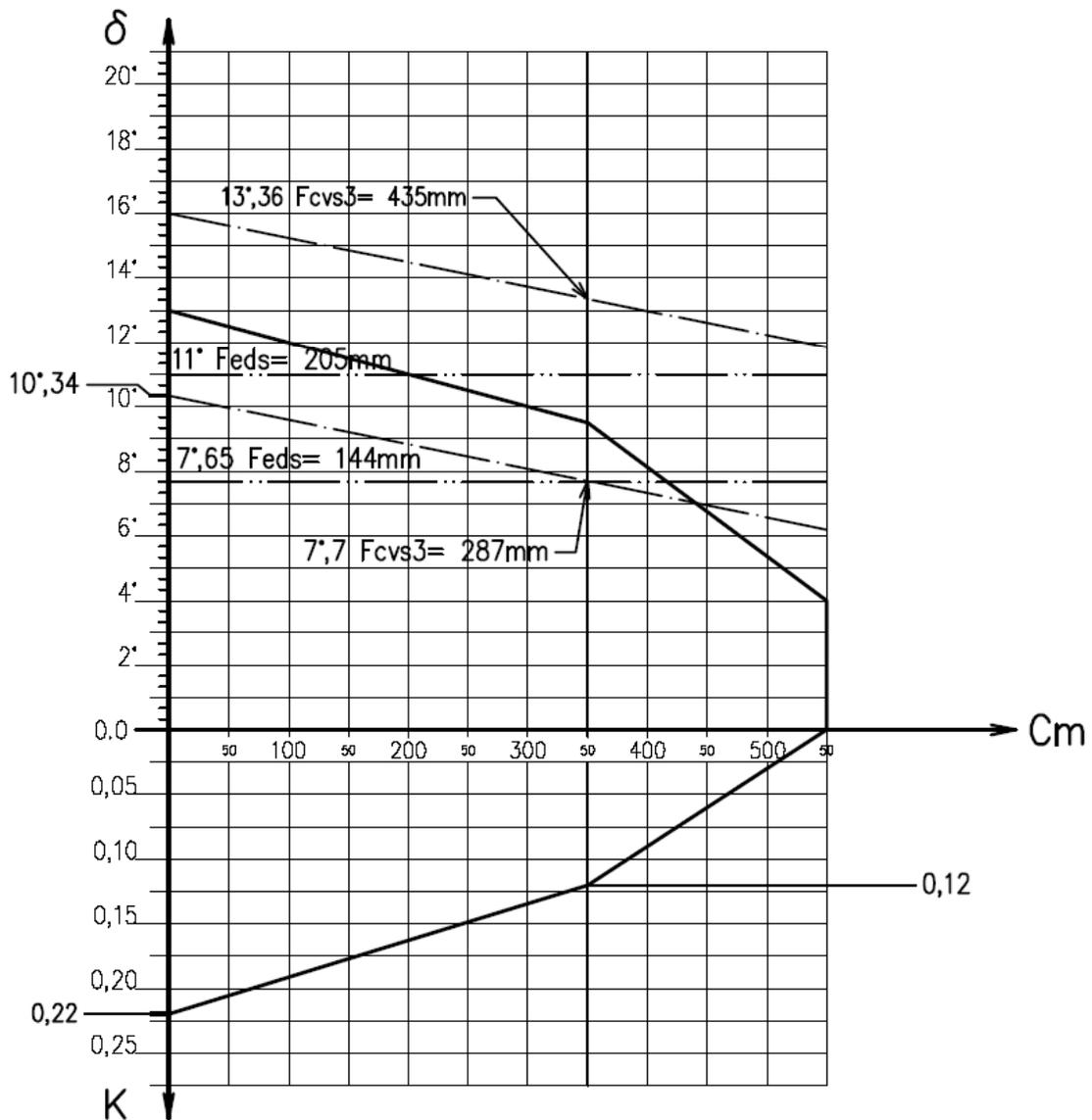
Conduttore All. Acc. $\phi 31,5$ mm "TIRO PIENO" Tiro in EDS=18‰R (3034 daN)
 Fune di guardia OPGW $\phi 17,9$ mm con sfere $\phi 600$ mm Tiro in EDS=1537 daN

Prescrizioni Tecniche TERNA UX LS10180 – UX LS10213

H palo = 28700 mm

Prestaz. Nominali

Cm	350 m
δ	9°,50
K	0,12



CODICE DIS.

P062DM4112/2

SOSTEGNI TUBOLARI MONOSTELO PER LINEE ELETTRICHE A 132–150 kV

DIAGRAMMA DI UTILIZZAZIONE MECCANICA DEL SOSTEGNO TIPO: M_{DT} 18 ZONA "B"

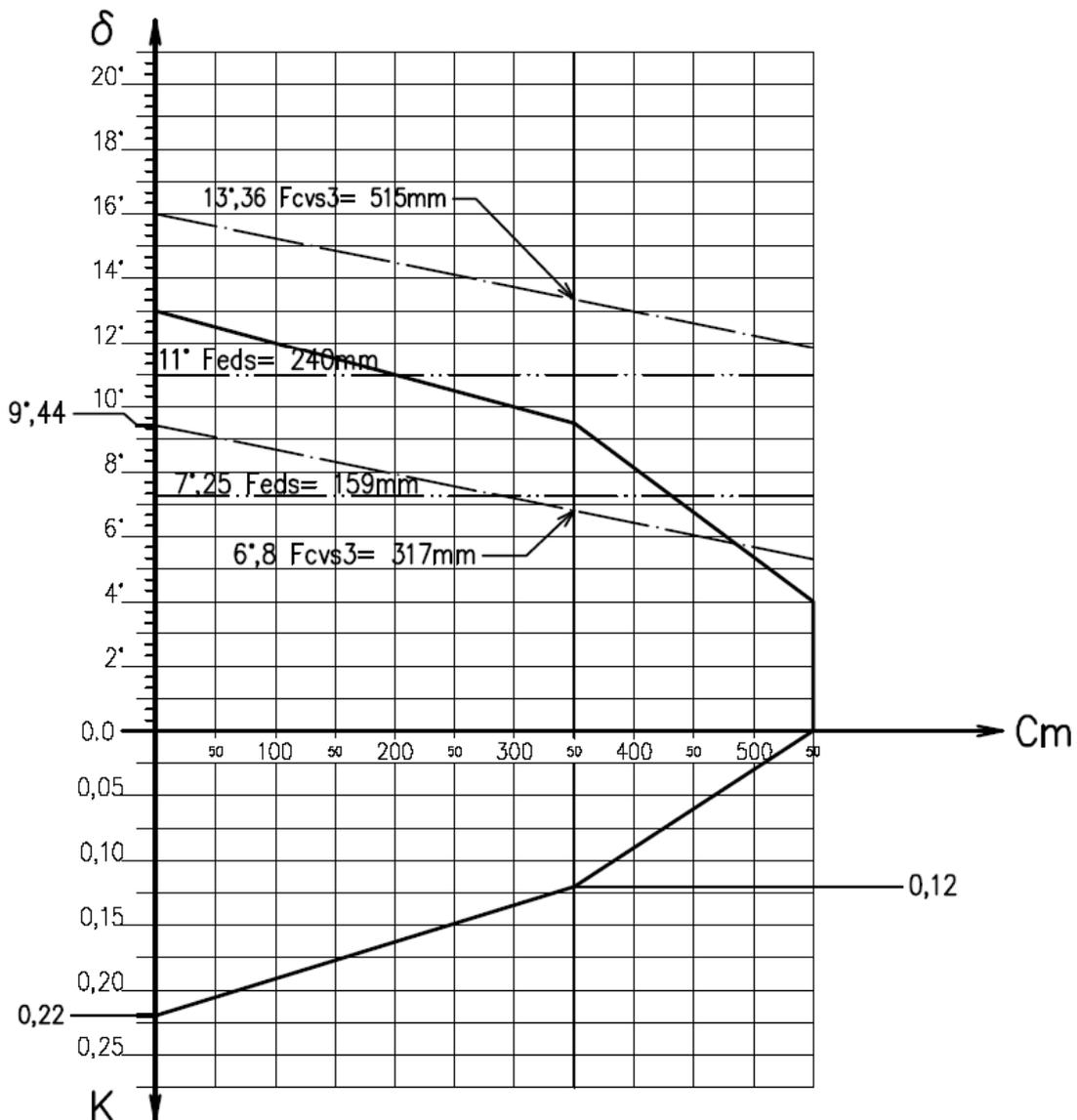
Conduttore All. Acc. $\phi 31,5$ mm "TIRO PIENO" Tiro in EDS=18%R (3034 daN)
 Fune di guardia OPGW $\phi 17,9$ mm con sfere $\phi 600$ mm Tiro in EDS=1537 daN

Prescrizioni Tecniche TERNA UX LS10180 – UX LS10213

H palo = 31700 mm

Prestaz. Nominali

Cm	350 m
δ	9,50
K	0,12



CODICE DIS.

P062DM4112/4

SOSTEGNI TUBOLARI MONOSTELO PER LINEE ELETTRICHE A 132–150 kV

DIAGRAMMA DI UTILIZZAZIONE MECCANICA DEL SOSTEGNO TIPO: M_{DT} 21 ZONA "B"

