

Componenti elettrodotti aerei a 220 kV ST

Caratteristiche componenti



Storia delle revisioni

Rev. 02	Del 15/09/2015	Emissione per riformulazione istanza
Rev. 01	Del 29/06/2012	Aggiornamento progetto per prescrizioni decreto VIA
Rev. 00	Del 01/09/2008	Emissione per PTO

Elaborato		Verificato		Approvato
S. Salaro		D. Sperti		G. Paziienza
ING - REA APRI_NE		ING - REA APRI_NE		ING - REA APRI_NE

m010CI-LG001-r02

CONDUTTORI ED ARMAMENTI

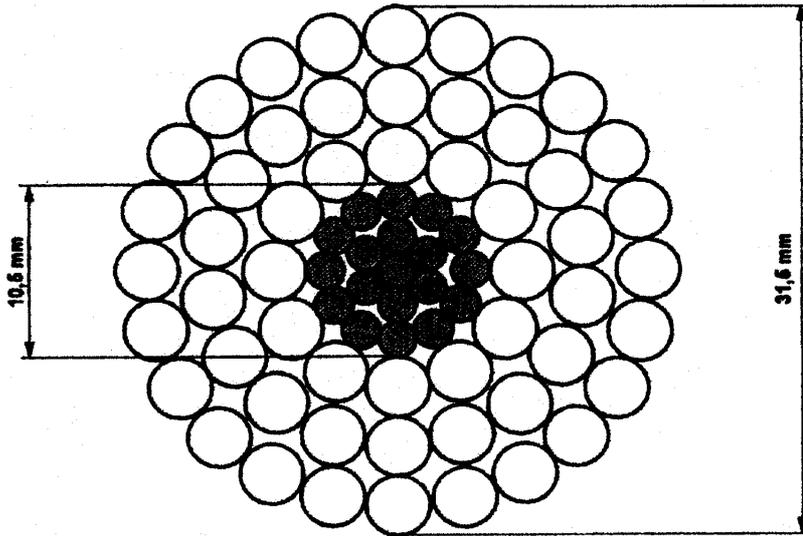
RQUT0000C2	LUG. 2002	Conduttore a corda di Alluminio - Acciaio diametro 31,5
LC 23	GEN. 1995	Corda di guardia di Acciaio Ø 11,5
LC 51	GEN. 1995	Corda di guardia di acciaio rivestito di alluminio Ø11,5
UX LC25	GEN. 2008	Fune di guardia con Fibre Ottiche Ø 11,5 mm
LIN J 1	MAR. 2012	Isolatori cappa e perno di tipo normale in vetro temprato
LIN J 2	MAR. 2012	Isolatori cappa e perno di tipo antisale in vetro temprato
LM 31	LUG. 1994	Armamento per sospensione semplice del conduttore All.-Acc. Ø31,5
LM 32	LUG. 1994	Armamento per sospensione doppia del conduttore All.-Acc. Ø31,5
LM 33	LUG. 1994	Armamento per sospensione doppia con doppio morsetto del conduttore All.-Acc. Ø31,5
LM 131	LUG. 1994	Armamento per amarro semplice del conduttore in All.-Acc. Ø31,5
LM 132	LUG. 1994	Armamento per amarro doppio del conduttore in All.-Acc. Ø31,5
RQUT00M90-VV220	NOV. 2014	Armamento a mensole isolanti 380 kV riadattato in classe 220 kV con utilizzo di prolunghe All.-Acc. Ø31,5
LM 201	LUG. 1994	Armamento per sospensione della corda di guardia
LM 252	LUG. 1994	Armamento per amarro della corda di guardia di acciaio o di acciaio rivestito di alluminio (alumoweld) Ø11,5
DM 205	LUG. 1996	Armamento di sospensione della fune di guardia Ø11,5 mm incorporante Fibre Ottiche
DM 271	LUG. 1996	Armamento di amarro della fune di guardia Ø 11,5 mm incorporante Fibre Ottiche

SOSTEGNI

LS 911	NOV. 2009	Semplice terna a triangolo - Sostegni tipo C
LS 912	NOV. 2009	Semplice terna a triangolo Gruppi mensole per sostegni tipo C
UL00192	NOV. 2006	Linea Elettrica Aerea a 220 kV – Semplice Terna a triangolo Utilizzazione del sostegno "C"

FONDAZIONI

RECR10001CGL00233	LUG. 2014	Relazione di calcolo Fondazione Micropali tipo Tubfix Sostegno CAst27 220 kV
DECR10001CGL00283	LUG. 2014	Disegno Fondazione Micropali tipo TubFix Sostegno CAst27 220 kV



TIPO CONDUTTORE		C 2/1	C 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 (ohm/km)		0,05564	0,05564
CARICO DI ROTTURA (daN)		16852	16516
MODULO ELASTICO FINALE (N/mm ²)		68000	68000
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE (1/°C)		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.

1. Materiale:

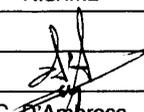
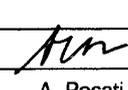
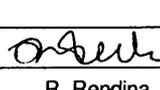
Mantello esterno in Alluminio ALP E 99,5 UNI 3950
Anima in acciaio a zincatura normale tipo 170 (CEI 7-2), zincato a caldo
Anima in acciaio a zincatura maggiorata tipo 3 secondo prescrizioni ENEL DC 3905 Appendice A

2. Prescrizioni:

Per la costruzione ed il collaudo: DC 3905
Per le caratteristiche dei prodotti di protezione: prEN50326
Per le modalità di ingrassaggio: EN50182

3. Imballo e pezzature:

Bobine da 2.000 m (salvo diversa prescrizione in sede di ordinazione)

00	21-01-2002	PRIMA EMISSIONE	RIS/IML	RIS/IML		RIS/IML
01	25-07-2002	Aggiornata massa conduttore ingrassato				
			G. D'Amrosia	A. Posati		R. Rendina
Rev.	Data	Descrizione della revisione	Elaborato	Verificato	Collaborazioni	Approvato
Sostituisce il :						

4. Unità di misura:

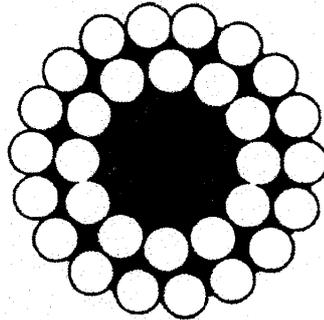
L'unità di misura con la quale deve essere espressa la quantità del materiale è la massa in chilogrammi (Kg)

5. Modalità di applicazione dei prodotti di protezione:

Il conduttore C 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 EN 50182 del Maggio 2001 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 EN 50182 dovrà essere pari a 103,39 gr/m.



Cfr. Norma EN 50182 Maggio 2001 Caso 4 Figura B.1, annesso B

6. Caratteristiche dei prodotti di protezione:

Il grasso utilizzato dovrà essere conforme alla norma prEN 50326 Ottobre 2001 tipo 20A180 ovvero 20B180.

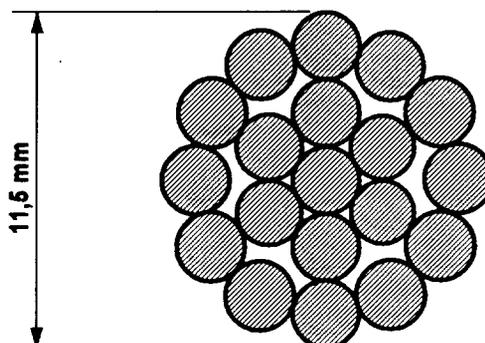
Il Fornitore del conduttore, dovrà consegnare la documentazione di conformità del grasso utilizzato.

