

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

**Appendice "E"**

**Componenti elettrodotti aerei a 220 kV ST e DT**



**Storia delle revisioni**

Rev. 00	Del 15/09/2016	Prima emissione

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

m010CI-LG001-r02

### Conduttori e Armamenti

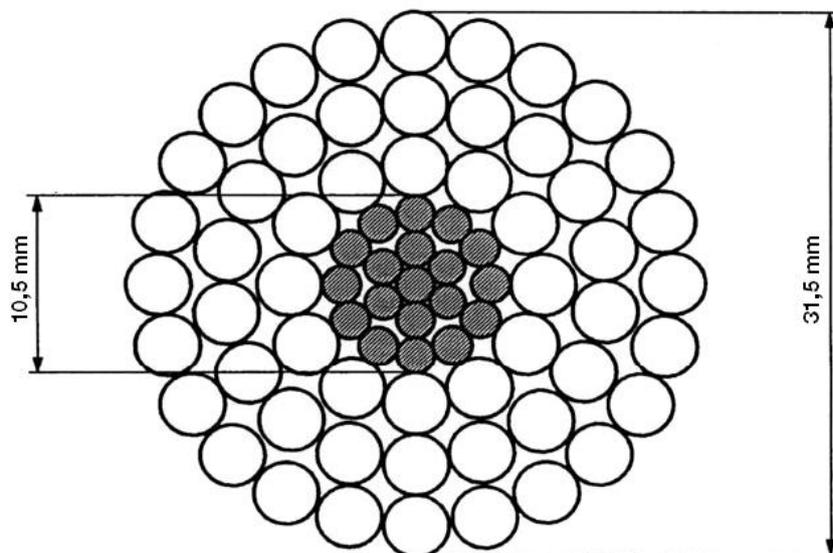
CODIFICA	REV	DATA	DESCRIZIONE DOCUMENTO
LIN_000000C2	00	07/2012	Conduttore a corda di All.-Acc. Ø 31,5 mm
LIN_000000C6	00	07/2012	Conduttore a corda di All.-Acc. Ø 34,6 mm
LIN_000000C59	00	06/2012	Fune di guardia con 48 fibre ottiche Ø11,5 mm
LIN_000000J1	01	11/2015	Isolatori cappa e perno di tipo normale in vetro temprato
LIN_000000J2	01	11/2015	Isolatori cappa e perno di tipo antisale in vetro temprato
LM131	04	07/1994	Linee 220 kV armamento per amarro semplice del conduttore All.-Acc. Ø31,5
LM132	04	07/1994	Linee 220 kV armamento per amarro doppio del conduttore All.-Acc. Ø31,5
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
LIN_0000S963	00	06/2012	Sostegni tipo E
LIN_0000S964	00	06/2012	Gruppi mensole per sostegni tipo E
UL00241	00	12/2006	Utilizzazione del sostegno "E" Linea elettrica aerea a 220 kV Doppia Terna Conduttori Ø 31,5 - EDS 18 % - Zona "B"

### Fondazioni

CODIFICA	REV	DATA	DESCRIZIONE DOCUMENTO
DECR10007CGL00035	00	10/2012	Fondazione su pali trivellati - Sostegno 220 kV DT E30



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 <sup>2</sup> )	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 <sup>2</sup> )		6800	6800
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE (K <sup>-1</sup> )		19,4 x 10 <sup>-6</sup>	19,4 x 10 <sup>-6</sup>

(\*) 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	<b>A. Posati</b> 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).

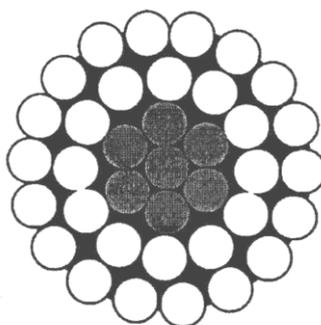
### 4. Unità di misura: l'unità di misura con la quale deve essere espressa la quantità del materiale è la massa in chilogrammi (Kg).

### 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.

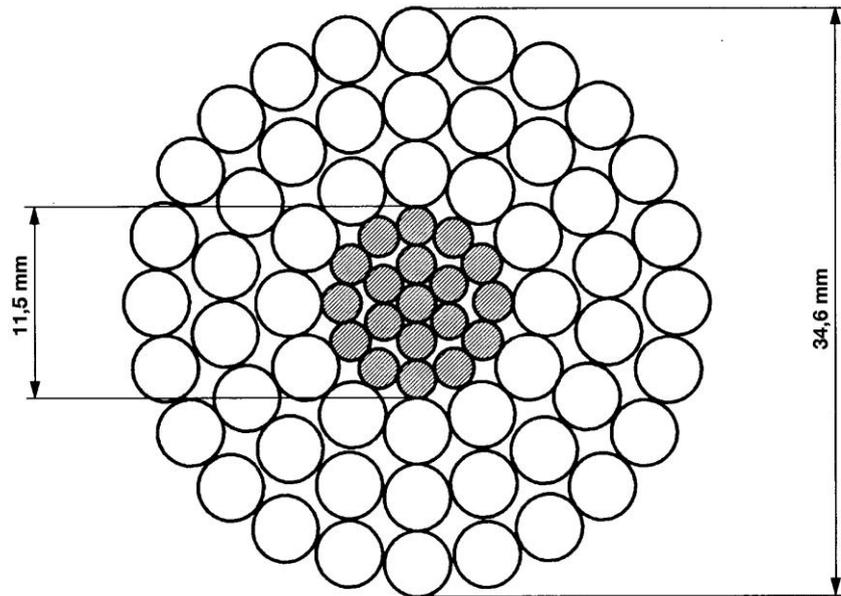


Cfr. Norma CEI EN 50182:2002 Caso 4 Figura B.1, annesso B

### 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.



FORMAZIONE	Alluminio	54 x 3,85
	Acciaio	19 x 2,3
SEZIONI TEORICHE (mm <sup>2</sup> )	Alluminio	628,64
	Acciaio	78,94
	Totale	707,58
MASSA TEORICA (Kg/m)		2,358
RESISTENZA ELETTR. TEORICA A 20°C (Ω/km)		0,04598
CARICO DI ROTTURA (daN)		20050
MODULO ELASTICO FINALE (daN/mm <sup>2</sup> )		6800
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE (K <sup>-1</sup> )		19,4 x 10 <sup>-6</sup>

**NOTE**

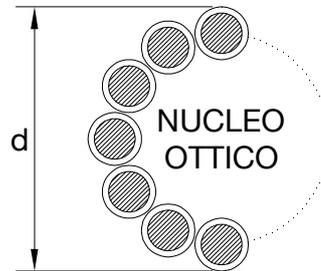
1. Materiale: anima in acciaio tipo 170 (CEI 7-2:1997) zincato a caldo; mantello esterno in alluminio ALP E 99,5 UNI 3950:1957.
2. Prescrizioni per la costruzione, il collaudo e la fornitura: LIN\_000C3905.
3. Imballo e pezzature: bobine da 2.000 m (salvo diversa prescrizione in sede di ordinazione).
4. Unità di misura: l'unità di misura con la quale deve essere espressa la quantità del materiale è la massa in chilogrammi (Kg).