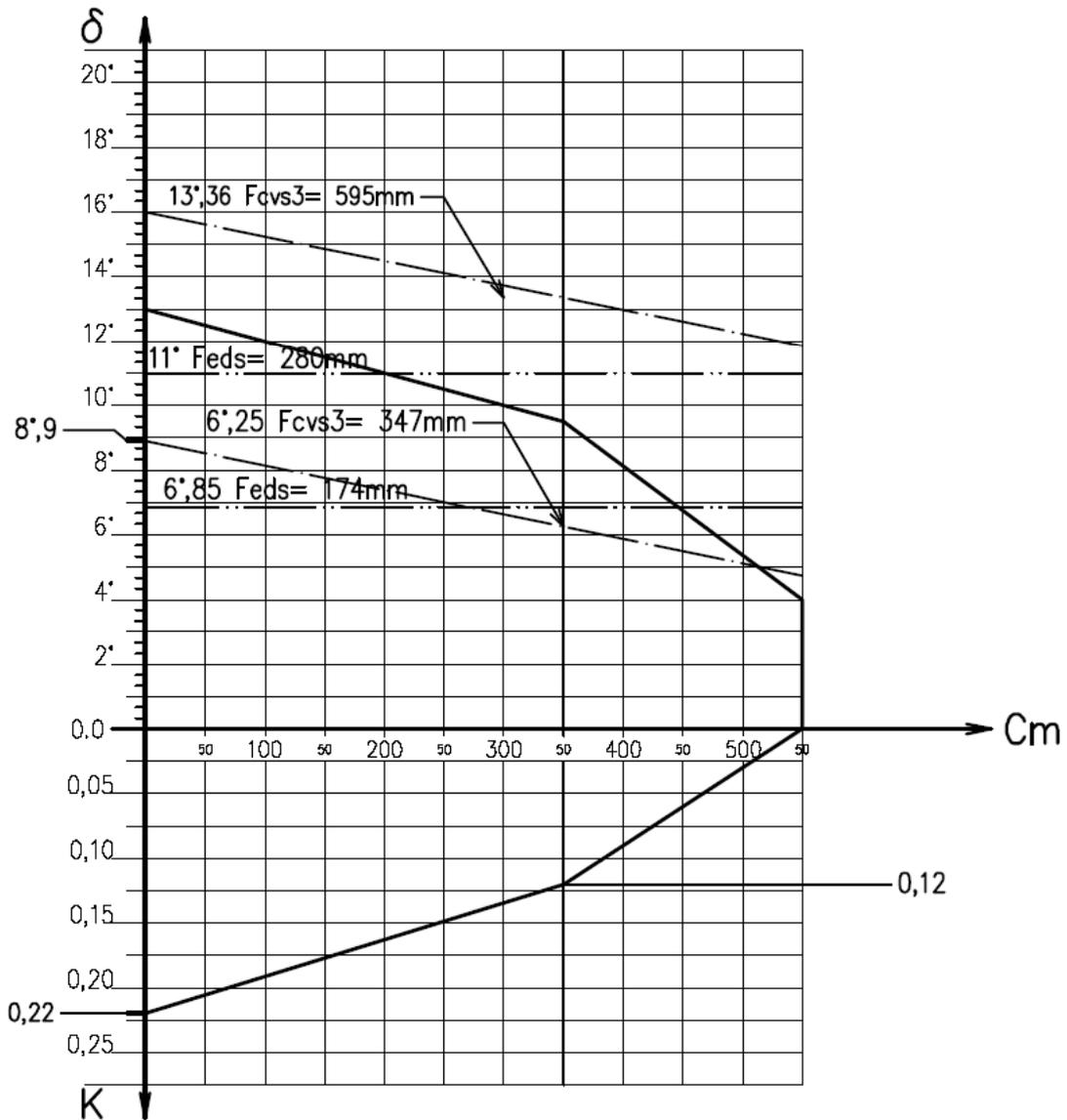
Conduttore All. Acc. $\phi 31,5$ mm "TIRO PIENO" Tiro in EDS=18%R (3034 daN)
 Fune di guardia OPGW $\phi 17,9$ mm con sfere $\phi 600$ mm Tiro in EDS=1537 daN

Prescrizioni Tecniche TERN A UX LS10180 – UX LS10213

H palo = 34700 mm

Prestaz. Nominali

Cm	350 m
δ	9°,50
K	0,12



CODICE DIS.

P062DM4112/6

SOSTEGNI TUBOLARI MONOSTELO PER LINEE ELETTRICHE A 132–150 kV

DIAGRAMMA DI UTILIZZAZIONE MECCANICA DEL SOSTEGNO TIPO: M_{DT} 24 ZONA "B"

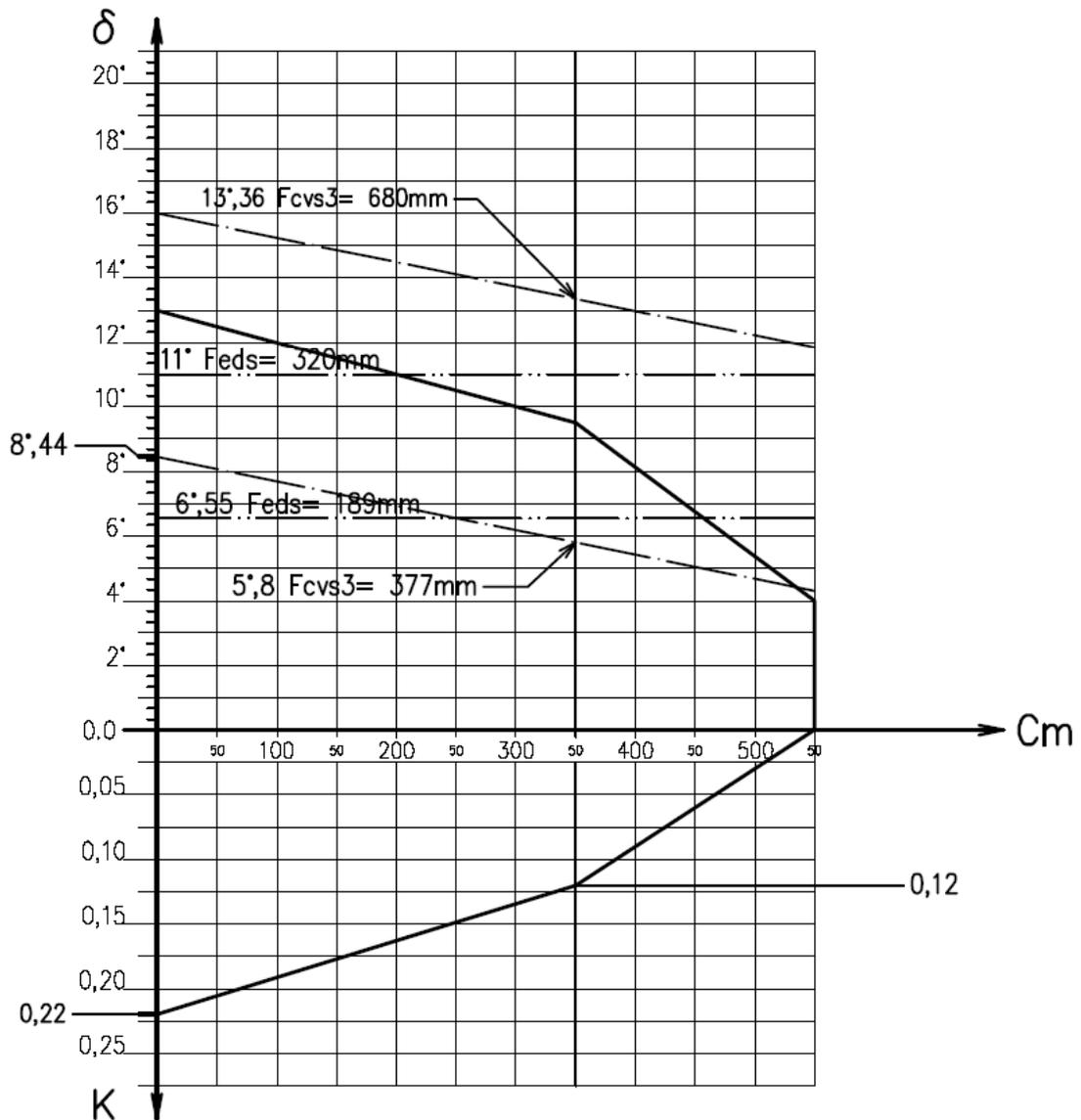
Conduttore All. Acc. $\phi 31,5$ mm "TIRO PIENO" Tiro in EDS=18%R (3034 daN)
 Funne di guardia OPGW $\phi 17,9$ mm con sfere $\phi 600$ mm Tiro in EDS=1537 daN

Prescrizioni Tecniche TERN A UX LS10180 – UX LS10213

H palo = 37700 mm

Prestaz. Nominali

Cm	350 m
δ	9°,50
K	0,12



CODICE DIS.

P062DM4112/8

SOSTEGNI TUBOLARI MONOSTELO PER LINEE ELETTRICHE A 132–150 kV

DIAGRAMMA DI UTILIZZAZIONE MECCANICA DEL SOSTEGNO TIPO: MDT 27 ZONA "B"

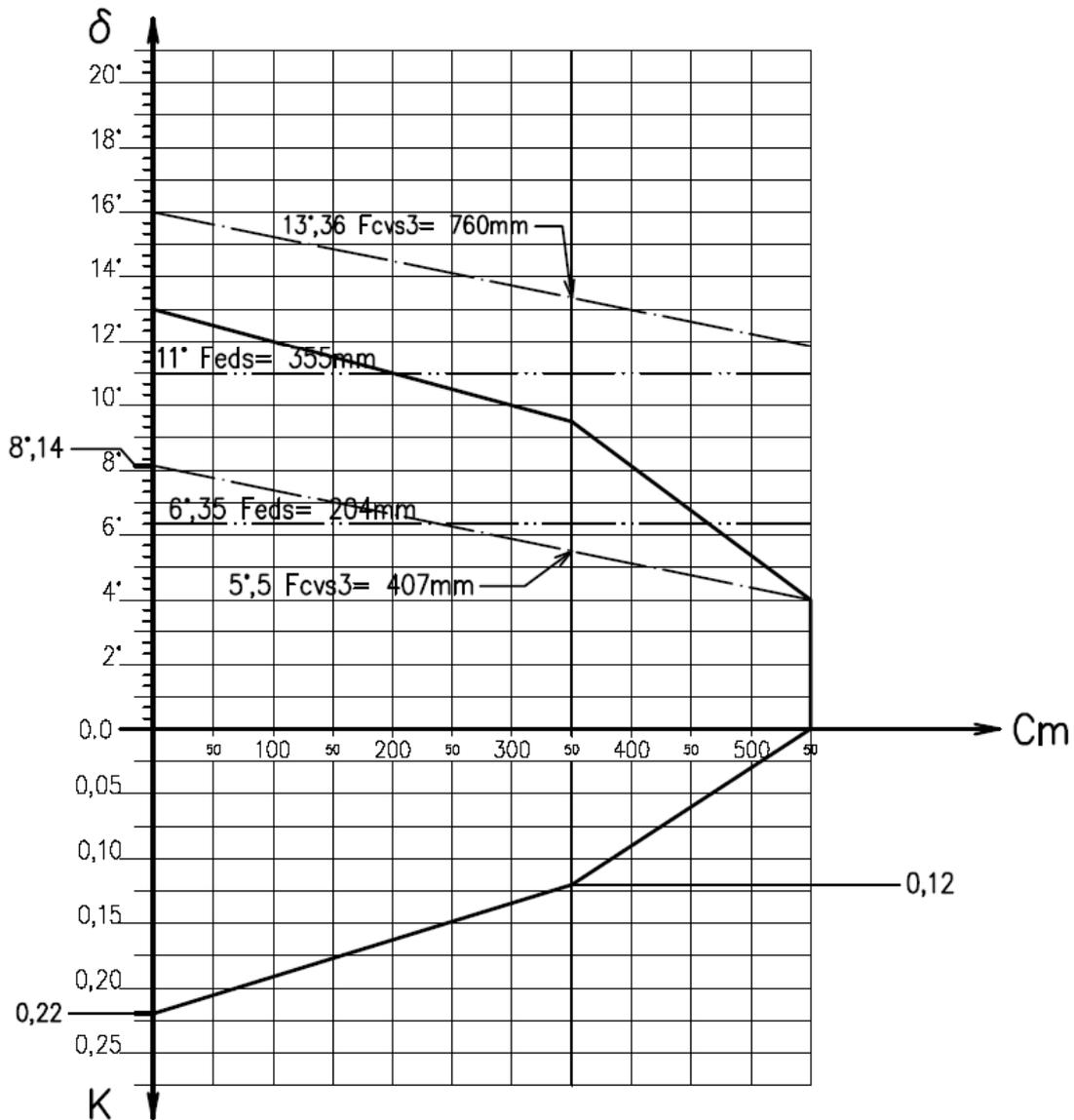
Conduttore All. Acc. $\phi 31,5$ mm "TIRO PIENO" Tiro in EDS=18%R (3034 daN)
 Fune di guardia OPGW $\phi 17,9$ mm con sfere $\phi 600$ mm Tiro in EDS=1537 daN

Prescrizioni Tecniche TERNA UX LS10180 – UX LS10213

H palo = 40700 mm

Prestaz. Nominali

Cm	350 m
δ	9,50
K	0,12



CODICE DIS.