UNIFICAZIONE

ENEL

CORDA DI GUARDIA DI ACCIAIO Ø 11,5

31 73 B

LC 23Gennaio 1995
Ed. 6 - 1/1

TIPO	23/1	23/2
N. MATRICOLA	31 73 05	31 73 06
TIPO ZINCATURA	NORMALE	MAGGIORATA
MASSA UNITARIA DI ZINCO (g/m ²)	214	641
FORMAZIONE	19 x 2,3	19 x 2,3
SEZIONE TEORICA (mm ²)	78,94	78,94
MASSA TEORICA (kg/m)	0,621	0,638
RESISTENZA ELETTR. TEORICA A 20 °C (Ω /km)	2,014	2,014
CARICO DI ROTTURA (daN)	12 231	10645
MODULO ELASTICO FINALE (N/mm ²)	175 000	175000
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE (1/°C)	11,5 x 10 ⁻⁶	11,5 x 10 ⁻⁶

1 - Materiale: acciaio Tipo 170 (CEI 7-2) zincato a caldo per i fili a "zincatura normale".
acciaio Tipo 1 zincato a caldo secondo le prescrizioni DC 3905 appendice A per i fili a "zincatura maggiorata"

2 - Prescrizioni per la costruzione ed il collaudo: DC 3905

3 - Prescrizioni per la fornitura: DC 3911

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

5 - L'unità di misura con la quale deve essere espressa la quantità del materiale è la massa in chilogrammi (Kg)

Descrizione ridotta:

C O R D A A C C D I A M 1 1 , 5 M A G U E

UNIFICAZIONE

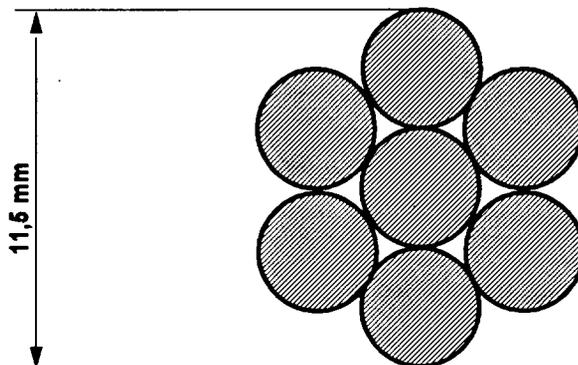
ENEL

**CORDA DI GUARDIA
DI ACCIAIO RIVESTITO DI ALLUMINIO Ø 11,5**

31 75 A

LC 51

Gennaio 1995
Ed. 7 - 1/1



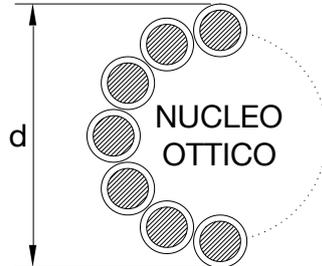
N. MATRICOLA	31 75 03
--------------	----------

FORMAZIONE	7 x 3,83
SEZIONE TEORICA (mm²)	80,65
MASSA TEORICA (kg/m)	0,537
RESISTENZA ELETTR. TEORICA A 20 °C (Ω/km)	1,062
CARICO DI ROTTURA (daN)	9000
MODULO ELASTICO FINALE (N/mm²)	155000
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE (1°C)	13 x 10⁻⁶

- 1 - Materiale: acciaio rivestito di alluminio (CEI 7-11)
- 2 - Prescrizioni per la costruzione ed il collaudo: DC 3908
- 3 - Prescrizioni per la fornitura: DC 3911
- 4 - Imballo e pezzature: bobine da 2.000 m (salvo diversa prescrizione in sede di ordinazione)
- 5 - L'unità di misura con la quale deve essere espressa la quantità del materiale è la massa in chilogrammi (Kg)

Descrizione ridotta:

C	O	R	D	A	A	C	C	R	I	V	A	L	L	D	I	A	M	1	1	,	5	U	E
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---



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°)	24	
	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	

1. Prescrizioni per la costruzione ed il collaudo: C3907.
2. Prescrizioni per la fornitura: C3911.
3. Imballo e pezzature: bobine da 4000 m (salvo diversa prescrizione in sede di ordinazione).
4. Unità di misura: la quantità del materiale deve essere espressa in m.
5. Sigillatura: eseguita mediante materiale termoresistente e autovulcanizzante.

Descrizione ridotta:

C O R D A G U A R A C S 2 4 x F I B R O T T 1 1 , 5

Matricola SAP:

1 0 0 4 2 2 0

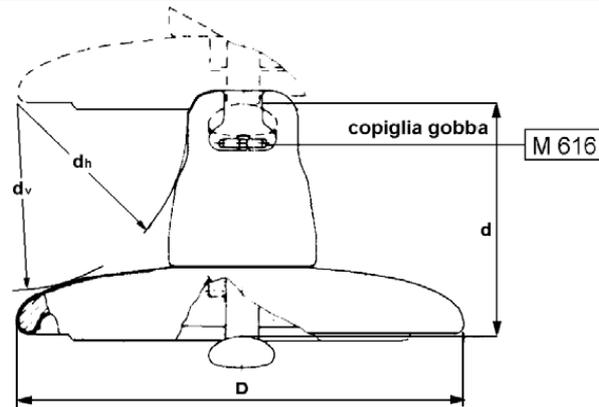
Storia delle revisioni

Rev. 00	del 11/01/2008	Prima emissione.
---------	----------------	------------------

Elaborato	Verificato	Approvato
S. Tricoli ING-ILC	A. Posati ING-ILC	R. Rendina ING-ILC

m05IO001SQ-r00

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.



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; copia in acciaio inossidabile austenitico UNI EN 10088-1:2005.
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 f.i.: in olio, 80 kV eff. (Tipo 1/1 e 1/2); 100 kV eff. (Tipo 1/3, 1/4, 1/5 e 1/6).
6. Tensione di tenuta alla perforazione elettrica ad impulso in aria: 2,5 p.u. (per unità della tensione di scarica 50% a impulso atmosferico standard di polarità negativa).
7. L'unità di misura con la quale deve essere espressa la quantità di materiale è il numero di esemplari (n).
8. Per la nomenclatura dei componenti elementari in figura si rimanda al documento LIN_00000000.

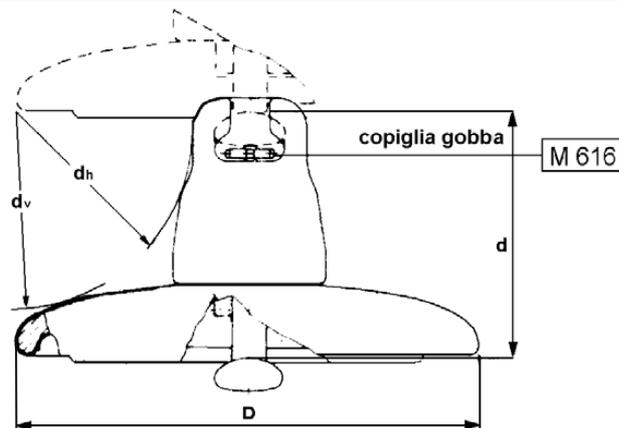
Storia delle revisioni

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)

ISC – Uso INTERNO

Elaborato		Verificato		Approvato
ITI S.r.l.		M. Forteleoni SRI-SVT-LAE	A. Guarneri SRI-SVT-LAE	A. Posati SRI-SVT-LAE

m05I0001SG-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); copiglia in acciaio inossidabile austenitico UNI EN 10088-1:2005.
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 f.i.: in olio, 80 kV eff. (Tipo 2/1 e 2/2); 100 kV eff. (Tipo 2/3 e 2/4).
6. Tensione di tenuta alla perforazione elettrica ad impulso in aria: 2,5 p.u. (per unità della tensione di scarica 50% a impulso atmosferico standard di polarità negativa).
7. L'unità di misura con la quale deve essere espressa la quantità di materiale è il numero di esemplari (n).
8. Per la nomenclatura dei componenti elementari in figura si rimanda al documento LIN_00000000.

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
---------	----------------	--

ISC – Uso INTERNO

Elaborato		Verificato		Approvato
ITI S.r.l.		M. Forteleoni SRI-SVT-LAE	A. Guarneri SRI-SVT-LAE	A. Posati SRI-SVT-LAE