**Storia delle revisioni**

Rev. 00	del 02/07/2012	Il documento, redatto in prima emissione, aggiorna e sostituisce il documento ENEL LC6 ed. 3 del Gennaio 1995.
---------	----------------	--

**ISC – Uso INTERNO**

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



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

**NOTE**

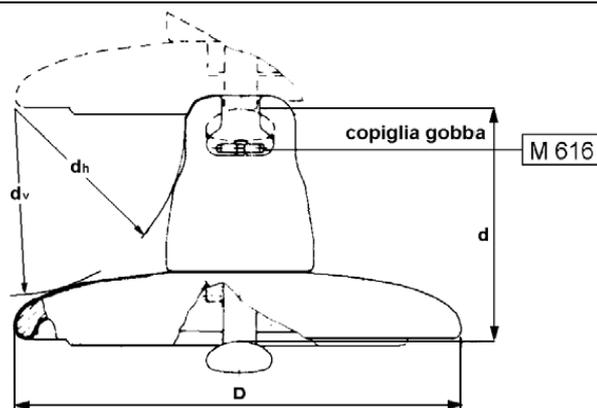
1. Prescrizioni per la costruzione ed il collaudo: LIN\_000C3907
2. Imballo e pezzature: bobine da 4000 m (salvo diversa prescrizione in sede di ordinazione).
3. Unità di misura: la quantità del materiale deve essere espressa in m.
4. Sigillatura: eseguita mediante materiale termoresistente e autovulcanizzante.

**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 <sup>3</sup> )		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; 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).

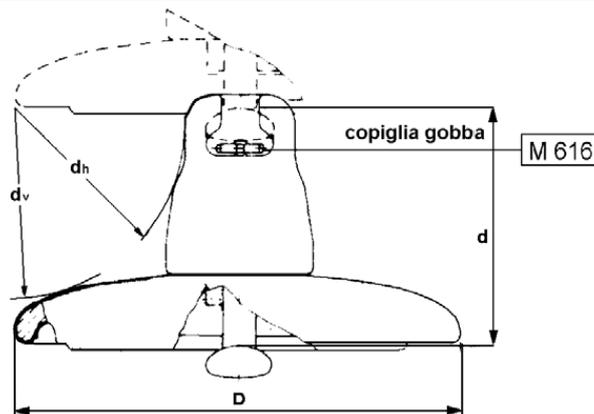
#### Storia delle revisioni

Rev. 00	del 30/03/2012	Il documento, redatto in prima emissione, aggiorna e sostituisce il documento 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



<b>TIPO</b>		<b>2/1</b>	<b>2/2</b>	<b>2/3</b>	<b>2/4</b>
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 <sup>3</sup> )		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	<b>A. Posati</b> ING-TSS-STL

m05I0001SG-r00

UNIFICAZIONE

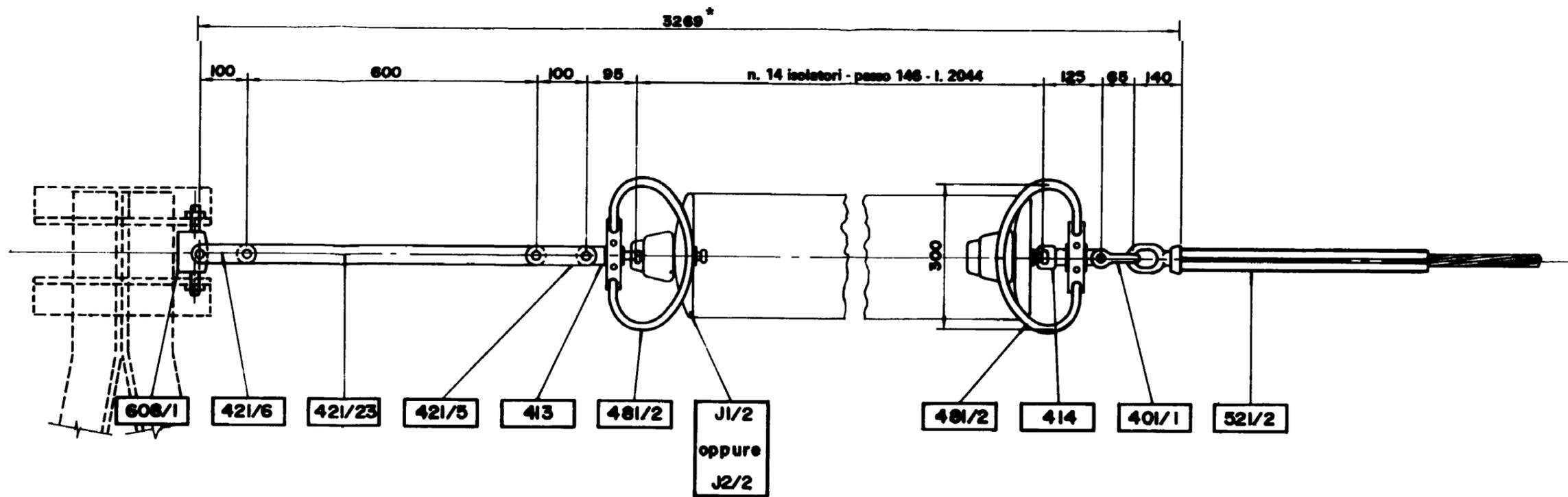
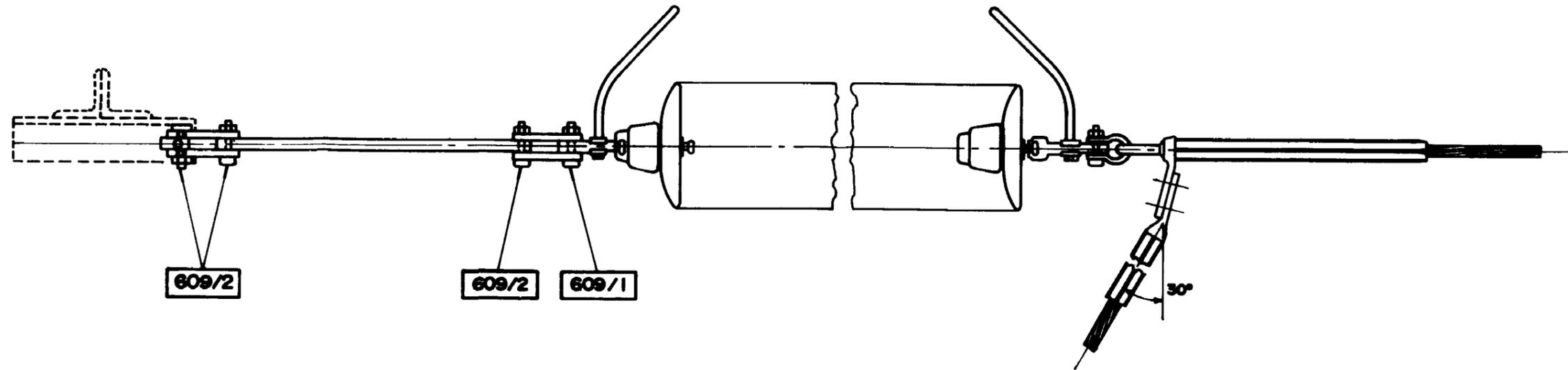
**ENEL**

LINEE A 220 kV  
ARMAMENTO PER AMARRO SEMPLICE  
DEL CONDUTTORE IN ALL. - ACC. Ø 31,5

25 XX AN

**LM 131**

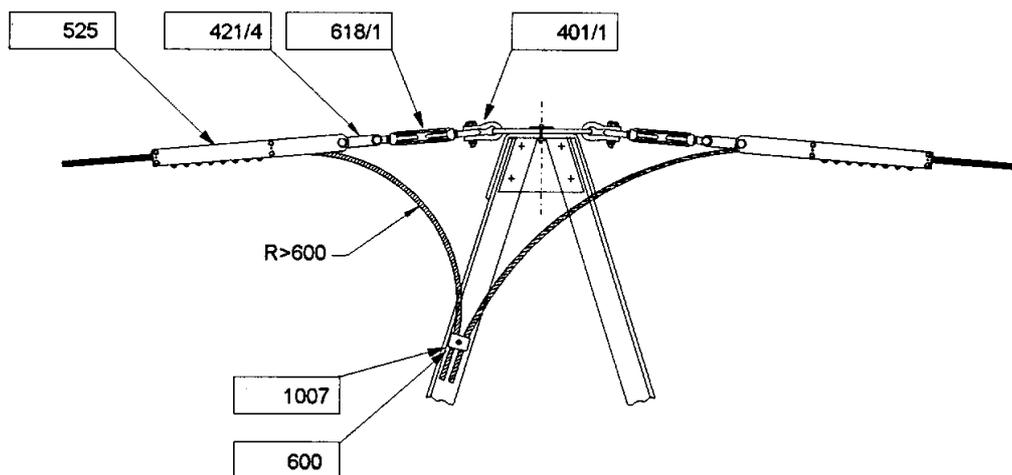
Luglio 1994  
Ed. 4-1/1



\* La quota aumenta di 584 mm nel caso di impiego di n° 18 isolatori J 2/2 (vedi J 123)