P062DM4112/10

SOSTEGNI TUBOLARI MONOSTELO PER LINEE ELETTRICHE A 132–150 kV

DIAGRAMMA DI UTILIZZAZIONE MECCANICA DEL SOSTEGNO TIPO: MDT 30 ZONA "B"

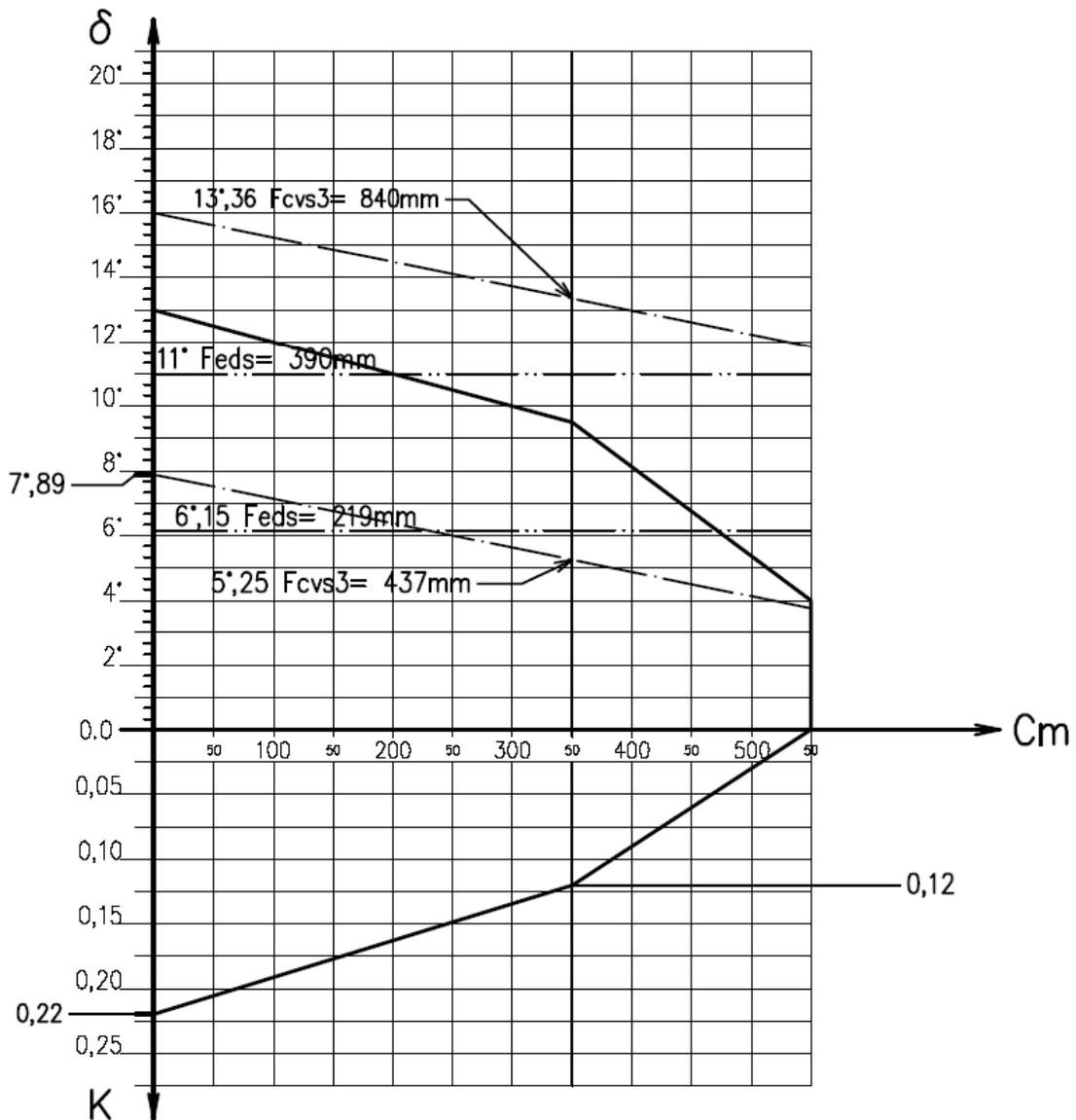
Conduttore All. Acc. $\phi 31,5$ mm "TIRO PIENO" Tiro in EDS=18%R (3034 daN)
 Fune di guardia OPGW $\phi 17,9$ mm con sfere $\phi 600$ mm Tiro in EDS=1537 daN

Prescrizioni Tecniche TERNA UX LS10180 – UX LS10213

H palo = 43700 mm

Prestaz. Nominali

Cm	350 m
δ	9°,50
K	0,12



CODICE DIS.

P062DM4112/12

SOSTEGNI TUBOLARI MONOSTELO PER LINEE ELETTRICHE A 132–150 kV

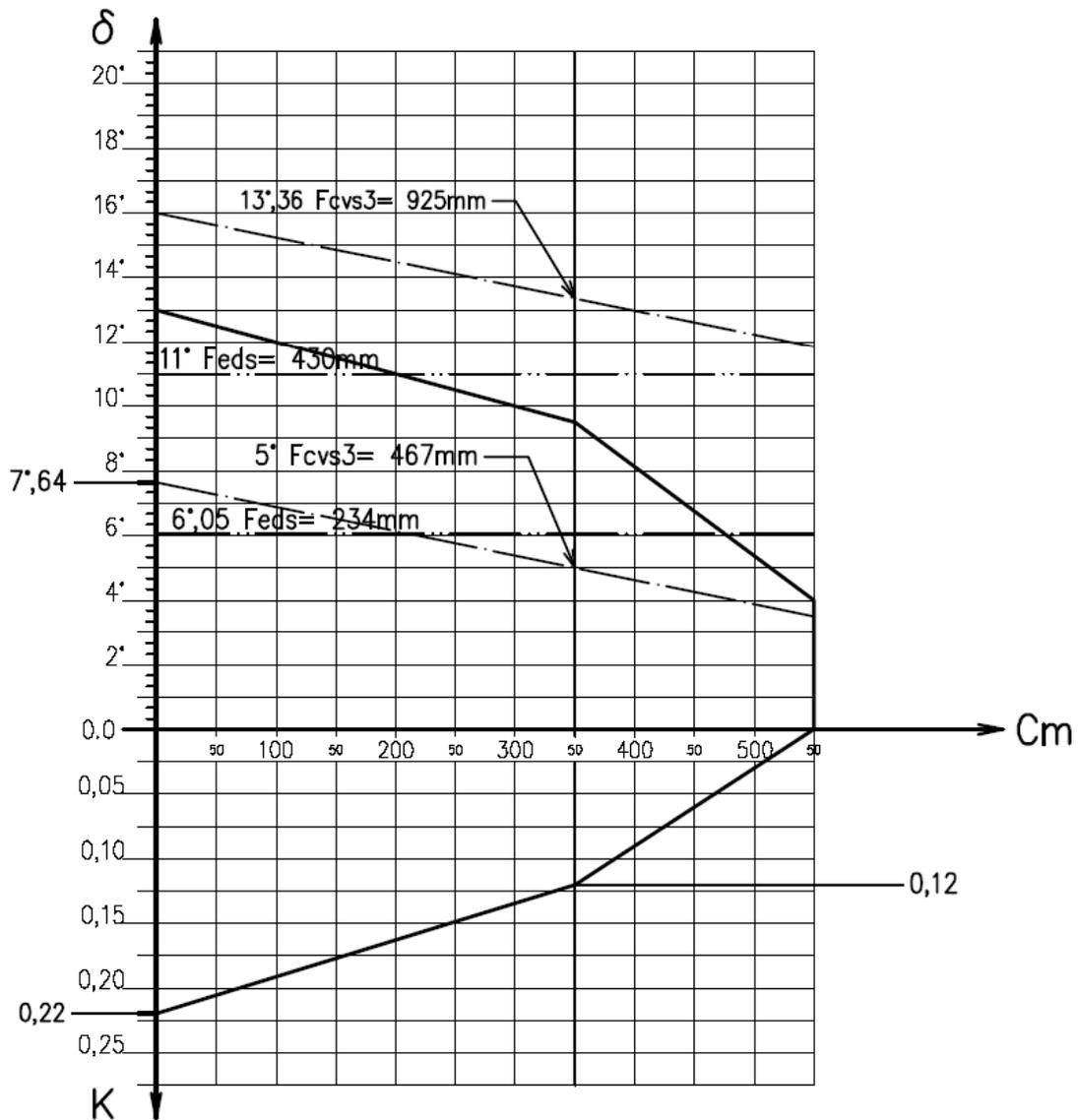
DIAGRAMMA DI UTILIZZAZIONE MECCANICA DEL SOSTEGNO TIPO: M_{DT} 33 ZONA "B"

Conduttore All. Acc. $\phi 31,5$ mm "TIRO PIENO" Tiro in EDS=18%R (3034 daN)
 Fune di guardia OPGW $\phi 17,9$ mm con sfere $\phi 600$ mm Tiro in EDS=1537 daN

Prescrizioni Tecniche TERNA UX LS10180 – UX LS10213

H palo = 46700 mm

Prestaz. Nominali	
Cm	350 m
δ	9°,50
K	0,12



CODICE DIS.

P062DM4112/14

LINEE ELETTRICHE AEREE A 132-150 kV – TIRO PIENO
CONDUTTORI ALLUMINIO – ACCIAIO Ø 31,5 mm – EDS 18% – ZONA “B”

UTILIZZAZIONE DEL “PALO GATTO”
CALCOLO DELLE AZIONI ESTERNE SUL SOSTEGNO

Storia delle revisioni

Rev. 00	del 30/03/2009	Prima emissione
---------	----------------	-----------------

Elaborato		Verificato		Approvato
P. Berardi ING-ILC-COL	L. Alario ING-ILC-COL	A. Posati ING-ILC-COL		R. Rendina ING-ILC

m010CI-LG001-r02

CALCOLO ESEGUITO IN CONFORMITA' AL D.M. DEL 21/03/1988
DI CUI ALLA LEGGE N. 339 DEL 28/06/1986

PER IL CALCOLO DI VERIFICA DEL SOSTEGNO VEDERE
ELABORATO: **CESI prot. A8014758 – Rev.00 – 21/05/2008**

1. CARATTERISTICHE GENERALI

Conduttore	All. Acc. \varnothing 31,5 mm (C2/1)
Corda di guardia	Corda di guardia con fibre ottiche (C50) (*)
Isolatori	A bastone in porcellana ovvero catene rigide di isolatori in vetro disposti in amarro doppio
Tipo fondazione	In calcestruzzo a blocco unico
Tipo di sfera di segnalazione	Diametro 60 cm; peso 5,5 kg; passo di installazione \leq 30 m
Messa a terra	Secondo le norme citate
Larghezza linea	6 m tra i conduttori esterni

2. CONDUTTORI E CORDE DI GUARDIA

2.1 CARATTERISTICHE PRINCIPALI

		CONDUTTORE	CORDA DI GUARDIA
		C2/1	C50
MATERIALE		All. Acc.	Al + Lega di Al + Acciaio
DIAMETRO CIRCOSCRITTO	(mm)	31,5	17,9
SEZIONI TEORICHE	ALLUMINIO	(mm ²)	519,5
	ACCIAIO	(mm ²)	65,80
	TOTALE	(mm ²)	585,30
MASSA UNITARIA	(Kg/m)	1,953	0,820
MODULO DI ELASTICITA'	(N/mm ²)	68000	88000
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE	(1/°C)	19,4 x 10 ⁻⁶	17 x 10 ⁻⁶
CARICO DI ROTTURA	(daN)	16852	10600

2.2 CONDIZIONE BASE E CONDIZIONE DERIVATA

CONDIZIONE BASE

- **EDS:** (Every Day Stress) 15°C, conduttore scarico
In detta condizione il tiro orizzontale è stato assunto costante al variare della campata equivalente della tratta (ovvero della campata reale per la corda di guardia). I valori di tiro per conduttore e corda di guardia sono:

		CONDUTTORE	CORDA DI GUARDIA
		C2/1	C50
TIRO ORIZZONTALE T ₀	(daN)	3034	1537

CONDIZIONE DERIVATA

- **MSA:** -5°C, vento alla velocità di 130 Km/h
- **MSB:** -20°C, vento alla velocità di 65 km/h, manicotto di ghiaccio di 12 mm

(*) Corde di guardia di altra tipologia potranno essere utilizzate purchè vengano rispettati i valori massimi delle azioni trasmesse dalla corda indicata.