m05IO001SG-r00

UNIFICAZIONE

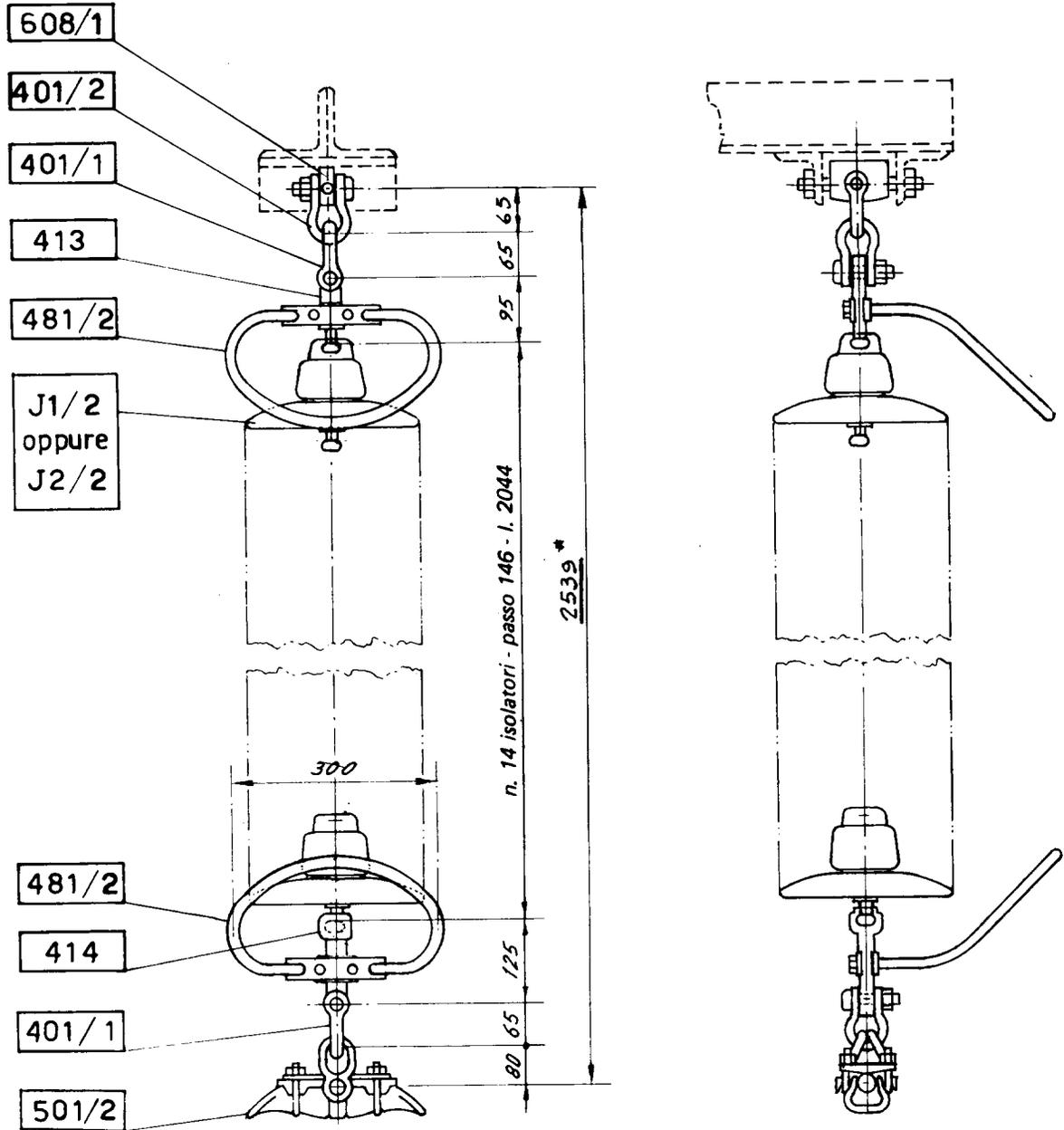
ENEL

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

25 XX J

LM 31

Luglio 1994
Ed.4 - 1/1



DCO - AITC - UNITA' INGEGNERIA IMPIANTISTICA 2

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

Riferimento: C2

UNIFICAZIONE

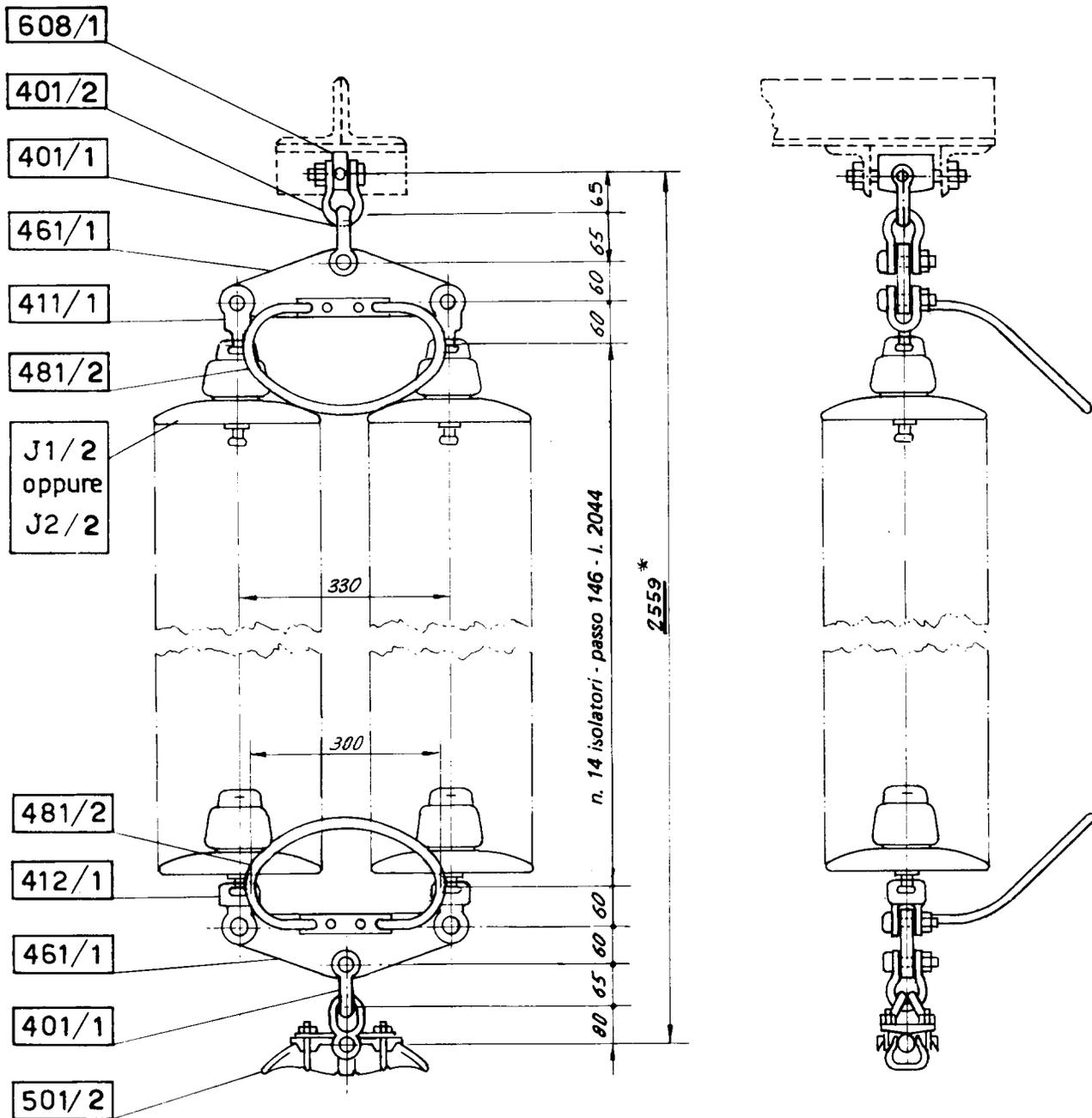
ENEL

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

25 XX K

LM 32

Luglio 1994
Ed.4 - 1/1