DCO - AITC - UNITÀ INGEGNERIA IMPIANTISTICA 2





**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.

**ELEMENTI STRUTTURALI COMPONENTI I SOSTEGNI**

SOSTEGNI (**)	TIPO	RIF.	Mensole	Parte comune	TRONCHI								Base	Piedi ±0 (n. 4 pezzi)	
					I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII			
<b>ELEMENTI STRUTTURALI (*)</b>															
	E12	963/1		2E771 (4494)	2E774 (2822)	-	-	-	-	-	-	-	-	2E779 (1554)	2E788 (1799)
	E15	963/2		2E771 (4494)	2E774 (2822)	-	-	-	-	-	-	-	-	2E780 (2852)	2E789 (1705)
	E18	963/3		2E771 (4494)	2E774 (2822)	2E775 (2238)	-	-	-	-	-	-	-	2E781 (2040)	2E790 (1842)
	E21	963/4		2E771 (4494)	2E774 (2822)	2E775 (2238)	-	-	-	-	-	-	-	2E782 (3606)	2E791 (1688)
	E24	963/5		2E771 (4494)	2E774 (2822)	2E775 (2238)	2E776 (2854)	-	-	-	-	-	-	2E783 (2654)	2E792 (1639)
	E27	963/6		2E771 (4494)	2E774 (2822)	2E775 (2238)	2E776 (2854)	-	-	-	-	-	-	2E784 (3798)	2E793 (1973)
	E30	963/7		2E771 (4494)	2E774 (2822)	2E775 (2238)	2E776 (2854)	2E777 (2643)	-	-	-	-	-	2E785 (2893)	2E794 (2322)
	E33	963/8		2E771 (4494)	2E774 (2822)	2E775 (2238)	2E776 (2854)	2E777 (2643)	-	-	-	-	-	2E786 (4329)	2E795 (2973)
	E36	963/9		2E771 (4494)	2E774 (2822)	2E775 (2238)	2E776 (2854)	2E777 (2643)	2E778 (3426)	-	-	-	-	2E787 (2275)	2E796 (3380)

Per le mensole  
vedere doc.  
LIN\_0000S964

(\*) - I pesi sono espressi in kg

- Il peso dei singoli elementi strutturali, indicato tra parentesi, è comprensivo della zincatura e dei dispositivi anticaduta

- Dal calcolo sono esclusi i monconi

- I pesi complessivi per ogni allungato sono riportati nel documento LIN\_00510025

- Le fondazioni e i monconi sono riportati nei documenti 220DTINFDN, 220DTINFON, 220DTINMNC

(\*\*) - Ogni sostegno viene indicato con TIPO (con la lettera corrispondente al tipo di sostegno, seguita dall'altezza utile) e con RIF. (con riferimento al nome del documento, seguito da un progressivo, come da LIN\_000000000) che contraddistingue la sua composizione.

**Storia delle revisioni**

Rev. 00	del 28/06/2012	Il documento, redatto in prima emissione, aggiorna e sostituisce il documento Terna LS963 rev. 04 del 10/04/2007 (P.Berardi, L.Alario, A.Posati, R.Rendina)
---------	----------------	---