In detta condizione i tiri vengono ottenuti risolvendo la equazione del cambiamento di stato:

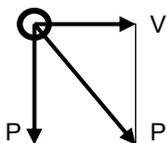
$$\alpha (\Theta_d - \Theta_b) + \frac{1}{SE} (T_d - T_b) = \frac{p'_d{}^2 L^2}{24 T_d^2} - \frac{p'_b{}^2 L^2}{24 T_b^2}$$

Ove:

- Θ_d = Temperatura della condizione derivata
- Θ_b = Temperatura della condizione base
- S = Sezione totale del conduttore
- E = Modulo di elasticità
- T_d = Tiro orizzontale della condizione derivata
- T_b = Tiro orizzontale della condizione base
- P'_d = Carico risultante per metro di conduttore nella condizione derivata
- P'_b = Carico risultante per metro di conduttore nella condizione base
- L = Campata equivalente (*) della tratta nel caso di conduttore ovvero campata reale nel caso di corda di guardia

I valori di spinta del vento per metro di conduttore, di peso per metro di conduttore e di carico risultante per metro di conduttore sono riportati nella seguente tabella:

		CONDUTTORE	CORDA DI GUARDIA
		C2/1	C50
CONDIZIONE EDS	V	0	0
	P	1,9159	0,8044
	P'	1,9159	0,8044
CONDIZIONE MSA	V	2,2249	1,2643 (1,5417)
	P	1,9159	0,8044 (0,9842)
	P'	2,9361	1,4958 (1,8291)
CONDIZIONE MSB	V	0,9800	0,7399 (0,8092)
	P	3,3959	1,8217 (2,0015)
	P'	3,5345	1,9663 (2,1589)



V = spinta del vento per metro di conduttore (daN/m)

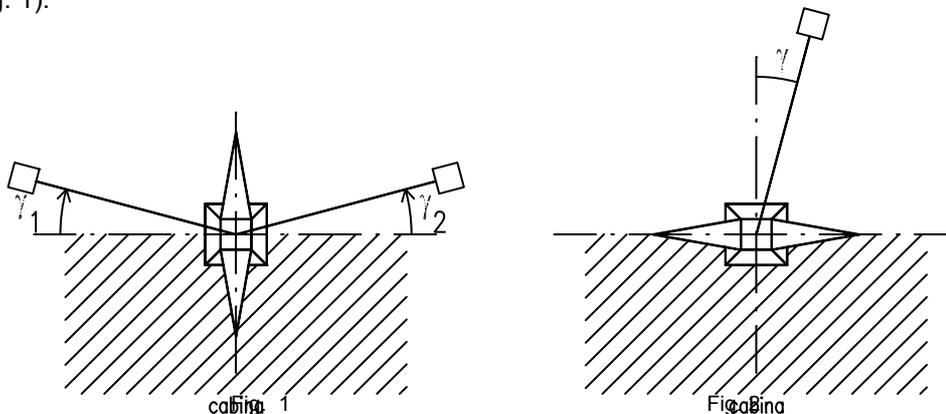
P = peso per metro di conduttore (daN/m)

$P' = \sqrt{v^2 + p^2}$ = carico risultante per metro di conduttore (daN/m)

(*) $L = \sqrt{\frac{\sum Li^3}{\sum Li}}$ ove le Li sono le campate reali comprese fra due successivi amari

3. UTILIZZAZIONE MECCANICA DEL SOSTEGNO

Il sostegno-portale può essere impiegato sia per amarro una sola linea (Fig. 2) sia per amarro di due linee (Fig. 1).



3.1 CASO DI IMPIEGO PER AMARRO DI UNA LINEA

3.1.1 FORMULE PER IL CALCOLO DELLE AZIONI ESTERNE

Il calcolo del sostegno è stato eseguito tenendo conto delle azioni esterne dei conduttori e delle corde di guardia nella ipotesi **MSA**.

Le formule per il calcolo di tali azioni, sia per conduttori che per corde di guardia (supposti integri), sono le seguenti:

$$\text{Conduttori e corde di guardia} \begin{cases} \text{Azione trasversale} & T = v \text{ Cm} + \text{sen } \gamma \text{ T}_0 + t^* & (2) \\ \text{Azione verticale} & P = p \text{ Cm} + K \text{ T}_0 + p^* & (3) \end{cases}$$

Ove:

- v = spinta del vento per metro di conduttore
- p = peso per metro di conduttore i valori di v e di p sono riportati al punto 2.2
- T₀ = tiro orizzontale nel conduttore
- t* = spinta del vento su isolatori e morsetteria
- p* = peso di isolatori e morsetteria

I valori di t* e p* sono riportati nella seguente tabella:

	CONDUTTORE		CORDA DI GUARDIA	
	C2/1		C50	
	t*	p*	t*	p*
MSA (daN)	120	170	0	0
MSB (daN)	30	170	0	0

I valori di T₀ sono riportati nella seguente tabella:

	CONDUTTORE	CORDA DI GUARDIA
	C2/1	C50
TIRO ORIZZONTALE T₀ in MSA (daN)	4650	2807 (3380)
TIRO ORIZZONTALE T₀ in MSB (daN)	5670	3640 (3970)

I suddetti tiri sono stati ottenuti mediante la equazione del cambiamento di stato e rappresentano i massimi valori che il tiro assume nella suddetta ipotesi:

- per i conduttori: in un intervallo di campate equivalenti pari a 200 ÷ 800 m
- per le corde di guardia: in un intervallo di campate reali pari a 100 ÷ 1000 m

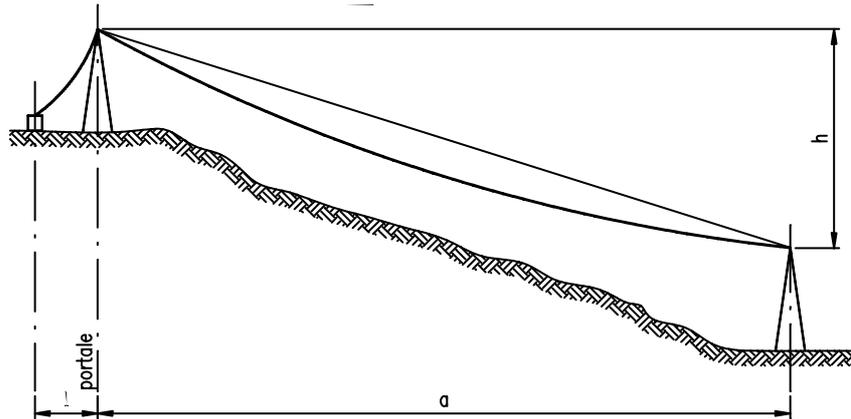
Caratteristiche geometriche del picchetto:

- Cm = campata media (*)
- δ = angolo di deviazione
- K = costante altimetrica (**)

(*) L'espressione di Cm (vedi Fig.3) è la seguente:

$$Cm = \frac{l+a}{2} \text{ potendo senz'altro trascurare il termine } l \text{ si può considerare } Cm = \frac{a}{2}$$

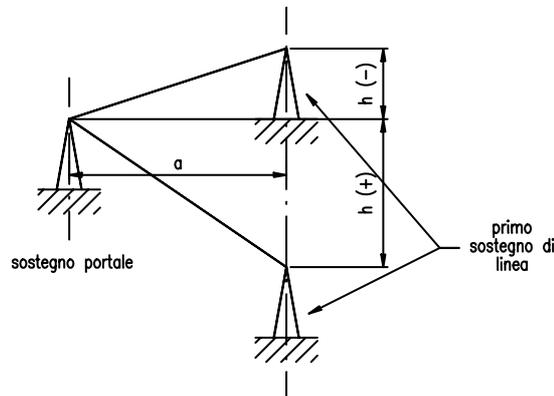
Fig. 3



(**) L'espressione di K (vedi Fig.4) è la seguente:

$$k = \frac{h}{a} \text{ (vedi Fig. 4)}$$

Fig. 4

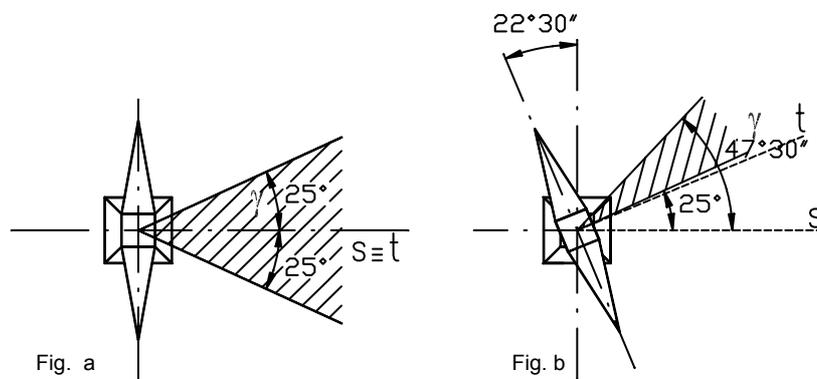


ove le campate "a" hanno sempre segno positivo ed i dislivelli "h" segno positivo o negativo secondo lo schema di Fig.4.

3.1.2 PRESCRIZIONI DI IMPIEGO

Il sostegno può essere impiegato sia con testa montata in posizione "normale" sul fusto, sia con testa montata in posizione ruotata rispetto al fusto di $22^{\circ}30'$ in senso antiorario ovvero in senso orario. Precisamente:

- a) per angoli di deviazione γ compresi fra -25° e $+25^{\circ}$, il sostegno viene impiegato con la testa montata in posizione "normale" sul fusto (vedi Fig. a sulla quale è riportato in tratteggio il settore di impiego).
- b) per angoli di deviazione γ compresi fra $+25^{\circ}$ e $+47^{\circ}30'$ (ovvero fra -25° e $-47^{\circ}30'$), il sostegno viene impiegato con la testa montata in posizione ruotata rispetto al fusto di $22^{\circ}30'$ in senso antiorario (ovvero in senso orario) (vedi Fig. b).