DCO - AITC - UNITA' INGEGNERIA IMPIANTISTICA 2

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

Riferimento: C2

UNIFICAZIONE

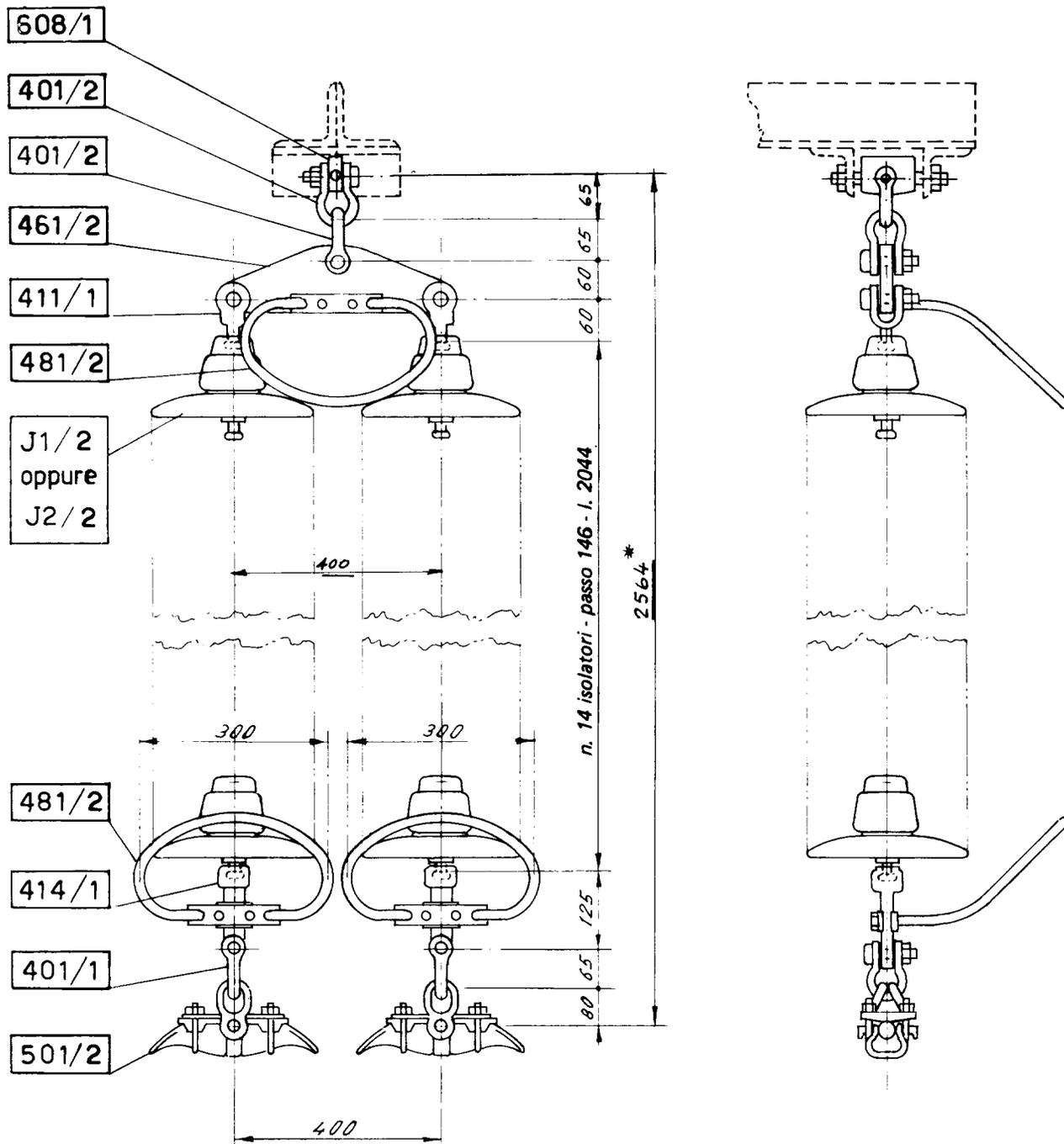
ENEL

LINEE A 220 KV
ARMAMENTO PER SOSPENSIONE DOPPIA CON DOPPIO
MORSETTO DEL CONDUTTORE IN ALL. - ACC. Ø 31,5

25 XX L

LM 33

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)

Riferimento: C2

UNIFICAZIONE

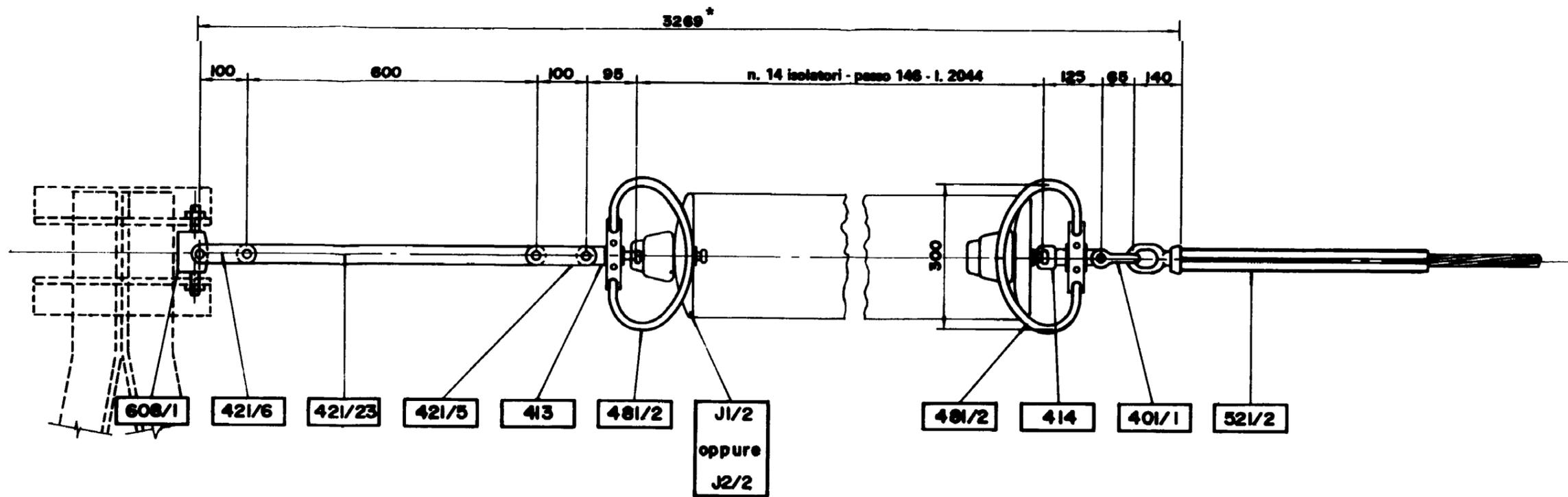
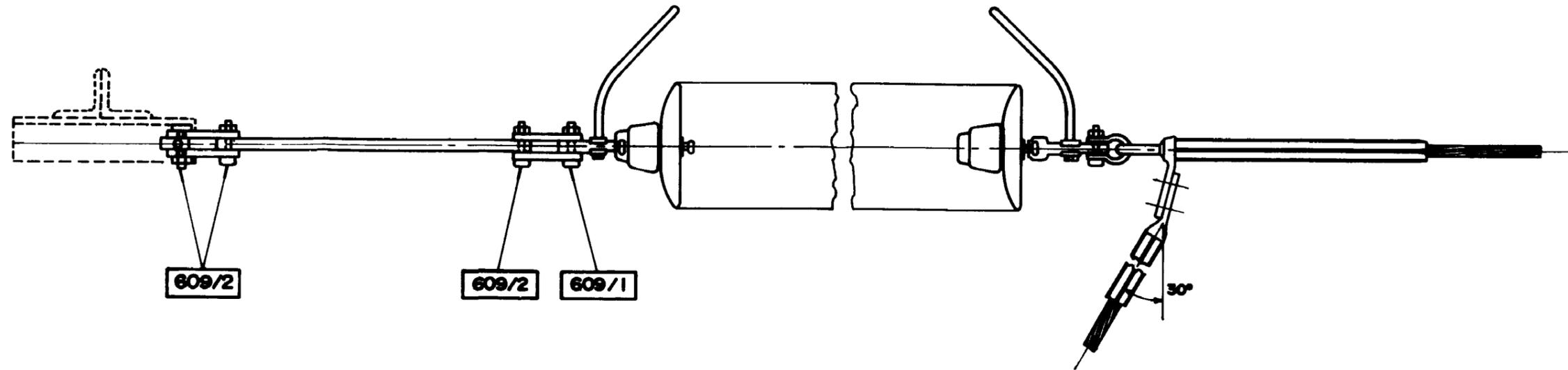
ENEL