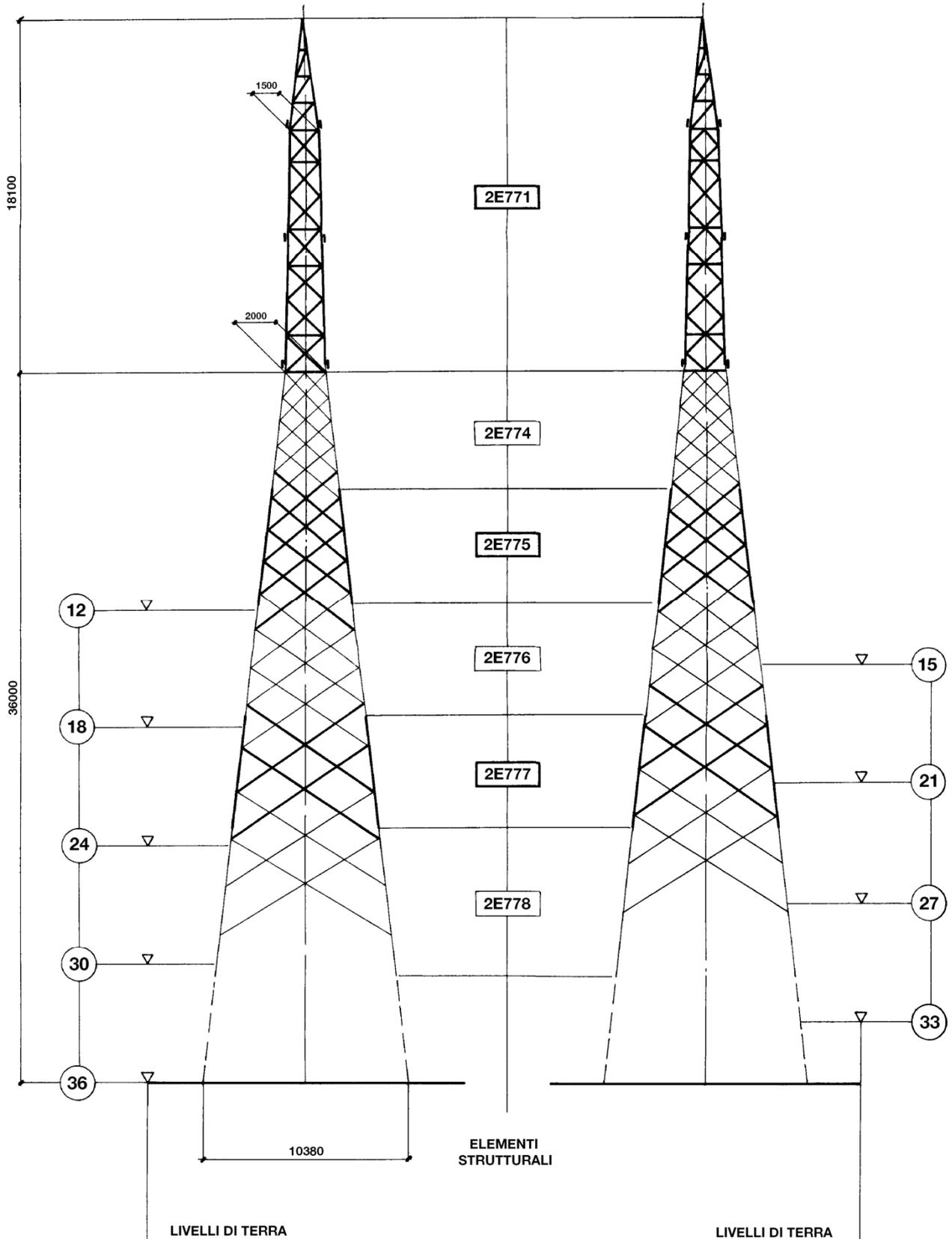
**ISC - Uso INTERNO**

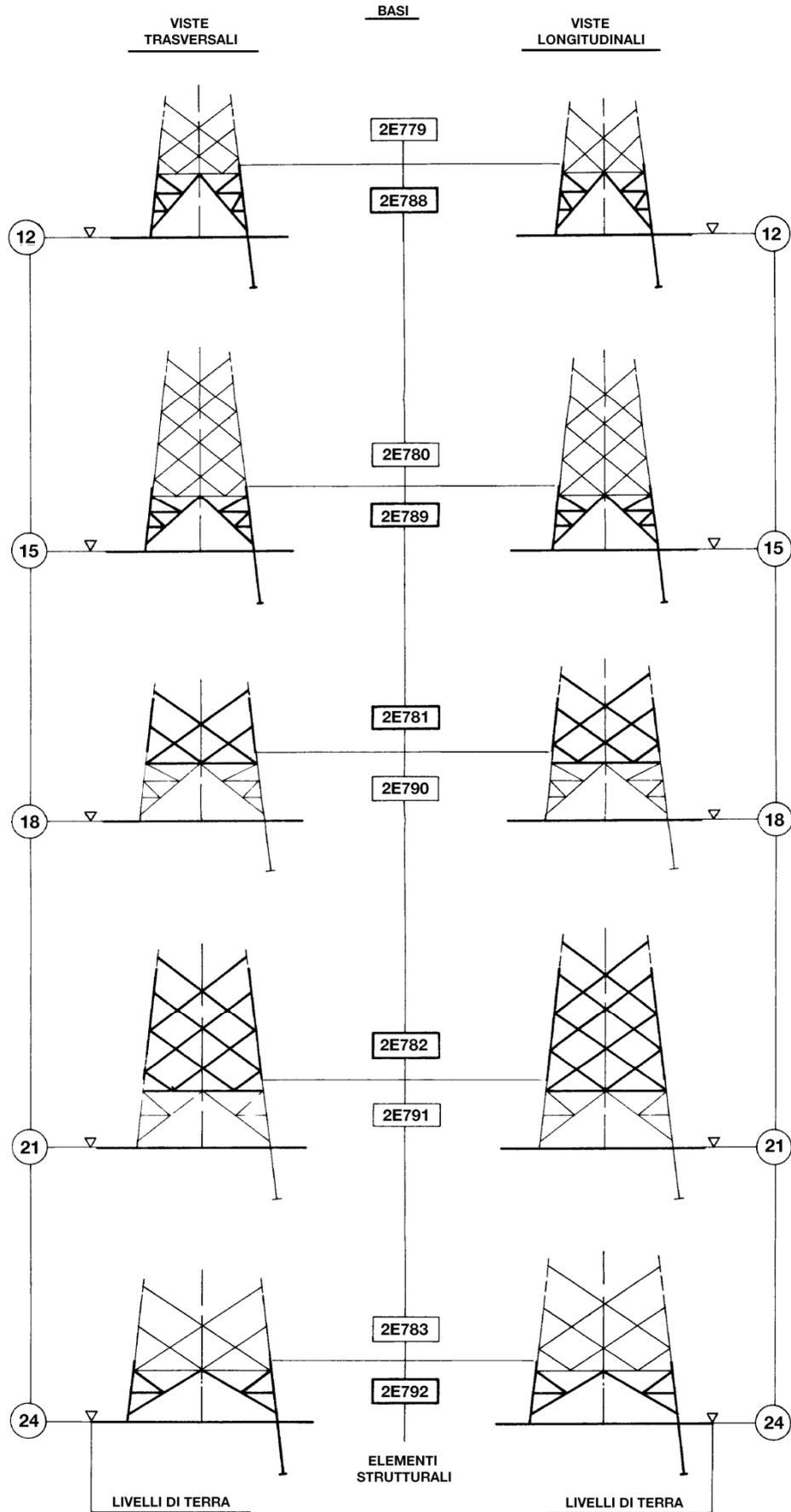
Elaborato	Verificato	Approvato
ITI s.r.l.	P. Berardi SRI-SVT-LAE	A. Posati SRI-SVT-LAE

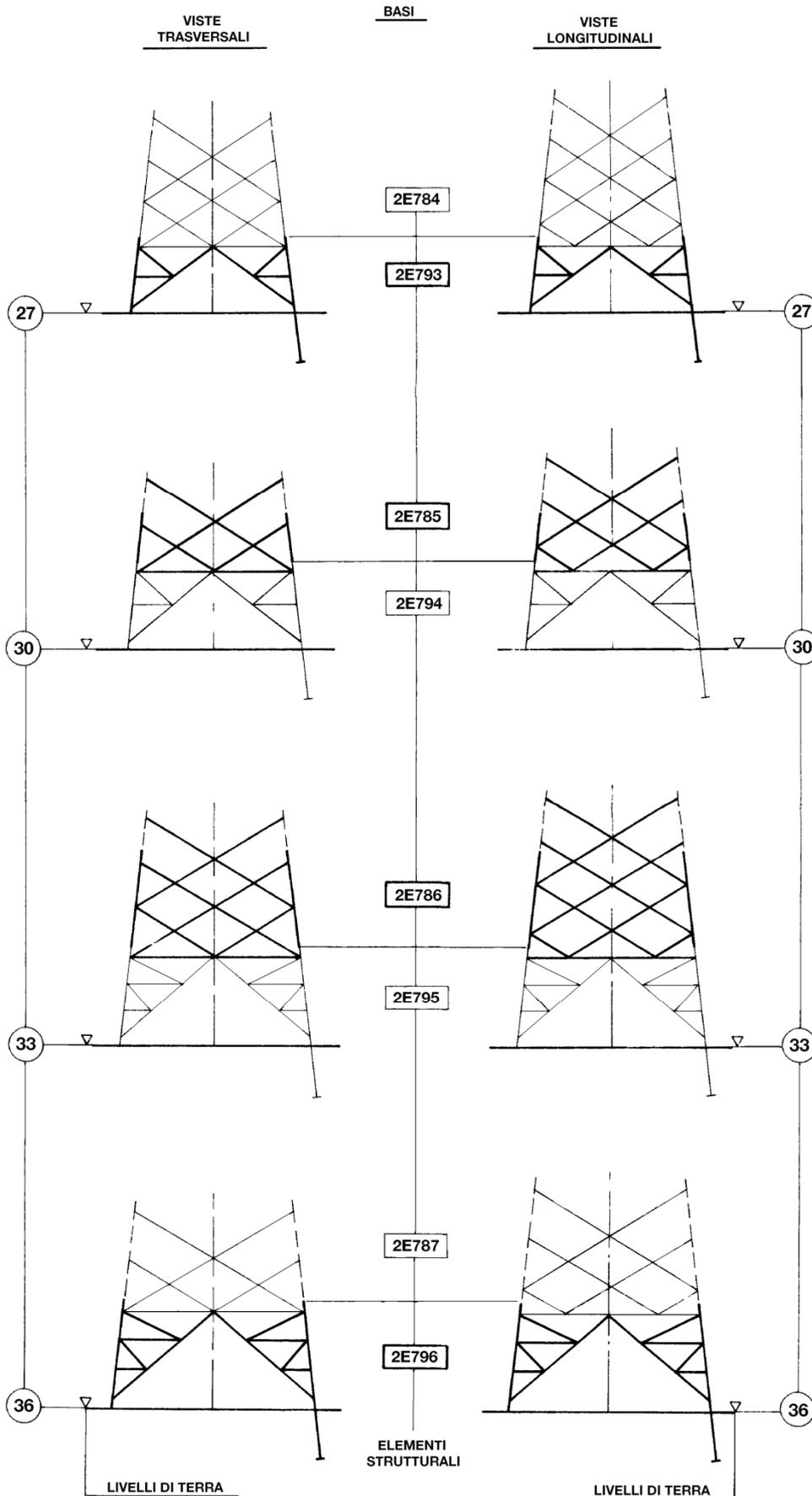
Questo documento contiene informazioni di proprietà di Terna Rete Italia Gruppo Terna S.p.A. e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. E' vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Terna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