NOTA: In ogni caso non si supera mai un angolo di deviazione di 25° rispetto all'asse "t" normale al piano della finestra del sostegno.

3.1.3 DIAGRAMMI DI UTILIZZAZIONE DEL SOSTEGNO – PORTALE

Diagramma di utilizzazione del sostegno-portale impiegato con testa montata in posizione normale sul fusto.

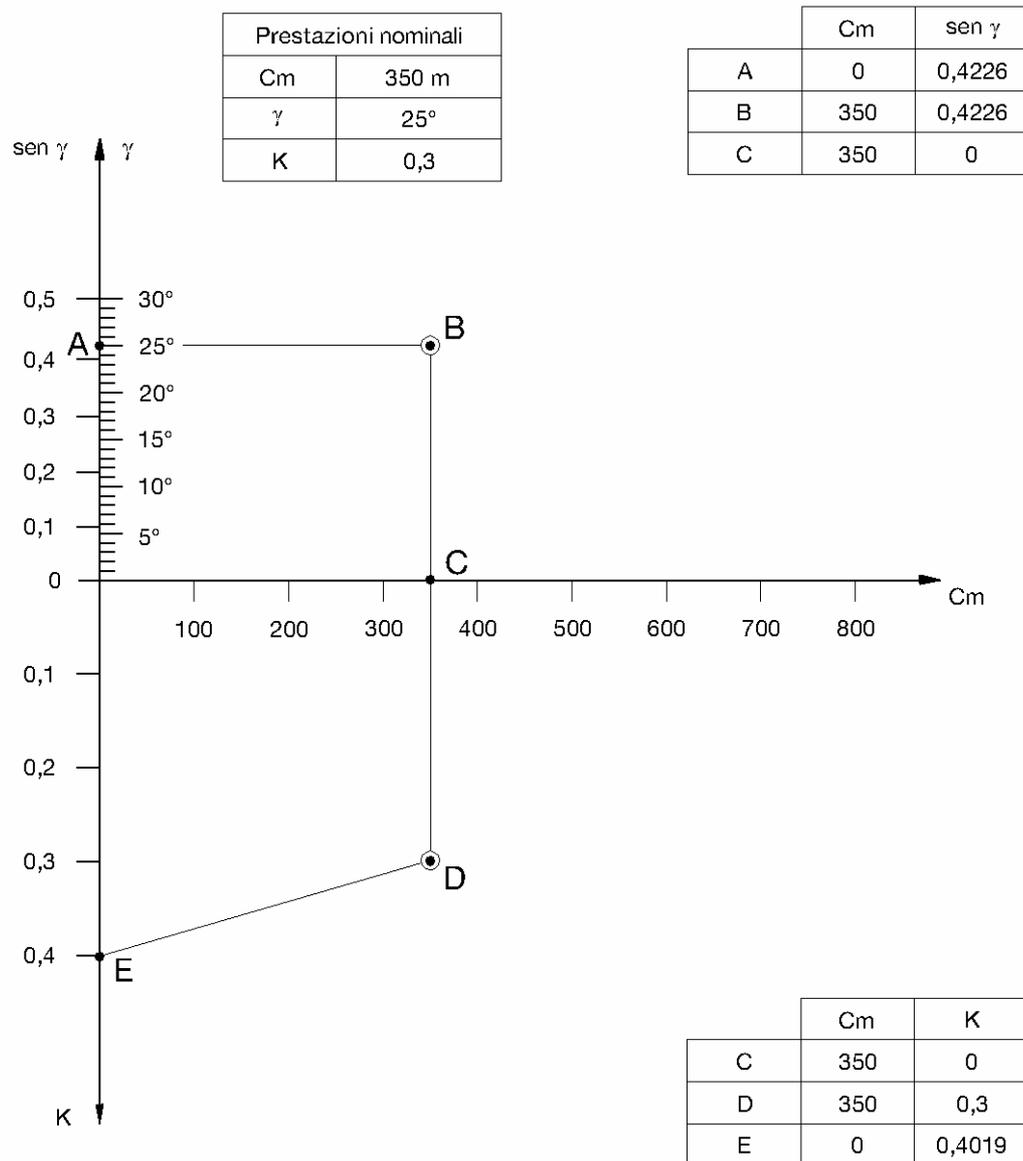


Fig. 5

Diagramma di utilizzazione del sostegno-portale impiegato con testa montata in posizione ruotata sul fusto di $22^{\circ}30'$.

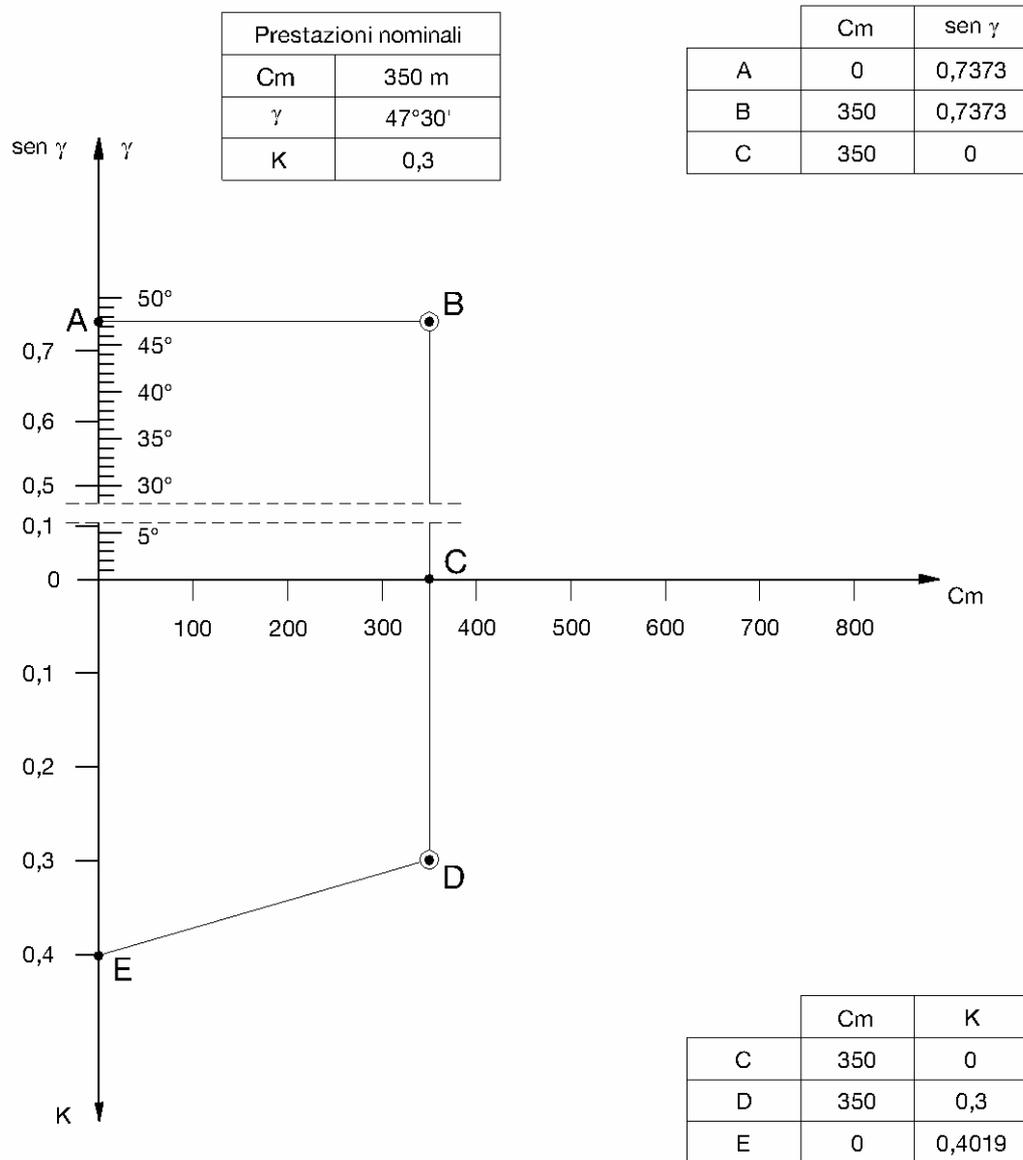


Fig. 6

- Prestazioni verticali del sostegno

Mediante la relazione (3) si può verificare che in entrambi i casi, per tutti i punti compresi nel campo di utilizzazione verticale, l'azione complessiva è inferiore o uguale a quella di calcolo del sostegno riportata in tabella.

- Prestazioni trasversali del sostegno

Mediante la relazione (2) si può verificare che le azioni trasversali di tabella assicurano un angolo di impiego di 25°. Tale valore per il caso a) (testa montata in posizione "normale" sul fusto) rappresenta la prestazione massima del sostegno (vedi diagramma di utilizzazione di Fig. 5).

Per il caso b) (testa montata in posizione ruotata sul fusto) rappresenta la massima prestazione rispetto alla testa del sostegno (vedi nota punto 3.1.2); tenendo conto della rotazione di 22°30' della testa rispetto al fusto, ciò corrisponde ad una prestazione di 47°30' rispetto al fusto stesso (vedi diagramma di utilizzazione di Fig. 6).

3.1.4 AZIONI PER IL CALCOLO DEL SOSTEGNO

Sono state determinate le azioni esterne per il calcolo del sostegno nelle condizioni MSA e MSB, sia nell'ipotesi di conduttori e corde di guardia integri (ipotesi normale), sia nell'ipotesi di rottura di un conduttore o di una corda di guardia.

I valori delle azioni esterne per il calcolo del sostegno in questa condizione di impiego sono riportati nella seguente tabella:

STATO DEI CONDUTTORI	IPOTESI	CONDUTTORE C2/1			CORDA DI GUARDIA C50 (**)		
		T(daN)	P(daN)	L(daN)	T(daN)	P(daN)	L(daN)
MSA	NORMALE	2864	2236	4650	1968	1358	3380
	ECCEZIONALE (*)	0	0	0	0	0	0
MSB	NORMALE	2769	3060	5670	1961	1892	3970
	ECCEZIONALE (*)	0	0	0	0	0	0

(*) Rottura di uno dei tre conduttori o di una delle due corde di guardia.
I valori indicati si riferiscono, ovviamente, al solo conduttore (o corda di guardia) rotto.

(**) Nel caso di utilizzo di corde di guardia di altra tipologia dovrà essere verificato il non superamento dei valori T , P , L, indicati.

Il progetto del sostegno è stato effettuato applicando le azioni di tabella alla testa del sostegno, sia nel caso di impiego del sostegno con testa montata in posizione normale sul fusto, che nel caso di impiego con testa montata in posizione ruotata rispetto al fusto di 22° 30'.

3.2 CASO DI IMPIEGO PER AMARRO DI DUE LINEE

3.2.1 FORMULE PER IL CALCOLO DELLE AZIONI ESTERNE

Il calcolo del sostegno è stato eseguito tenendo conto delle azioni esterne dei conduttori e delle corde di guardia nella ipotesi **MSA** e **MSB**.