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

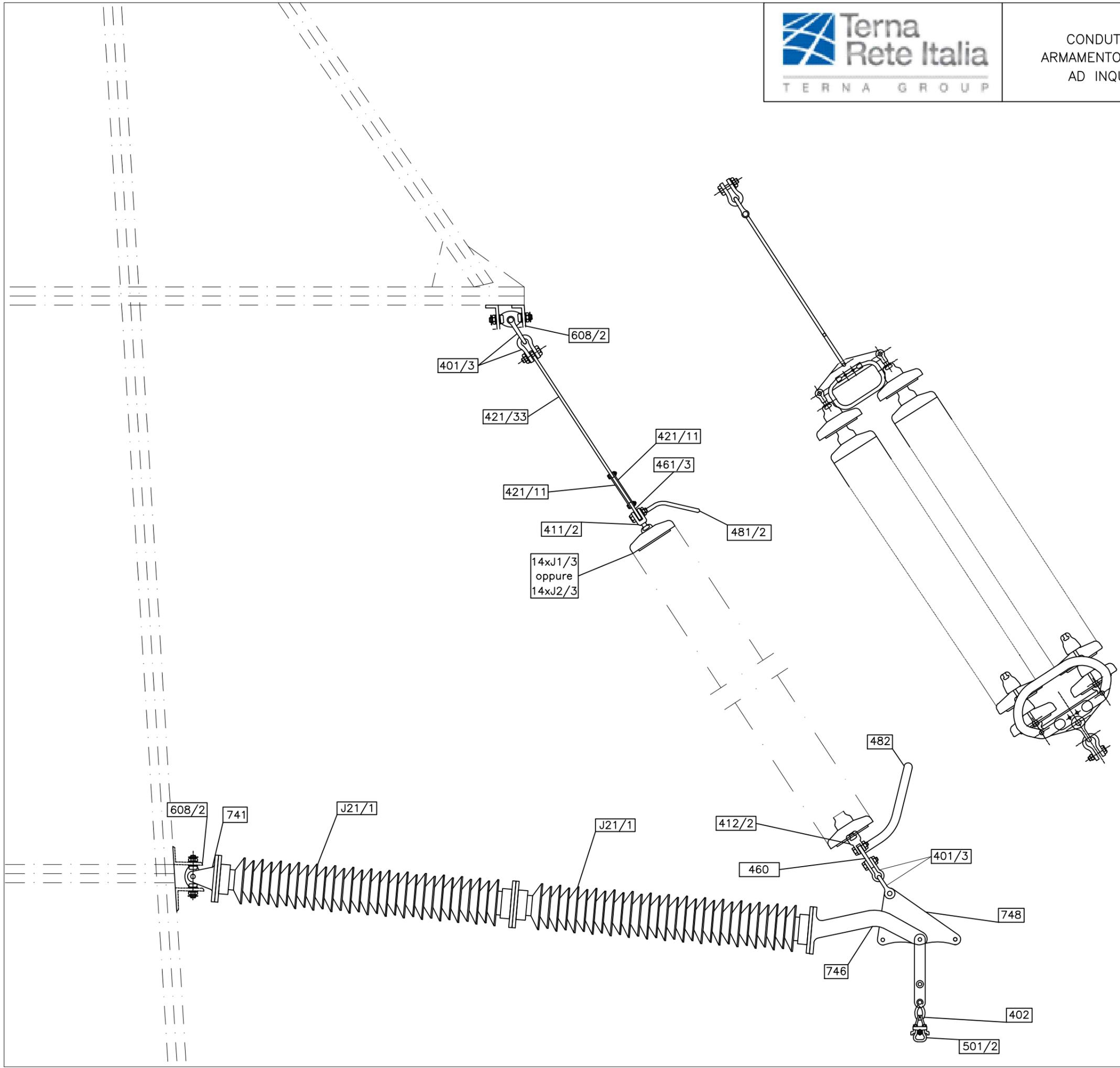
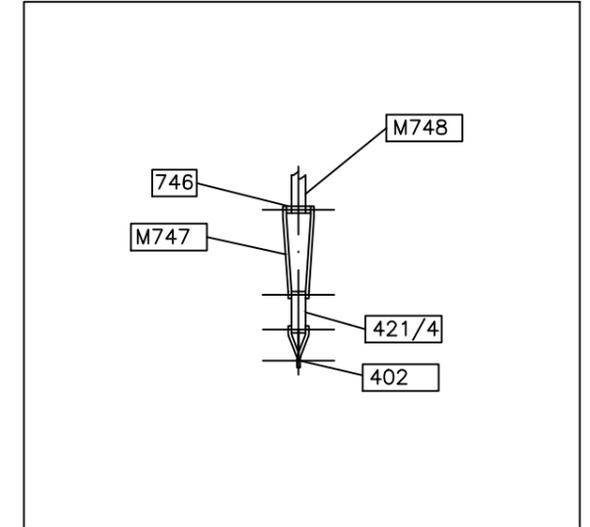


* La quota aumenta di 584 mm nel caso di impiego di n° 18 isolatori J 2/2 (vedi J 123)

Riferimento : C2

DCO - AITC - UNITÀ INGEGNERIA IMPIANTISTICA 2

Vista laterale attacco conduttore inferiore



UNIFICAZIONE

ENEL

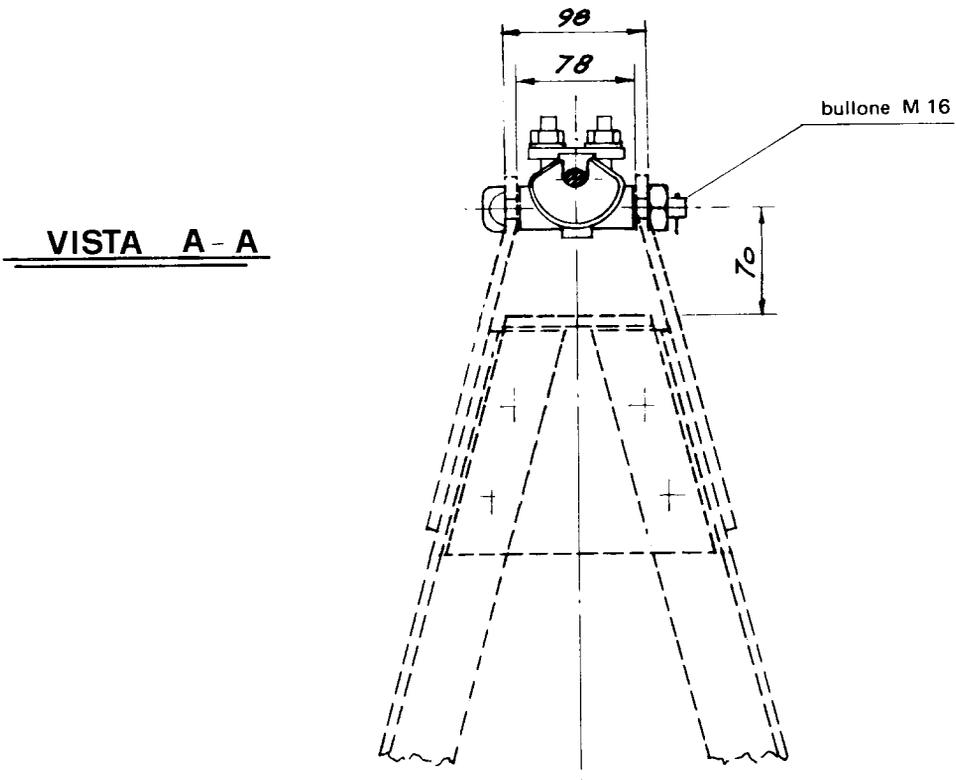
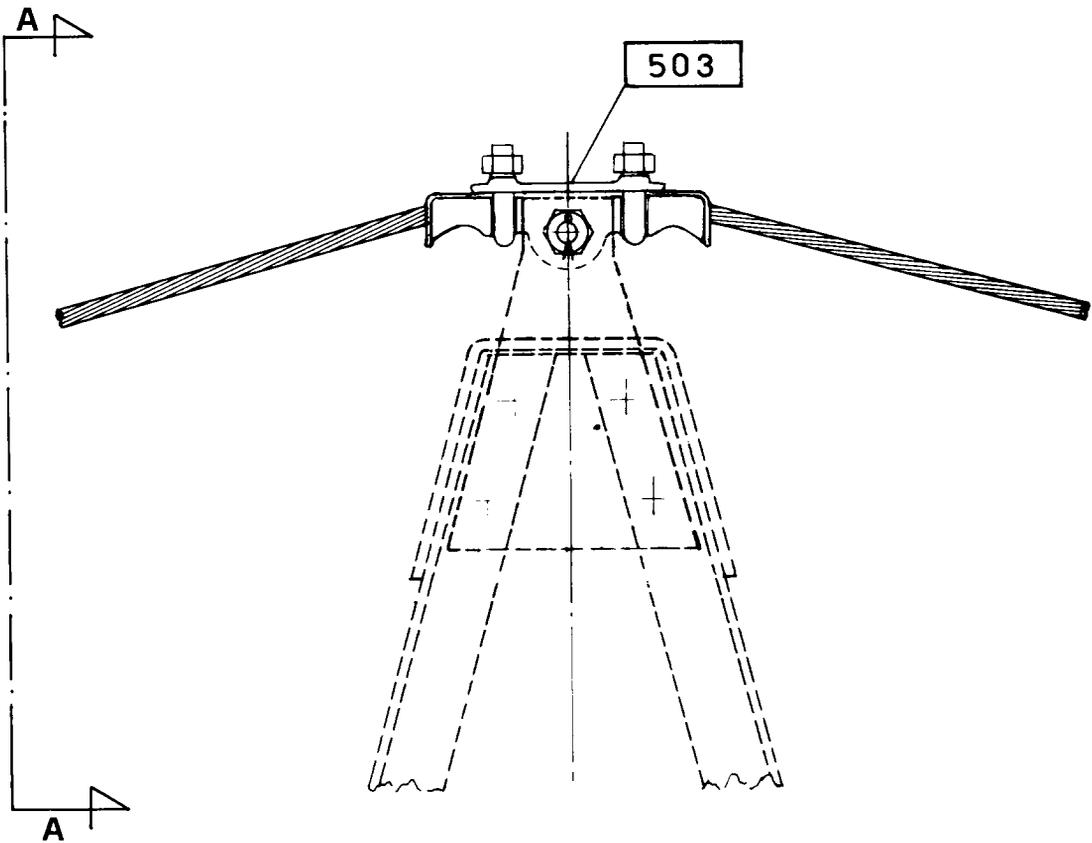
LINEE A 132 - 150 - 220 kV
ARMAMENTO PER SOSPENSIONE DELLA CORDA DI GUARDIA