**VISTA TRASVERSALE**

**VISTA LONGITUDINALE**







ALTERNATIVA MENSOLE	RIF.		ELEMENTO STRUTTURALE N.
0	964/1		<b>2E772</b>
Q	964/2		<b>2E773</b>

**Storia delle revisioni**

Rev. 00	del 28/06/2012	Il documento, redatto in prima emissione, aggiorna e sostituisce il documento Terna LS964 rev. 04 del 10/04/2007 (P.Berardi, L.Alario, A.Posati, R.Rendina)
---------	----------------	---

**ISC – Uso INTERNO**

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

**UTILIZZAZIONE DEL SOSTEGNO "E"**  
CALCOLO DELLE AZIONI ESTERNE SUL SOSTEGNO

**LINEA ELETTRICA AEREA A 220 kV DOPPIA TERNA**

CONDUTTORI Ø 31,5 mm – EDS 18% - ZONA "B"

**Storia delle revisioni**

Rev. 00	del 04/12/06	
---------	--------------	--

Elaborato	Verificato	Approvato
L. Alario IMI/SVT/INL	L. Alario IMI/SVT/INL	R. Rendina IMI/SVT/INL

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. A6032490 – Rev.0 – Dicembre 2006**

## 1) CARATTERISTICHE GENERALI

Conduttore	All. Acc. Ø 31,5 mm ( <b>RQUT0000C2/1</b> )
Corda di guardia	Acciaio rivestito di alluminio Ø 17,9 mm ( <b>LC 50/1</b> )
Isolatori	Vetro temprato a cappa e perno in catene di 14 elementi nelle sospensioni semplici e di 14 elementi nelle sospensioni doppie e amarri.
Tipo fondazione	In calcestruzzo a piedini separati
Tipo sfera di segnalazione aerea	Diametro 60 cm; peso 5,5 Kg; passo di installazione ≤ 30 m.
Messa a terra	Secondo le norme citate
Larghezza linea	9,7 m tra i conduttori esterni

## 2) CONDUTTORI E CORDA DI GUARDIA

2.1 CARATTERISTICHE PRINCIPALI		CONDUTTORE	CORDA DI GUARDIA
		RQUT0000C2/1	LC 50/1
MATERIALE		All. Acc.	Acc.rivestito di All.
DIAMETRO CIRCOSCRITTO	(mm)	31,5	17,9
SEZIONI TEORICHE	ALLUMINIO	(mm <sup>2</sup> )	519,5
	ACCIAIO	(mm <sup>2</sup> )	65,80
	TOTALE	(mm <sup>2</sup> )	583,30
MASSA UNITARIA	(Kg/m)	1,953	0,820
MODULO DI ELASTICITA'	(N/mm <sup>2</sup> )	68000	88000
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE	(1/°C)	19,4 X 10 <sup>-6</sup>	17 X 10 <sup>-6</sup>
CARICO DI ROTTURA	(daN)	16852	10600

(\*\*) All.+Lega All.

### 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
	RQUT0000C2/1	LC 50/1
<b>TIRO ORIZZONTALE T<sub>0</sub></b> (daN)	<b>3034</b>	<b>1480</b>

#### - CONDIZIONE DERIVATA

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

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

(\*) 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:

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

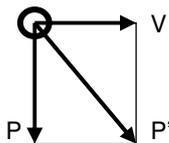
Ove:

- $\Theta_d$  = Temperatura della condizione derivata
- $\Theta_b$  = 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
		RQUT0000C2/1	LC 50/1 (**)
CONDIZIONE <b>EDS</b>	V	0	0
	P	1,9159	0,8044
	P'	1,9159	0,8044
CONDIZIONE <b>MSA</b>	V	2,2249	1,2643 (1,5417)
	P	1,9159	0,8044 (0,9842)
	P'	2,9361	1,4985 (1,8291)
CONDIZIONE <b>MSB</b>	V	0,9800	0,7399 (0,8092)
	P	3,3959	1,8217 (2,0015)
	P'	3,5345	1,9663 (2,1589)

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



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

#### 3.1 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 nelle due 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:

$$\text{Conduttori} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Azione trasversale} \quad T = v C_m + 2 \operatorname{sen} \delta/2 T_0 + t^* \quad (2) \\ \text{Azione verticale} \quad P = p C_m + K T_0 + p^* \quad (3) \end{array} \right.$$

Ove:

- v = spinta del vento per metro di conduttore
- p = peso per metro di conduttore i valori di v e di p sono riportati in 2.2
- t\* = spinta del vento su isolatori e morsetteria
- p\* = peso di isolatori e morsetteria
- T<sub>0</sub> = tiro orizzontale nel conduttore

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

		CONDUTTORE		CORDA DI GUARDIA	
		t*	p*	t*	p*
<b>MSA</b>	(daN)	<b>160</b>	<b>280</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>MSB</b>	(daN)	<b>40</b>	<b>280</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

T<sub>0</sub> =Tiro orizzontale nel conduttore

I valori di T<sub>0</sub> sono riportati nella seguente tabella:

		CONDUTTORE	CORDA DI GUARDIA
		RQUT0000C2/1	LC 50/1 (**)
<b>MSA</b>	(daN)	<b>4680</b>	<b>2708 (3261)</b>
<b>MSB</b>	(daN)	<b>5670</b>	<b>3517 (3832)</b>

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

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

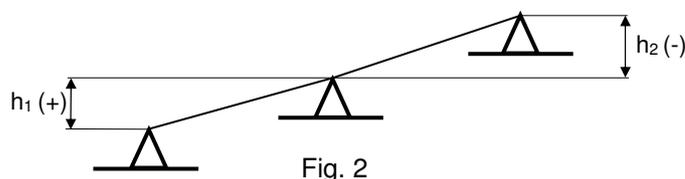
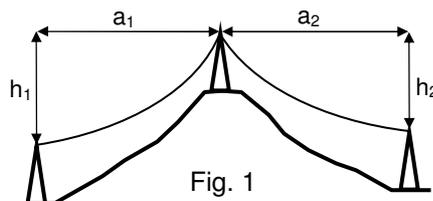
caratteristiche geometriche del picchetto:

- C<sub>m</sub> = campata media
- δ = angolo di deviazione
- K = costante altimetrica (\*)