Le formule per il calcolo di tali azioni, sia per conduttori che per corde di guardia (supposti integri), sono le seguenti:

$$\text{Conduttori e corde di guardia} \begin{cases} \text{Azione trasversale} & T = v C_m + 2 \operatorname{sen} \gamma / 2 T_0 + t^* \quad (2') \\ \text{Azione verticale} & P = p C_m + K T_0 + p^* \quad (3') \end{cases}$$

Ove:

C_m = campata media
 γ = angolo di deviazione
 K = costante altimetrica

Le caratteristiche geometriche del picchetto:

L'espressione di C_m è la seguente:

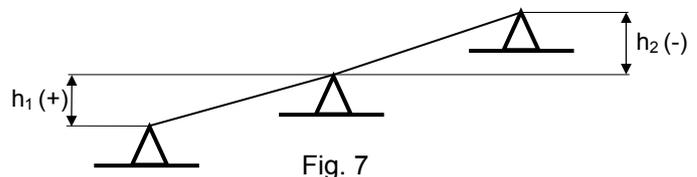
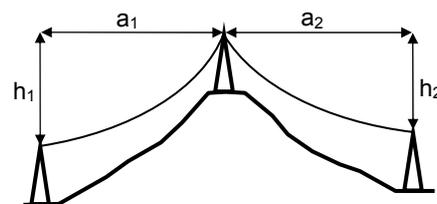
$$C_m = \frac{a_1 + a_2}{2} \quad (\text{vedi Fig. 7})$$

L'espressione di γ è la seguente:

$$\gamma = \gamma_1 + \gamma_2 \quad (\text{vedi Fig. 1})$$

L'espressione di K è la seguente:

$$k = \frac{h_1}{a_1} + \frac{h_2}{a_2} \quad (\text{vedi Fig. 7})$$



ove le campate "a" hanno sempre segno positivo ed i dislivelli "h" segno positivo o negativo secondo lo schema di Fig. 7

3.2.2 PRESCRIZIONI DI IMPIEGO

In questo caso il sostegno verrà sempre impiegato con la testa montata in posizione "normale" sul fusto.

Ciascuno dei due angoli γ_1 e γ_2 (non necessariamente uguali tra loro) non dovrà superare i 25° e potrà essere orientato solamente dal lato esterno della cabina.

3.2.3 DIAGRAMMA DI UTILIZZAZIONE DEL SOSTEGNO - PORTALE

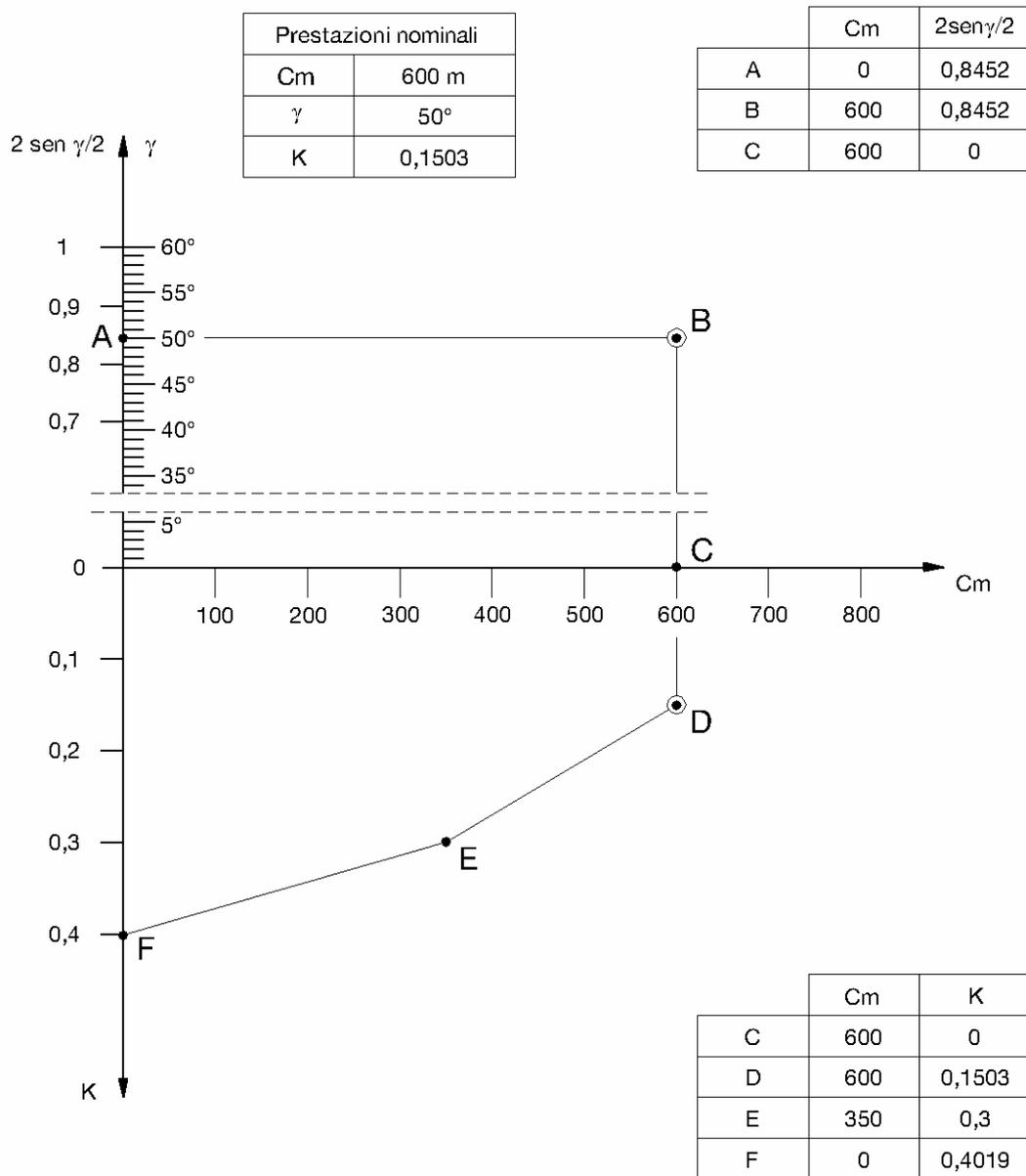


Fig. 8

Mediante le relazioni (2') e (3') si può verificare che per tutte le terne di prestazioni geometriche (C_m, γ, K), tali che il punto (C_m, γ) sia compreso "nel campo di utilizzazione trasversale" ed il punto (C_m, K) sia compreso nel "campo di utilizzazione verticale" le azioni trasversali e verticali (sia per conduttori che per corde di guardia) nelle condizioni MSA e MSB risultano inferiori od uguali a quelle considerate per il calcolo del sostegno in questo caso di impiego e riportate nella tabella al punto 3.2.4.

3.2.4 AZIONI PER IL CALCOLO DEL SOSTEGNO

Sono state determinate le azioni esterne per il calcolo del sostegno nelle condizioni MSA e MSB, sia nell'ipotesi di conduttori e corda di guardia integri (ipotesi normale) sia nell'ipotesi di rottura di un conduttore o di una corda di guardia (ipotesi eccezionale).

- Ipotesi normale

Azioni trasversali:

sono stati considerati i massimi valori che si verificano nelle più gravose condizioni di impiego del sostegno (v. diagramma di utilizzazione)

Azioni longitudinali:

sia per i conduttori che per le corde di guardia è stato considerato uno squilibrio di tiro per tenere conto rispettivamente della diversa lunghezza delle campate equivalenti delle due tratte adiacenti al sostegno (conduttori) e della diversa lunghezza delle campate reali adiacenti al sostegno (corda di guardia).

Per i conduttori, d'altra parte, lo squilibrio considerato è largamente cautelativo, nel senso che è sicuramente superiore a quello corrispondente ad una differenza tra le campate equivalenti comunque grande.

Per la corda di guardia invece si dovrà invece verificare mediante la (1) in corrispondenza di ciascun picchetto che l'effettiva differenza di tiro (nelle condizioni MSA e MSB) sia minore o uguale del valore dello squilibrio considerato per il calcolo.

Per un'indagine rapida sono stati costruiti i diagrammi di Fig. 9.

Riportando in ascisse la campata maggiore L_M tra le due adiacenti al sostegno e in ordinata la minore L_m , se il punto di coordinate (L_M, L_m) sta al disopra del diagramma la verifica è positiva, poiché lo squilibrio di tiro è minore di quello di calcolo.

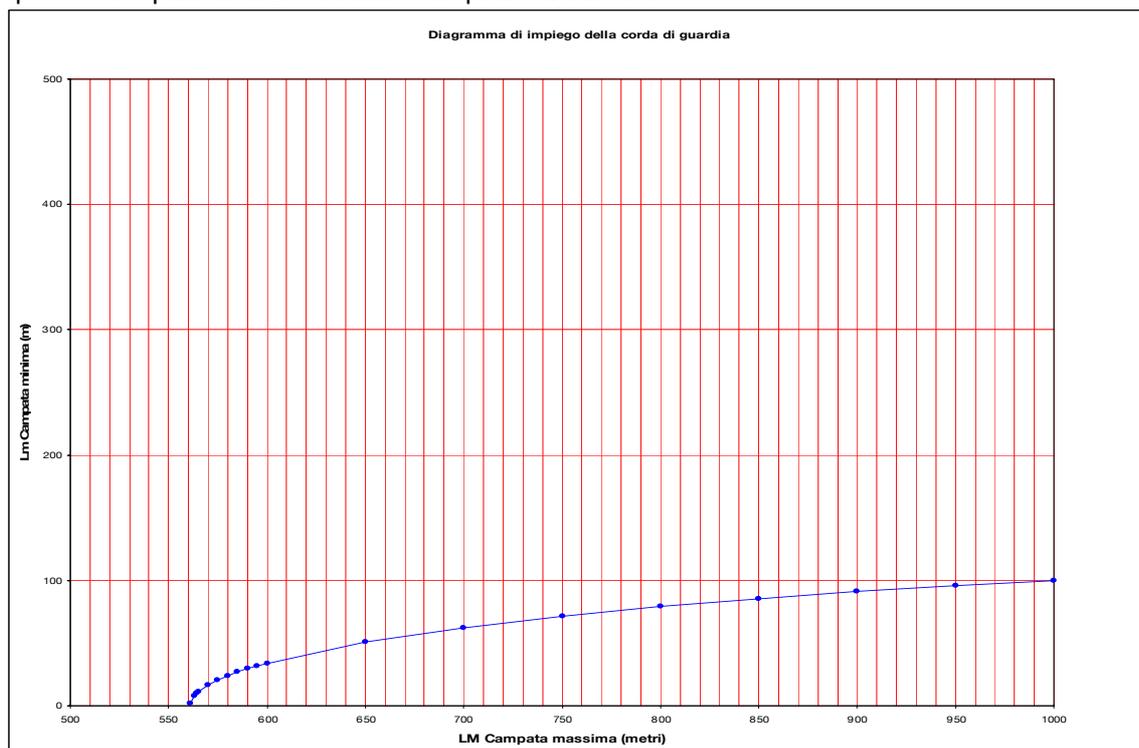


Fig. 9

- Ipotesi eccezionale

Azioni trasversali e verticali:

i valori sono stati ottenuti dimezzando le corrispondenti azioni in ipotesi normale, per i conduttori tali valori non risultano essere la metà in quanto nelle due ipotesi sono state mantenute costanti la spinta del vento su isolatori e morsetteria (t^*) e il loro peso (p^*).