25 XX BB

LM 201

Luglio 1994
Ed. 4 - 1/1

DCO - AITC - UNITA' INGEGNERIA IMPIANTISTICA 2 - DDI - VICE DIREZIONE TECNICA



Riferimenti: C21, C23, C51

UNIFICAZIONE

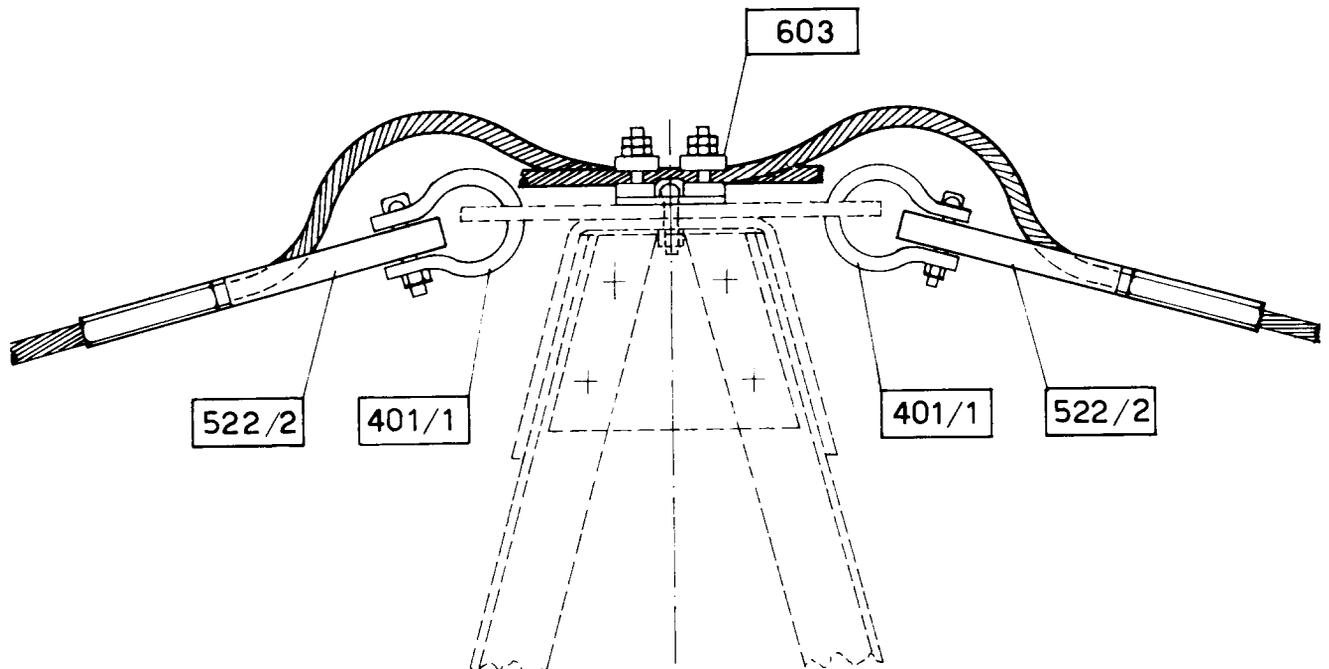
ENEL

LINEE A 132 - 150 - 220 kV - ARMAMENTO PER AMARRO DELLA
CORDA DI GUARDIA DI ACCIAIO O DI ACCIAIO RIVESTITO
DI ALLUMINIO (ALUMOWELD) Ø 11,5

25 XX BE

LM 252

Luglio 1994
Ed. 4 - 1/1



DCO - AITC - UNITA' INGEGNERIA IMPIANTISTICA 2 - DDI - VICE DIREZIONE TECNICA

Riferimenti: C23, C51

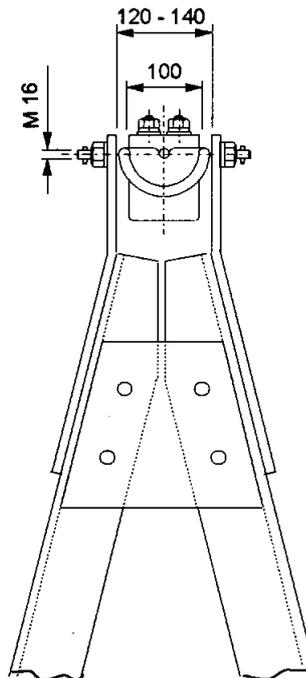
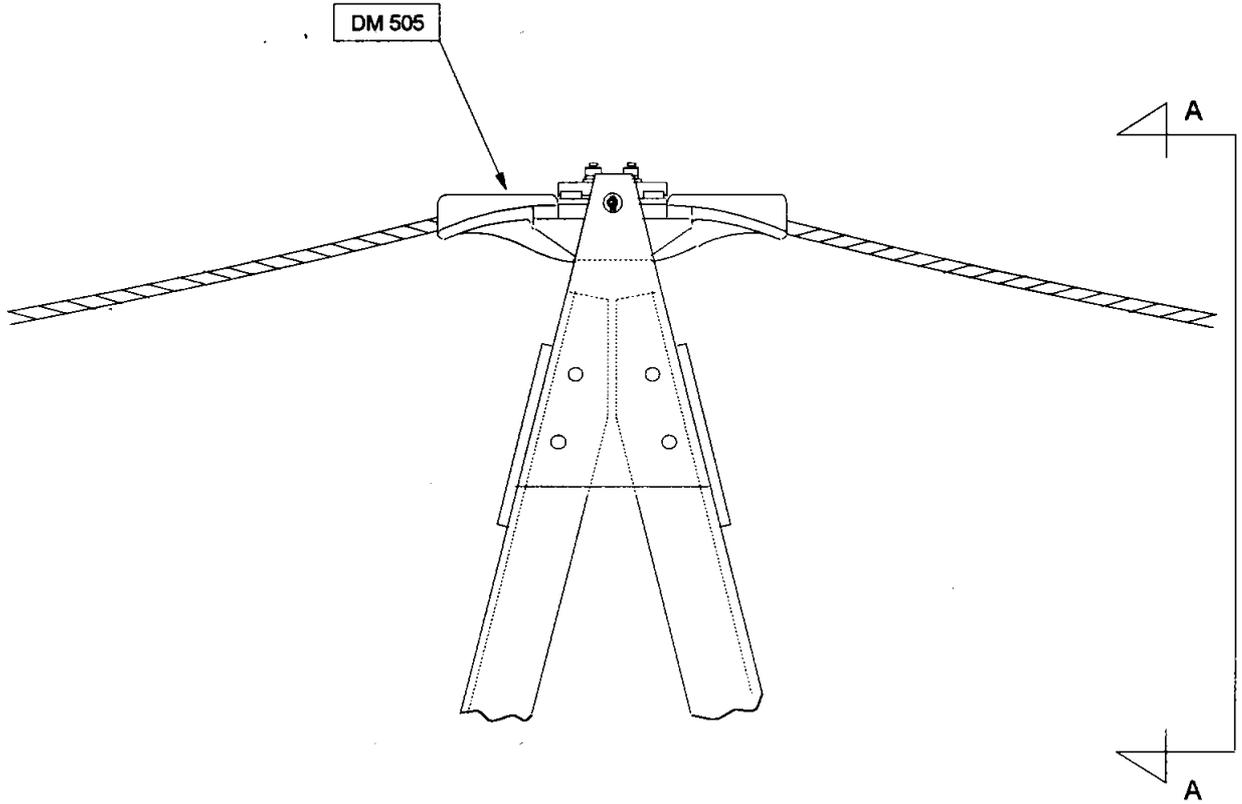
UNIFICAZIONE

ENEL

LINEE A 132+150 kV
ARMAMENTO DI SOSPENSIONE DELLA FUNE DI GUARDIA
Ø 11.5 mm INCORPORANTE FIBRE OTTICHE

DM 205

Luglio 1996
Ed. 1 - 1/1



VISTA A - A

Riferimento: DC 25

DDI / VICE DIREZIONE TECNICA - DSR / CRE

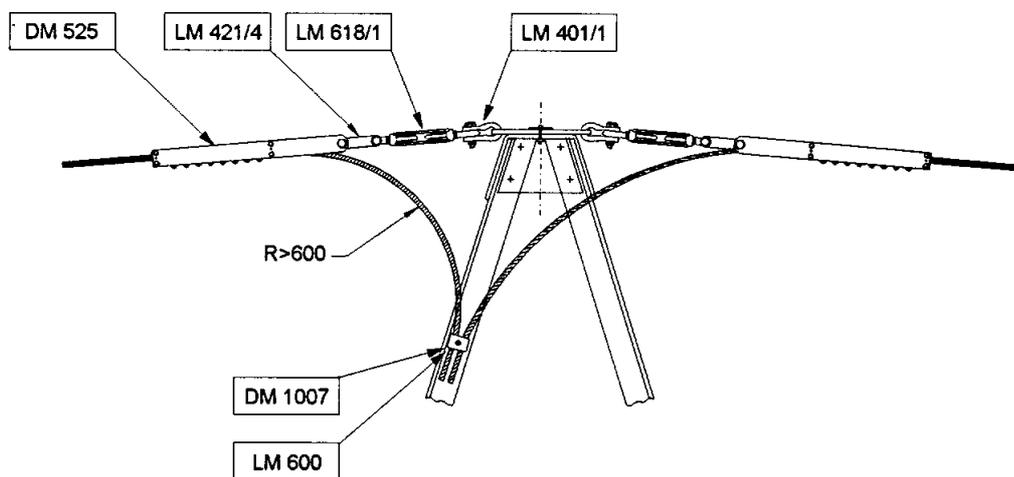
UNIFICAZIONE

ENEL

LINEE A 132+150 kV
ARMAMENTO DI AMARRO DELLA FUNE DI GUARDIA
Ø 11.5 mm INCORPORANTE FIBRE OTTICHE

DM 271

Luglio 1996
Ed. 1 - 1/1



Nota: Le quantità dei morsetti bifilari DM 1007 e delle staffe di fissaggio LM 600 per la discesa della fune di guardia alla scatola di giunzione sono riportate negli schemi di montaggio dei sostegni unificati.