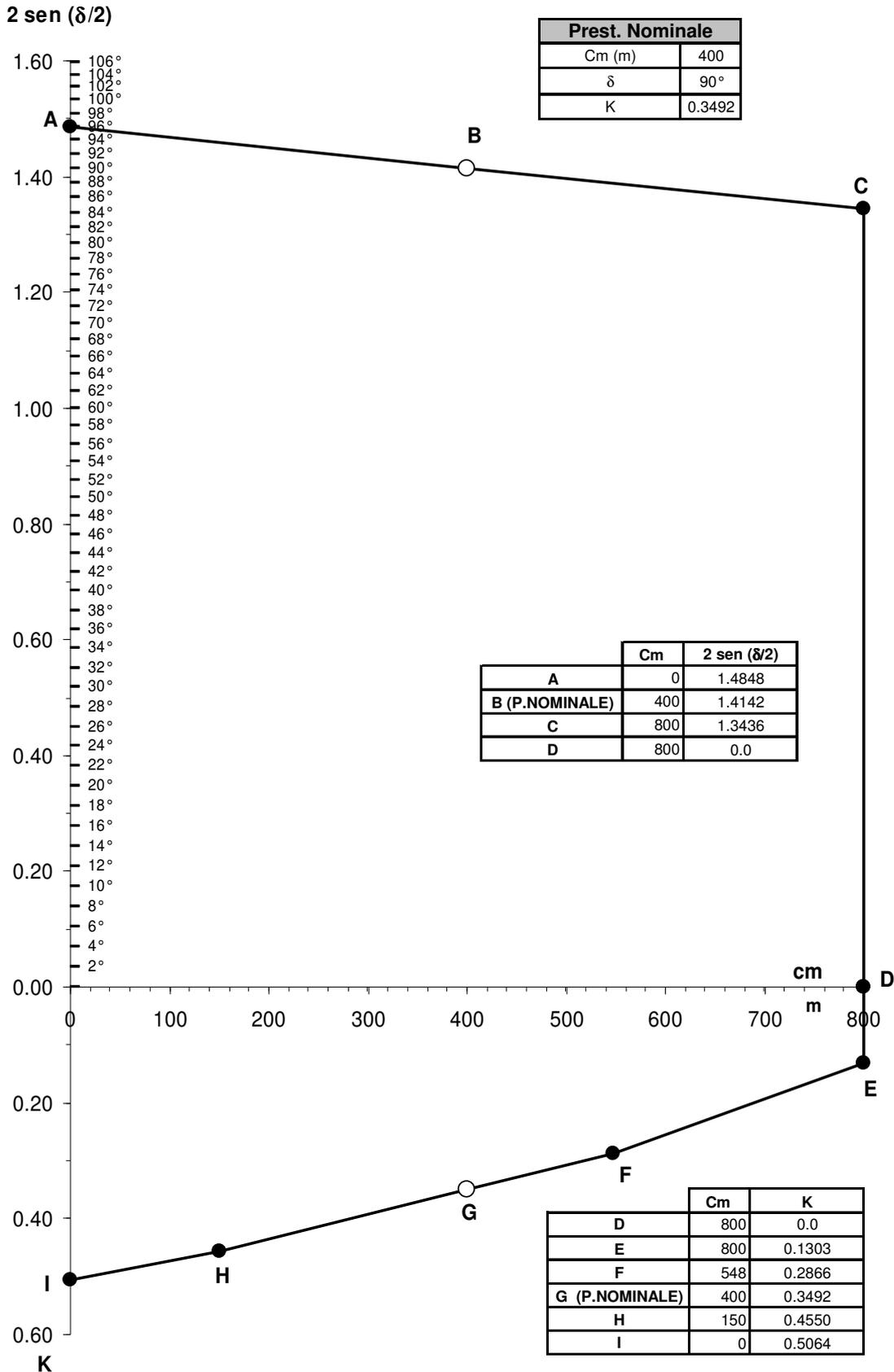
(\*) L'espressione di K è la seguente:

$$k = \frac{h_1}{a_1} + \frac{h_2}{a_2} \quad (\text{vedi fig.1})$$

ove le campate "a" hanno sempre segno positivo ed i dislivelli "h" segno positivo o negativo secondo lo schema di fig. 2



### 3.2 DIAGRAMMA DI UTILIZZAZIONE DEL SOSTEGNO



**IL DIAGRAMMA DELIMITA**

- a) Nel piano  $(C_m, \delta)$  un insieme di punti ai quali corrisponde un'azione trasversale complessiva non superiore a quella di calcolo del sostegno (campo di utilizzazione trasversale)
- b) 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  $(C_{m_i}, \delta_i, K_i)$  è necessario che i punti  $(C_{m_i}, \delta_i)$  e  $(C_{m_i}, K_i)$  siano compresi rispettivamente nei campi di utilizzazione trasversale e verticale.

**3.3 AZIONI PER IL CALCOLO DEL SOSTEGNO**

Sono state determinate le azioni esterne per il calcolo del sostegno in condizioni MSA ed 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).

**IPOTESI 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 mediante (1) che la effettiva differenza di tiro in condizioni MSA e MSB, per la corda di guardia che si intende impiegare sia minore o eguale dei valori di squilibrio considerati per il calcolo del sostegno.

Per un' indagine rapida è stato costruito il diagramma di fig. 3 , che tiene conto dei massimi squilibri, relativi alla corda di guardia, calcolato con l'impiego delle sfere di segnalazione sia sulla campata minima che sulla campata massima.

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 coordinata  $(L_M, L_m)$  sta al disopra del diagramma la verifica è positiva poiché, lo squilibrio di tiro è minore di quello di calcolo.

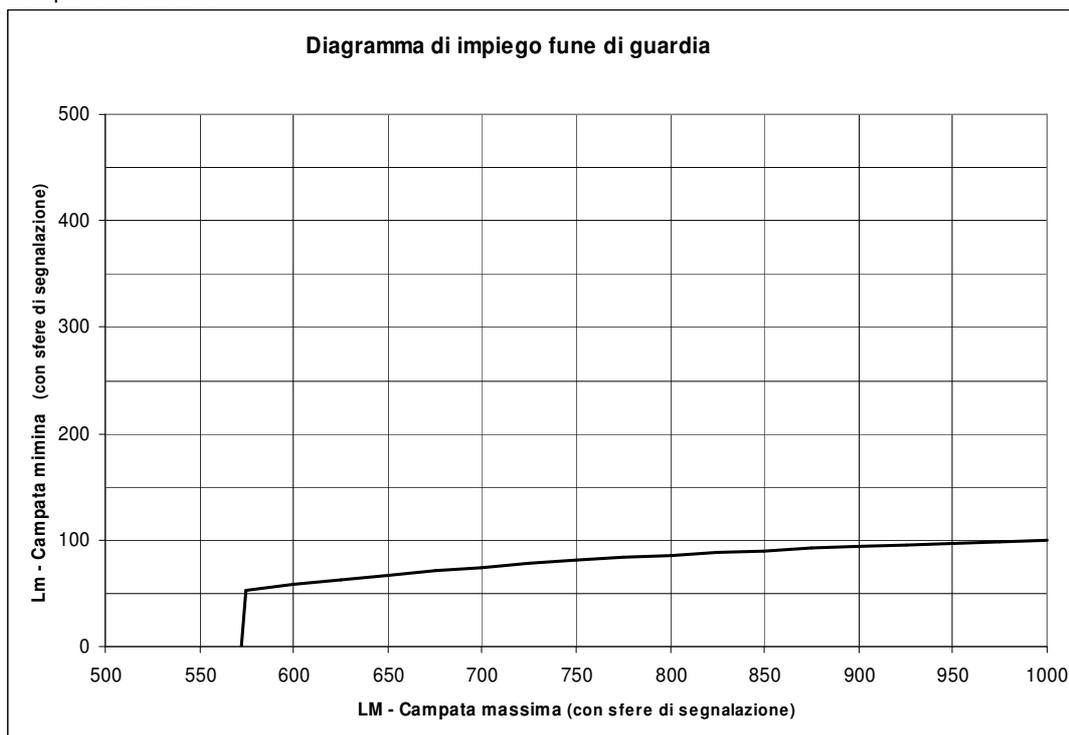


Fig.3

**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 la corda 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 RQ UT 0000C2/1			CORDA DI GUARDIA (*) LC51 (***)		
		T(daN)	P(daN)	L(daN)	T(daN)	P(daN)	L(daN)
<b>NORMALE</b>	<b>MSA -B</b>	8228	2697	220	(5615)	(1651)	(1014)
<b>ECCEZIONALE (**)</b>	<b>MSA -B</b>	4194	1488	4680	(2807)	(826)	(3261)
<b>NORMALE</b>	<b>MSB</b>	8459	3766	80	(5796)	(2195)	(1187)
<b>ECCEZIONALE (**)</b>	<b>MSB</b>	4249	2023	5670	(2898)	(1098)	(3832)

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

(\*\*) 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 (2) e (3) si può verificare che per tutte le terne di prestazioni geometriche ( $C_m, \delta K$ ) tali che il punto ( $C_m$ , sia compreso nel "campo di utilizzazione trasversale" e 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) nella condizione MSA e MSB risultino inferiori od eguali a quelle considerate per il calcolo del sostegno e riportate nella tabella precedente.

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

**4) UTILIZZAZIONE MECCANICA DEL SOSTEGNO IMPIEGATO COME CAPOLINEA**

Il sostegno C viene impiegato anche come capolinea, qui di seguito viene riportato il diagramma di utilizzazione relativo a tale impiego.