Azioni longitudinali:

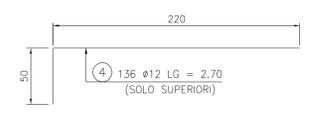
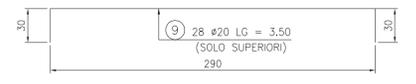
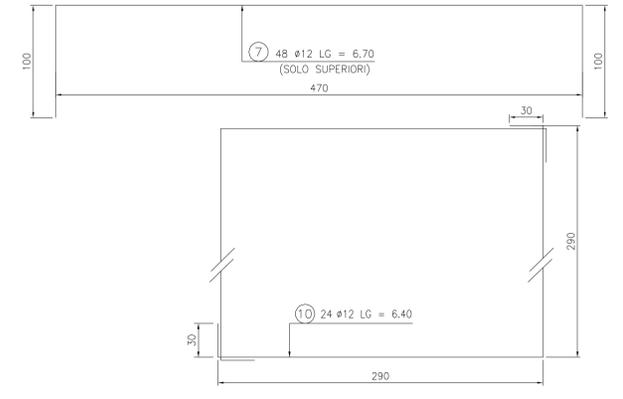
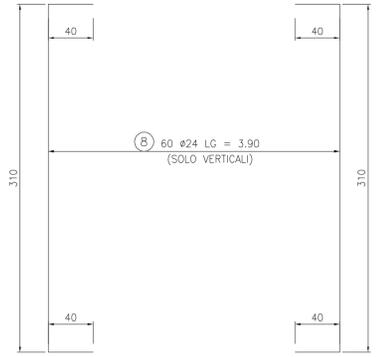
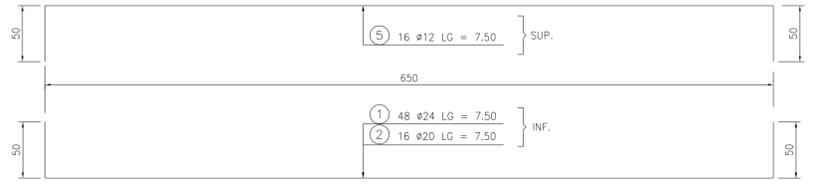
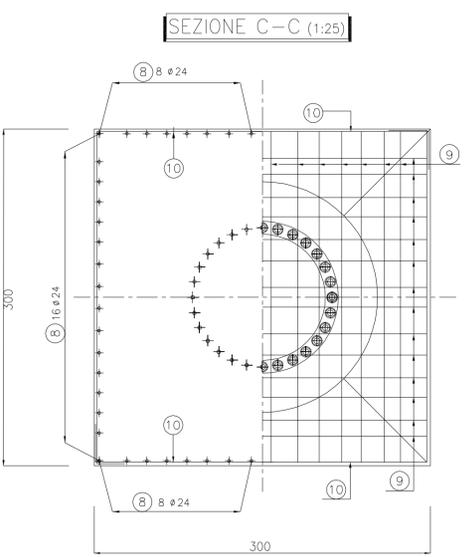
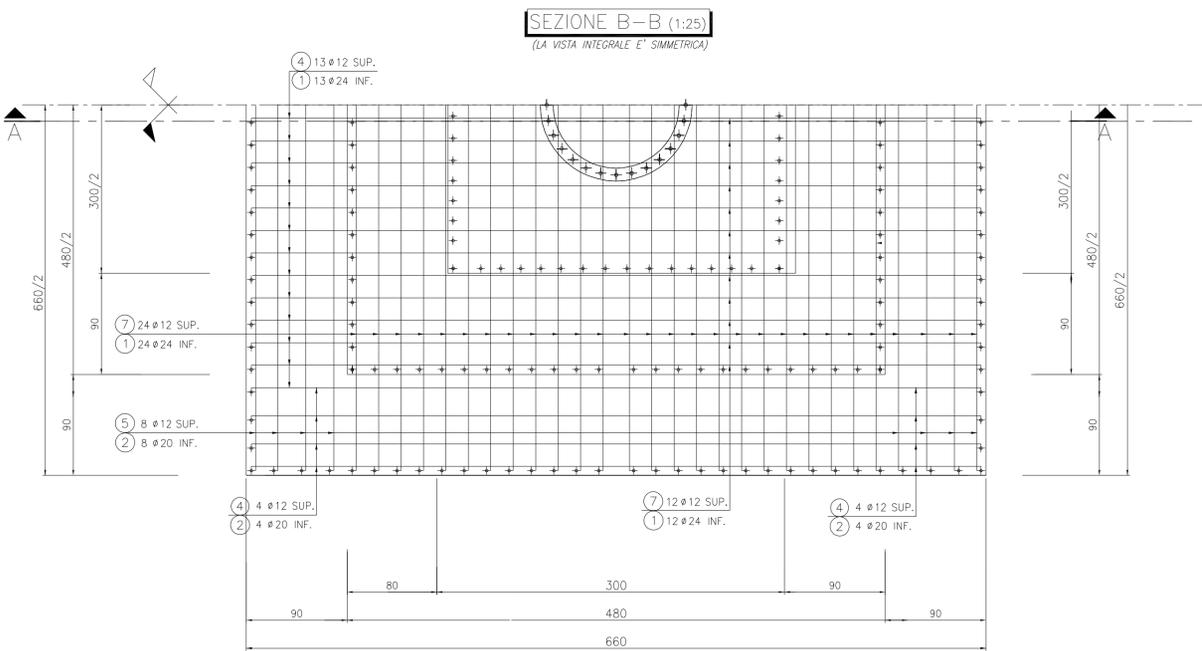
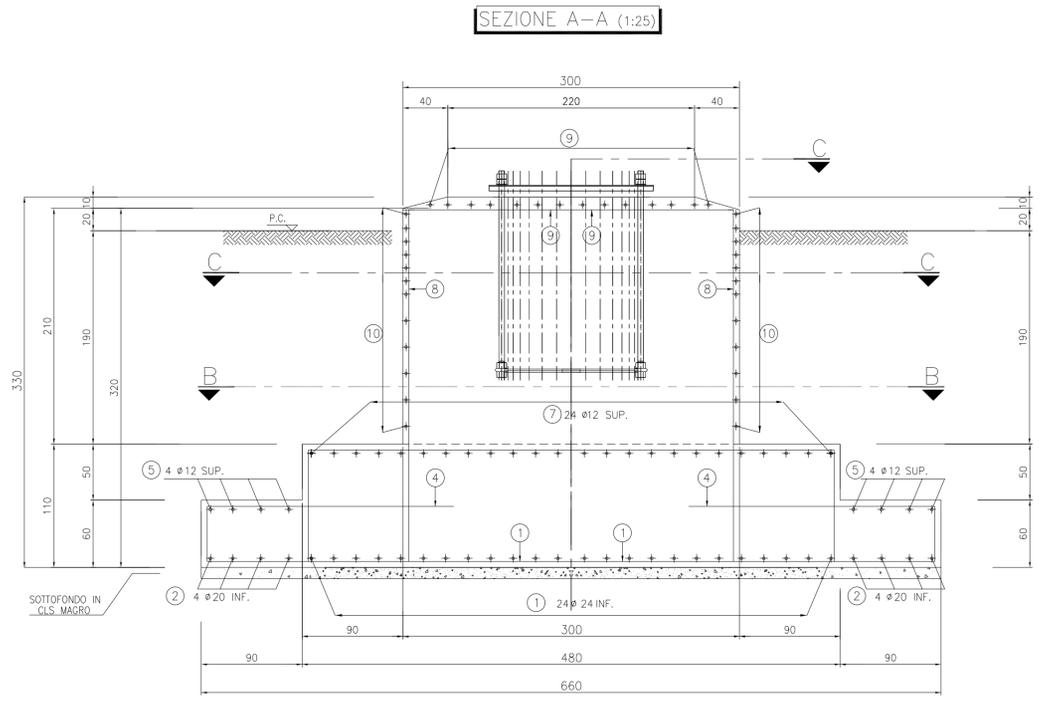
sono state assunte pari al tiro T_0 .

I valori delle azioni esterne per il calcolo del sostegno in questa condizione di impiego sono riportati nella seguente tabella:

STATO DEI CONDUTTORI	IPOTESI	CONDUTTORE C2/1			CORDA DI GUARDIA C50 (**)		
		T(daN)	P(daN)	L(daN)	T(daN)	P(daN)	L(daN)
MSA	NORMALE	5385	2236	220	3782	1358	1100
	ECCEZIONALE (*)	2753	1203	4650	1891	679	3380
MSB	NORMALE	5410	3060	100	3841	1892	1300
	ECCEZIONALE (*)	2720	1615	5670	1921	946	3970

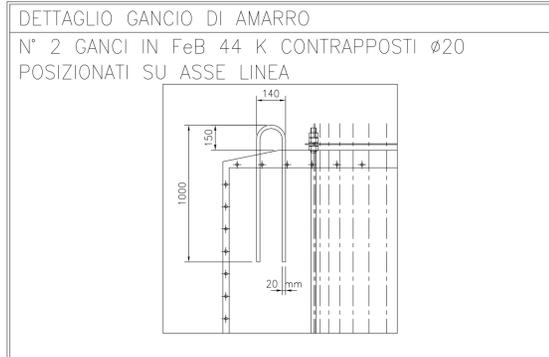
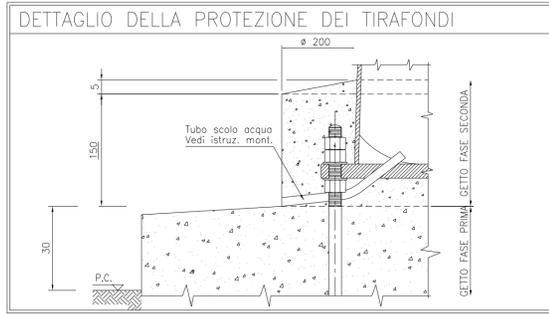
(*) Rottura di uno dei tre conduttori o di una delle due corde di guardia.
I valori indicati si riferiscono, ovviamente, al solo conduttore (o corda di guardia) rotto.

(**) Nel caso di utilizzo di corde di guardia di altra tipologia dovrà essere verificato il non superamento dei valori T , P , L, indicati.



DISTINTA DI TAGLIO ARMATURA FONDAZIONE					
MARCA	DIAMETRO (Ø)	N° PEZZI	LG. TAGLIO (m)	LG. TOT. (m)	PESO KG.
1	24	48	7.50	360.0	1278.4
2	20	16	7.50	120.0	295.9
4	12	136	2.70	367.2	326.1
5	12	16	7.50	120.0	106.6
7	12	48	6.70	321.6	285.6
8	24	60	3.90	234.0	830.9
9	20	28	3.50	98.0	241.7
10	12	24	6.40	153.6	136.4
PESO TOTALE ARMATURA					3501.5 KG.