Riferimento: DC 25

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			
ELEMENTI STRUTTURALI LS (*)															
C12	911/1		C536 (1040)	C533 (1800)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	C542 (812)	C550 (1291)
C15	911/2		C536 (1040)	C533 (1800)	C537 (1035)	-	-	-	-	-	-	-	-	C543 (899)	C551 (1030)
C18	911/3		C536 (1040)	C533 (1800)	C537 (1035)	-	-	-	-	-	-	-	-	C544 (947)	C552 (1765)
C21	911/4		C536 (1040)	C533 (1800)	C537 (1035)	C538 (1118)	-	-	-	-	-	-	-	C545 (1283)	C553 (1328)
C24	911/5		C536 (1040)	C533 (1800)	C537 (1035)	C538 (1118)	-	-	-	-	-	-	-	C546 (1013)	C554 (2256)
C27	911/6		C536 (1040)	C533 (1800)	C537 (1035)	C538 (1118)	C539 (1455)	-	-	-	-	-	-	C547 (1427)	C555 (1608)
C30	911/7		C536 (1040)	C533 (1800)	C537 (1035)	C538 (1118)	C539 (1455)	-	-	-	-	-	-	C548 (1555)	C556 (2607)
C33	911/8		C536 (1040)	C533 (1800)	C537 (1035)	C538 (1118)	C539 (1455)	C540 (1555)	-	-	-	-	-	C549 (1254)	C557 (2495)
C36	911/9		C536 (1040)	C533 (1800)	C537 (1035)	C538 (1118)	C539 (1455)	C540 (1555)	-	-	-	-	-	C541 (1353)	C558 (3439)

Per le
mensole
vedere
tabella
LS912

(*) - 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 LS10024

- le fondazioni e i monconi sono riportati nei documenti 220STINFON_00, 220STINFON_00, 220STNMNC_00

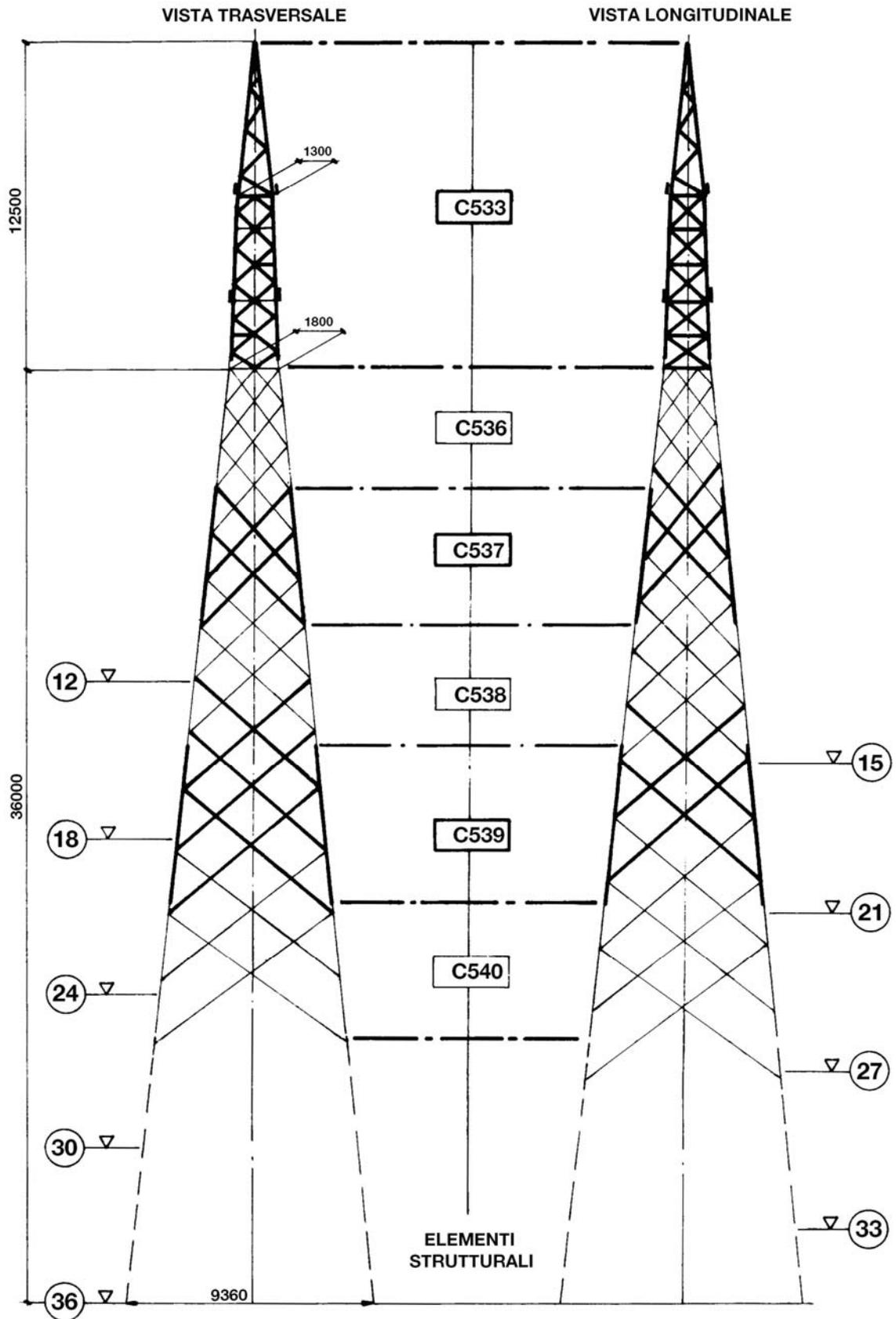
Storia delle revisioni

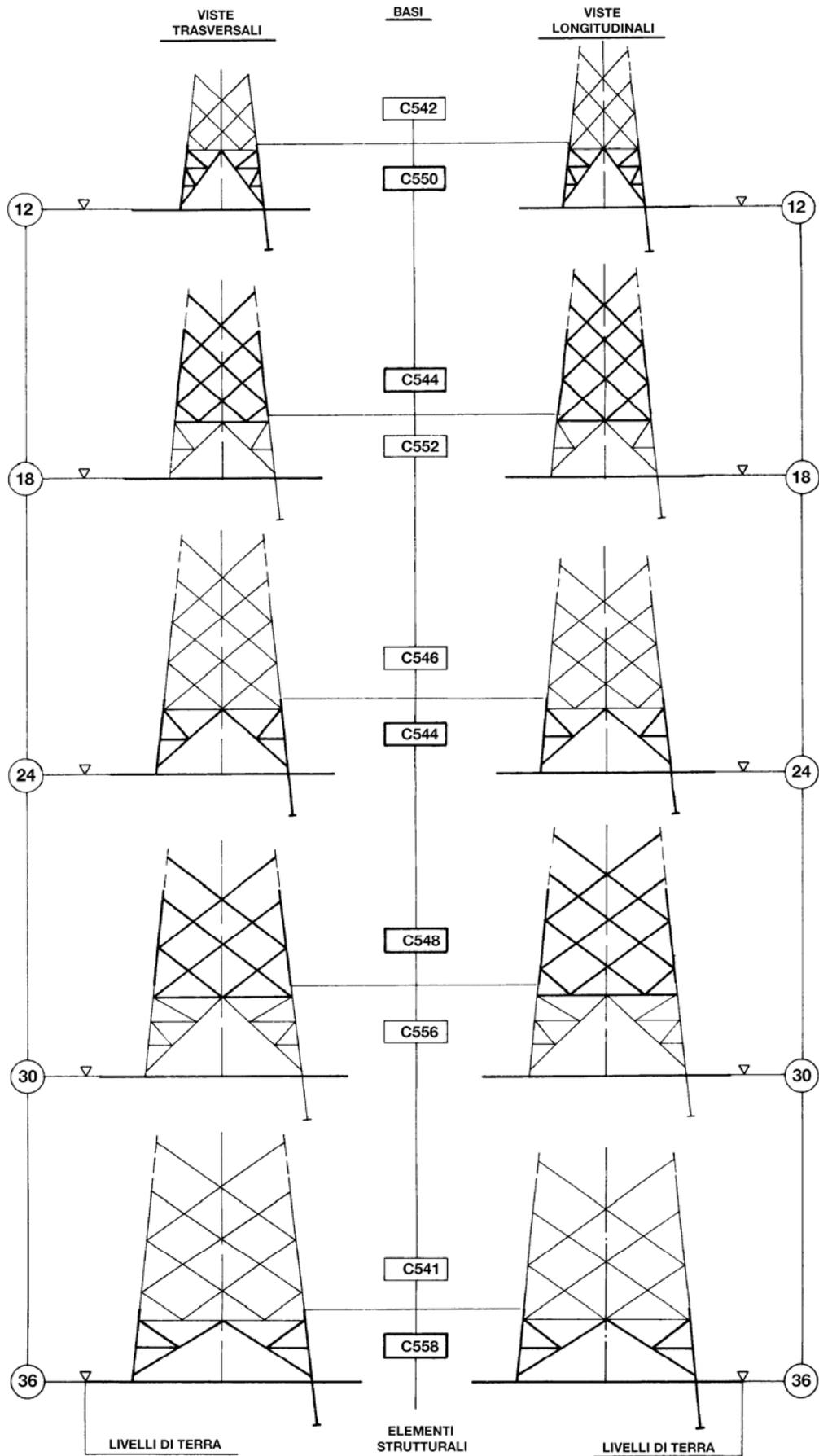
Rev. 04	del 10/04/2007	Aggiornamento per revisione della serie. Sostituisce la LS911 ed. 3.
Rev. 05	del 19/11/2009	Eseguite modifiche redazionali.