In esso si è indicato con  $\alpha$  l'angolo di deviazione della linea rispetto al piano di simmetria longitudinale del sostegno (v. Fig.4)

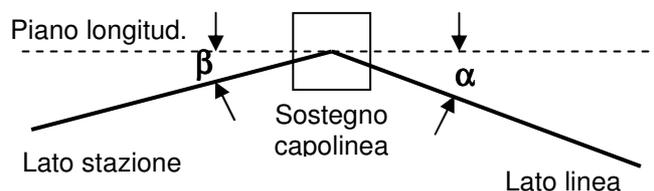
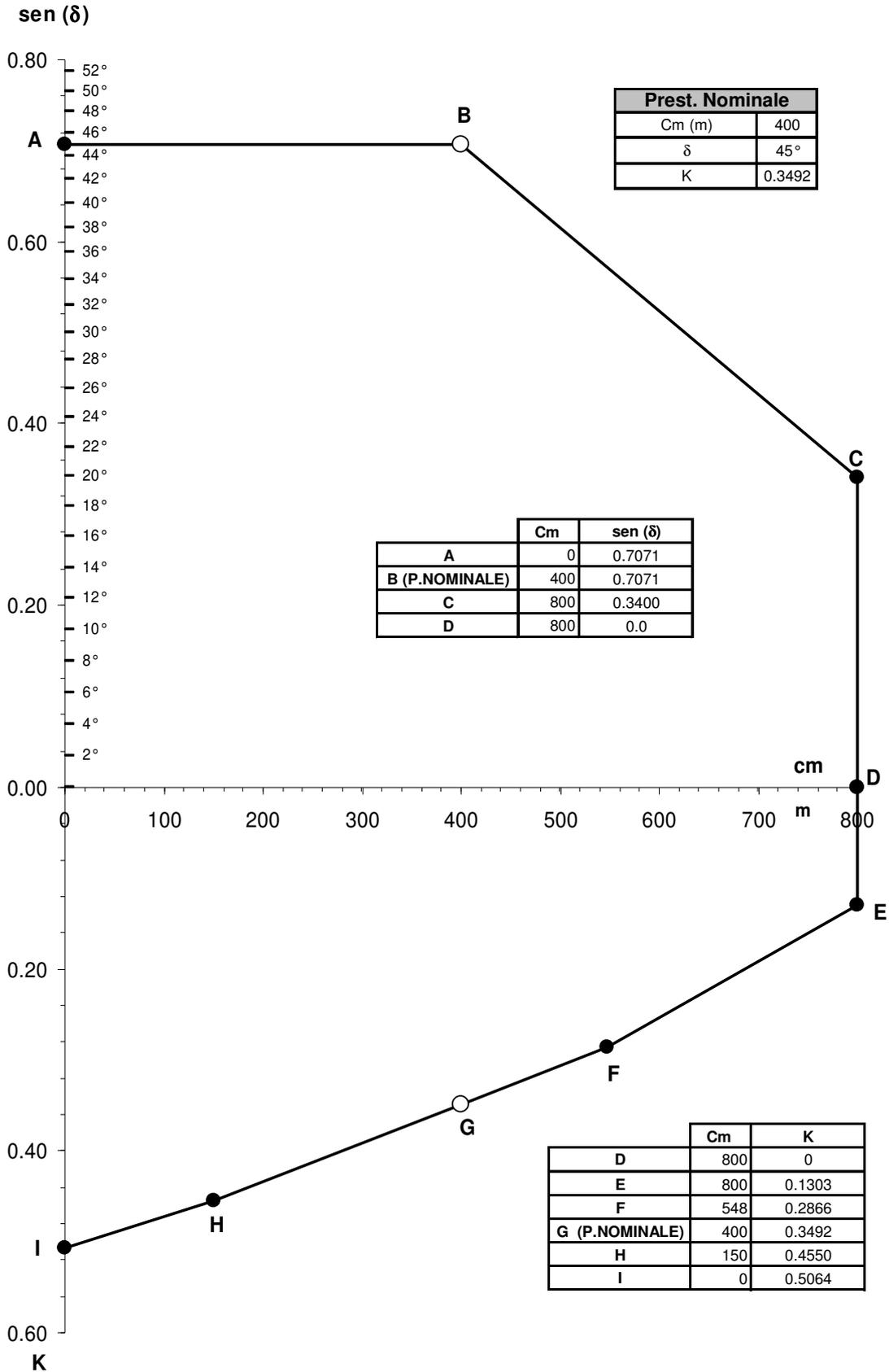


Fig. 4



I valori delle azioni esterne per le quali il sostegno è stato verificato sono riportati nella seguente tabella

IPOTESI	STATO DEI CONDUTTORI	CONDUTTORE RQUT0000C1/1			CORDA DI GUARDIA LC51		
		T(daN)	P(daN)	L(daN)	T(daN)	P(daN)	L(daN)
<b>NORMALE</b>	<b>MSA -B</b>	3768	2697	4680	(3368)	(1651)	(3261)
<b>ECCEZIONALE (*)</b>	<b>MSA -B</b>	0	0	0	0	0	0
<b>NORMALE</b>	<b>MSB</b>	2869	3766	5670	(3151)	(2195)	(3832)
<b>ECCEZIONALE (*)</b>	<b>MSB</b>	0	0	0	0	0	0

Per quanto riguarda le prestazioni orizzontali i valori di T e di L sono stati determinati in base alla condizione di uguaglianza della loro somma T+L nelle condizioni di amarro e di capolina, ed assunto per L il valore massimo di T<sub>0</sub>

In una generica condizione di impiego del sostegno capolinea le azioni trasversali e longitudinali sono espresse dalle seguenti relazioni:

AZIONI TRASVERSALI :  $T = v C_m + T_0 \text{ sen } \alpha + t^*$  (2')

AZIONI LONGITUDINALI :  $L = T_0 \text{ cos } \alpha + t^*$  (3')

Si può verificare che per tutte le prestazioni geometriche ( $C_m$   $\alpha$ ) comprese nel "campo di utilizzazione trasversale" la somma dei valori T ed L ricavati mediante la (2') e (3') (sia per i conduttori che per la corda di guardia, in entrambe le condizioni MSA e MSB) risulta inferiore od eguale alla somma dei valori T ed L riportati in tabella e relativi alla condizione di impiego  $\alpha = 0$  cui corrisponde il massimo valore dell'azione longitudinale.

Per quanto riguarda le prestazioni verticali, esse sono rimaste invariate rispetto a quelle stabilite per il sostegno impiegato come amarro.

Si noti ancora che il sostegno è stato calcolato considerando nullo il tiro della campata di collegamento al portale.

NB Nella realtà tale tiro avrà invece un valore non nullo, benché modesto; ma ciò è a favore della sicurezza, purché l'angolo  $\beta$  (vedi Fig. 4) non superi il valore di 45°.

Infatti, se  $T'_0 \neq 0$  è il tiro ridotto, le espressioni 2' e 3' diventano:

$$T = v C_m + T_0 \text{ sen } \alpha + t^* + T'_0 \text{ sen } \beta$$

$$L = T_0 \text{ cos } \alpha - T'_0 \text{ cos } \beta$$

E quindi la somma T+L non supera il valore di calcolo finché rimanga:

$$\text{Sen } \beta \leq \text{cos } \beta \text{ ossia } \beta \leq 45^\circ$$

(\*) 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.