VOLUME SCAVO	: 139.4 MC.
VOLUME CALCESTRUZZO	: 56.6 MC.
VOLUME CALCESTRUZZO MAGRO	: 8.7 MC.
LE DIMENSIONI DELLE QUOTE SONO IN CENTIMETRI	
CALCESTRUZZO FONDAZIONE CLASSE C20/25	
ACCIAIO PER C.A. B450 C	
COPRIFERRO MINIMO = 5 Cm. (7 Cm. sullo spigolo dell' elevazione)	
NOTE - MATERIALI	POS: 1 ÷ 7



3					
2					
1	SISTEMATO MAGRONE	12/05/11	BOTTARELLI	ROSSETTI	CHIUSI
	EMISSIONE	30/07/08	ZANETTI	ROSSETTI	CHIUSI
REV.	EDIZIONE	DATA	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO

NUMERO E DATA ORDINE: SAP 3000025297 del 18/03/2008



REVISIONI	N.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO
01	12/05/11		SISTEMATO MAGRONE	SIDERPAU	P. BEBARDI	A. ROSATI
00	30/07/08		Prima emissione	SIDERPAU	P. BEBARDI	A. ROSATI

TIPOLOGIA DELL'ELABORATO	CODIFICA DELL'ELABORATO	
DIS. COSTRUTTIVO	FPT660	
PROGETTO	TITOLO	
LINEA 132 kV VAL D'OSSOLA SUD	LINEE 132/150 kV UNIFICATE TUBOLARI MONOSTELO	
RICAVATO DAL DOC. TERNA	DISEGNO COSTRUTTIVO FONDAZIONE	
P060RG000	PDISEGNO FONDAZIONE 8	
CLASSIFICAZIONE DI SICUREZZA		

NOME DEL FILE	SCALA CAD	FORMATO	SCALA	FOGLIO
FPT660_00.dwg	1 unità = NA mm	NA	NA	1 / 1

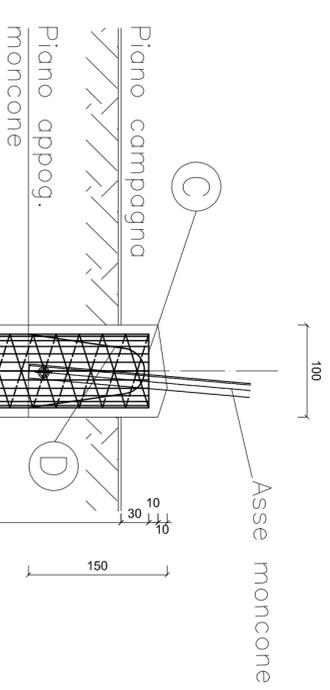
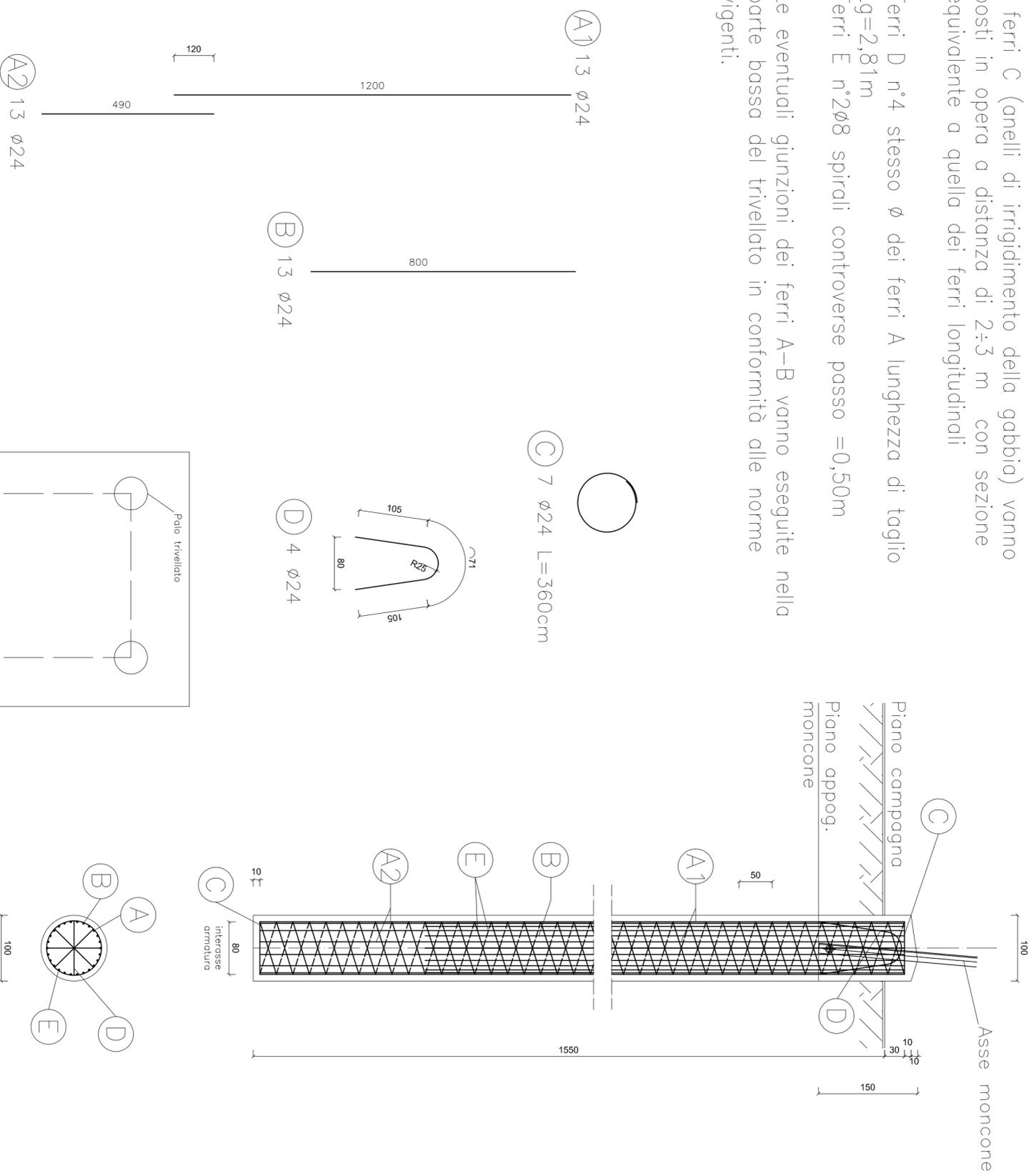
Questo documento contiene informazioni di proprietà Terna S.p.A. e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. È vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Terna S.p.A.
This document contains 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.

FONDAZIONE SU PALI TRIVELLATI PER SOSTEGNI A TRALICCIO PALO GATTO H18 132KV – CONDUTTORE Ø31,5 TIRO PIENO

I ferri C (anelli di irrigidimento della gabbia) vanno posti in opera a distanza di 2÷3 m con sezione equivalente a quella dei ferri longitudinali

Ferri D n°4 stesso ϕ dei ferri A lunghezza di taglio $L_g=2,81m$
Ferri E n°2Ø8 spirali controverse passo =0,50m

Le eventuali giunzioni dei ferri A–B vanno eseguite nella parte bassa del trivellato in conformità alle norme vigenti.



MATERIALI UTILIZZATI:

Calcestruzzo per fondazioni: Classe 25/30; $R_{ck}>300$ MPa Classe d'esposizione XC2 Classe di consistenza S3 Dimensione max inerti 24mm Acciaio in barre per c.a.: B450C; f_y, nom 450 MPa	Copifero minimo: Staffe: 5 cm Armatura longitudinale: 5 cm Lunghezza di sovrapposizione: $\geq 40\phi$ Raggio di curvatura: 6Ø per ferri longitudinali 4Ø per staffe e ganci
---	---

PRESCRIZIONI COSTRUTTIVE:

- Eventuali modifiche dovranno essere comunicate alla DD.LL. per le considerazioni del caso

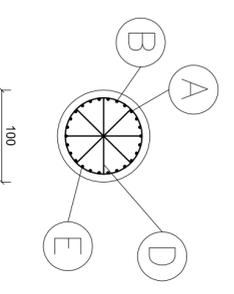
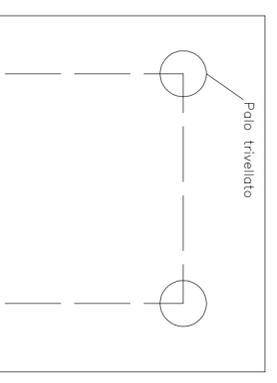
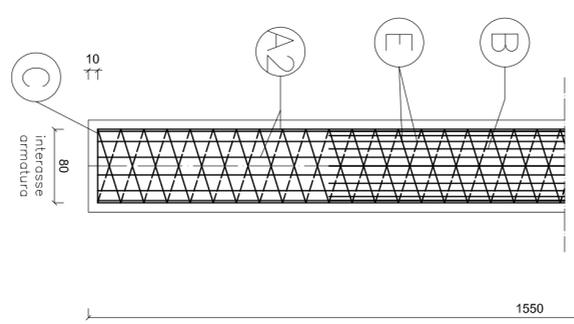
ARMATURA X SINGOLO TRIVELLATO

MARCA	ϕ (mm)	N°	L. unit (m)	L. tot (m)	Peso/m (kg/m)	Peso tot (kg)
A1	24	13	12	156,00	3,551	554,0
A2	24	13	4,9	63,70	3,551	226,2
B	24	13	8,0	104,00	3,551	369,3
C	24	7	3,6	25,2	3,551	89,5
D	24	4	2,81	11,24	3,551	39,9
E	8	2	84	168,00	0,395	66,4
TOTALE						1345,2

CLS X SINGOLO TRIVELLATO

TRIVELLATO	L (m)	ϕ (m)	Volume (m³)
TRIVELLATO	13,9	1,0	12,5

Le quantità sono riferite al singolo palo trivellato



Le quote sono espresse in cm

REVISIONI

N°	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO
00	29/10/2012	PRIMA EMISSIONE	Studio Bettiol	Continuità	

REVISIONI

N°	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO
00	29/10/2012	PRIMA EMISSIONE	Studio Bettiol	Continuità	

**STUDIO DI INGEGNERIA
BETTIOLO Ing. LINO**

TIPOLOGIA DELL'ELABORATO	DECRI10007CGL00019
ESECUTIVO	DECRI10007CGL00019
PROGETTO	TE-CR-10-007
RICAVATO DAL DOC. TERMA	TE-CR-10-007
CLASSIFICAZIONE DI SICUREZZA	Disegno fondazione speciale n° 1 Fondazione su pali trivellati - Palo gatto H18 cond. 31,5 TP

TERMA RETE ITALIA

NOME DEL FILE	SCALA CAD	FORMATO	SCALA	FOGLIO
DECRI10007CGL00019.dwg	1 unità = 1 mt.	A2	1:30	1 / 1

Questo documento contiene informazioni di proprietà Terma S.p.A. e deve essere utilizzato esclusivamente in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. È vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza il permesso scritto di Terma S.p.A. This document contains information proprietary to Terma 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 Terma S.p.A. is prohibiti.