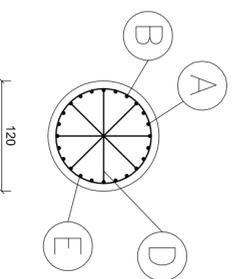
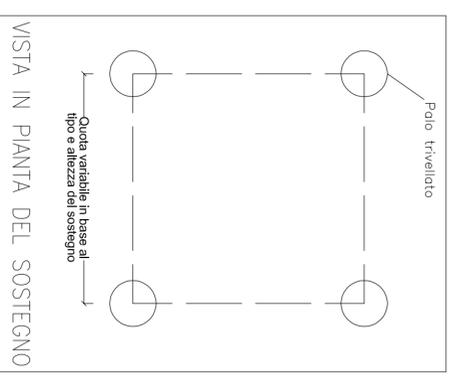
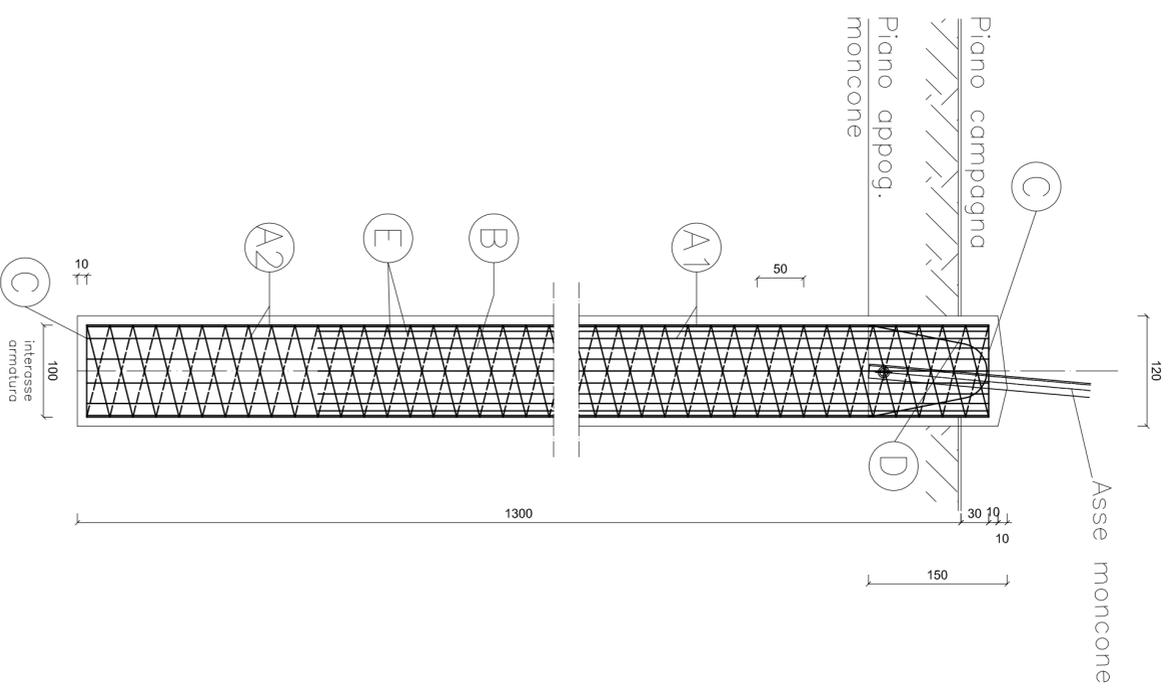
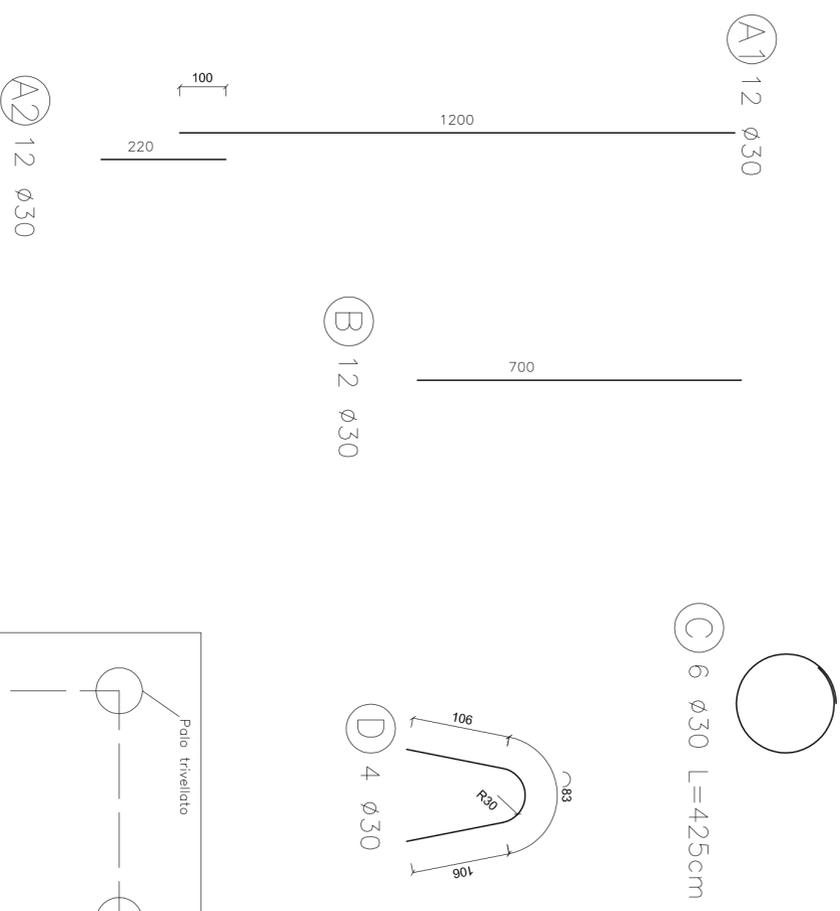
# FONDAZIONE SU PALI TRIVELLATI PER SOSTEGNI A TRALICCIO 220 KV DOPPIA TERNA E30

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  $\phi$  dei ferri A lunghezza di taglio  $L_g=2,95m$

Ferri E n°2 $\phi$ 8 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: 6 $\phi$ per ferri longitudinali 4 $\phi$ per staffe e ganci

**PRESCRIZIONI COSTRUTTIVE:**

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

ARMATURA X SINGOLO TRIVELLATO						
MARCA	$\phi$ (mm)	N	L, unit (m)	L, tot (m)	Peso/m (kg/m)	Peso tot (kg)
A1	30	12	12	144,00	5,549	799,1
A2	30	12	2,2	26,40	5,549	146,5
B	30	12	7,0	84,00	5,549	466,1
C	30	6	4,25	25,5	5,549	141,5
D	30	4	2,95	11,8	5,549	65,5
E	8	2	87	174,00	0,395	68,7
TOTALE						1687,4

C.I.S. X SINGOLO TRIVELLATO			
L (m)	$\phi$ (m)	Volume (m³)	
TRIVELLATO	13,4	1,2	15,2

Le quantità sono riferite al singolo palo trivellato

REVISIONI			
N.	DATA	DESCRIZIONE	
00	29/10/2012	PRIMA EMISSIONE	

**STUDIO DI INGEGNERIA**  
**BETTIOLO Ing. LINO**

REVISIONI			
N.	DATA	DESCRIZIONE	
00	29/10/2012	PRIMA EMISSIONE	

TIPOLOGIA DELL'ELABORATO	CODIFICA DELL'ELABORATO	
ESECUTIVO	DECR10007CGL00035	
PROGETTO	<b>Razionalizzazione Rete AT aree di Venezia e Padova</b> Interventi in area "B" e "C"	
VHS: TE-CR-10-007 RICAVATO DAL DOC: TERNA	<b>Disegno fondazione speciale n° 9</b> Fondazione su pali trivellati - Sostegno 220 KV DT E30	
CLASSIFICAZIONE DI SICUREZZA		

NOME DEL FILE	SCALA CAD	FORMATO	SCALA	FOGLIO
DECR10007CGL00035.dwg	1 unità = 1 mt.	A2	1:30	1 / 1

Questo documento contiene informazioni di proprietà Tema S.p.A. e deve essere utilizzato esclusivamente in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. E' vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'espresso consenso di Tema S.p.A.  
This document contains information proprietary to Tema 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 Tema S.p.A. is prohibt.

Le quote sono espresse in cm