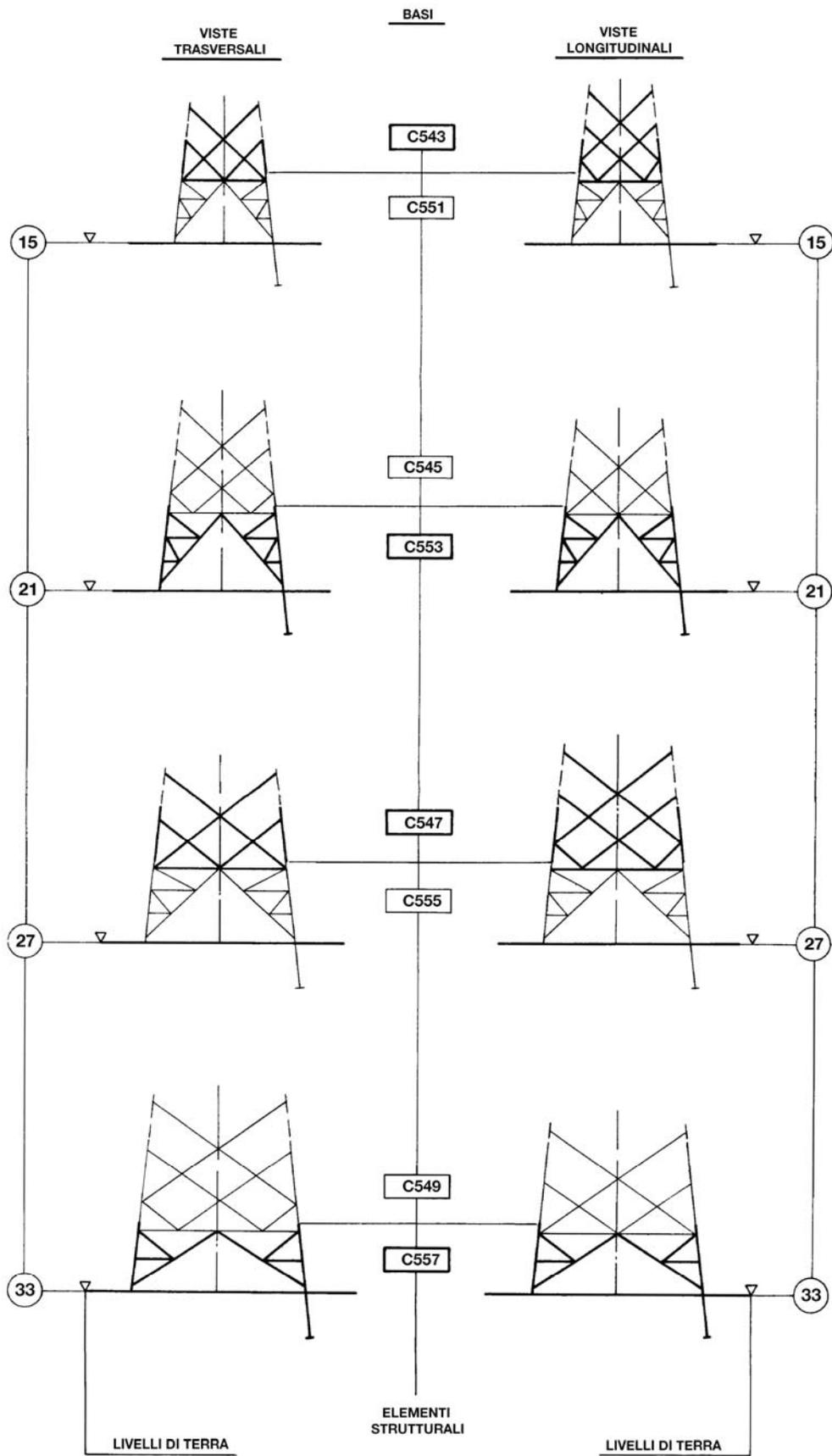
Elaborato	Verificato	Approvato
P. Berardi SRI-SVT-LIN	L. Alario SRI-SVT-LIN	A. Posati SRI-SVT-LIN

m0510001SQ-r00

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.







ALTERNATIVA MENSOLE	RIF.		ELEMENTO STRUTTURALE N.
0	912/1		C534
Q	912/2		C535

Storia delle revisioni

Rev. 04	del 10/04/2007	Aggiornamento per revisione della serie. Sostituisce la LS912 ed. 3.
Rev. 05	del 19/11/2009	Eseguite modifiche redazionali.

Elaborato	Verificato	Approvato
P. Berardi SRI-SVT-LIN	L. Alario SRI-SVT-LIN	A. Posati SRI-SVT-LIN

m0510001SQ-r00

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.

UTILIZZAZIONE DEL SOSTEGNO "C"
CALCOLO DELLE AZIONI ESTERNE SUL SOSTEGNO

LINEA ELETTRICA AEREA A 220 kV SEMPLICE TERNA A TRIANGOLO

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

Storia delle revisioni

Rev. 00	del 01/11/06	
---------	--------------	--

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. A6029449 – Rev.0 – Novembre 2006**

1) CARATTERISTICHE GENERALI

Conduttore	All. Acc. Ø 31,5 mm (RQUT0000C2/1)
Corda di guardia	Acciaio rivestito di alluminio Ø 17,9 mm (LC 50/1)
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 ²)	519,5
	ACCIAIO	(mm ²)	65,80
	TOTALE	(mm ²)	583,30
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

(**) 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
TIRO ORIZZONTALE T₀ (daN)	3034	1480

- 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:

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

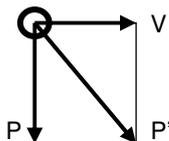
Ove:

- 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
		RQUT0000C2/1	LC 50/1 (**)
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	1,4985 (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)

(**) 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
- T₀ = tiro orizzontale nel conduttore

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

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

T₀ =Tiro orizzontale nel conduttore

I valori di T₀ sono riportati nella seguente tabella:

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

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

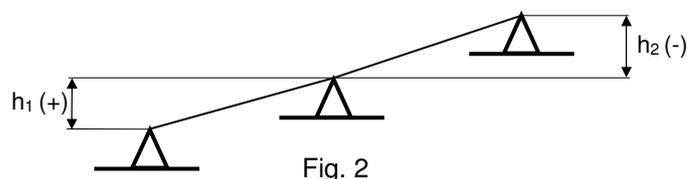
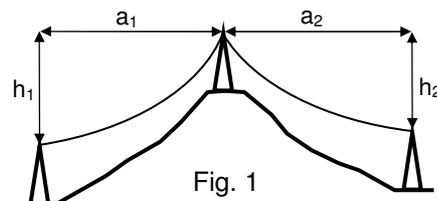
caratteristiche geometriche del picchetto:

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

(*) L'espressione di K è la seguente:

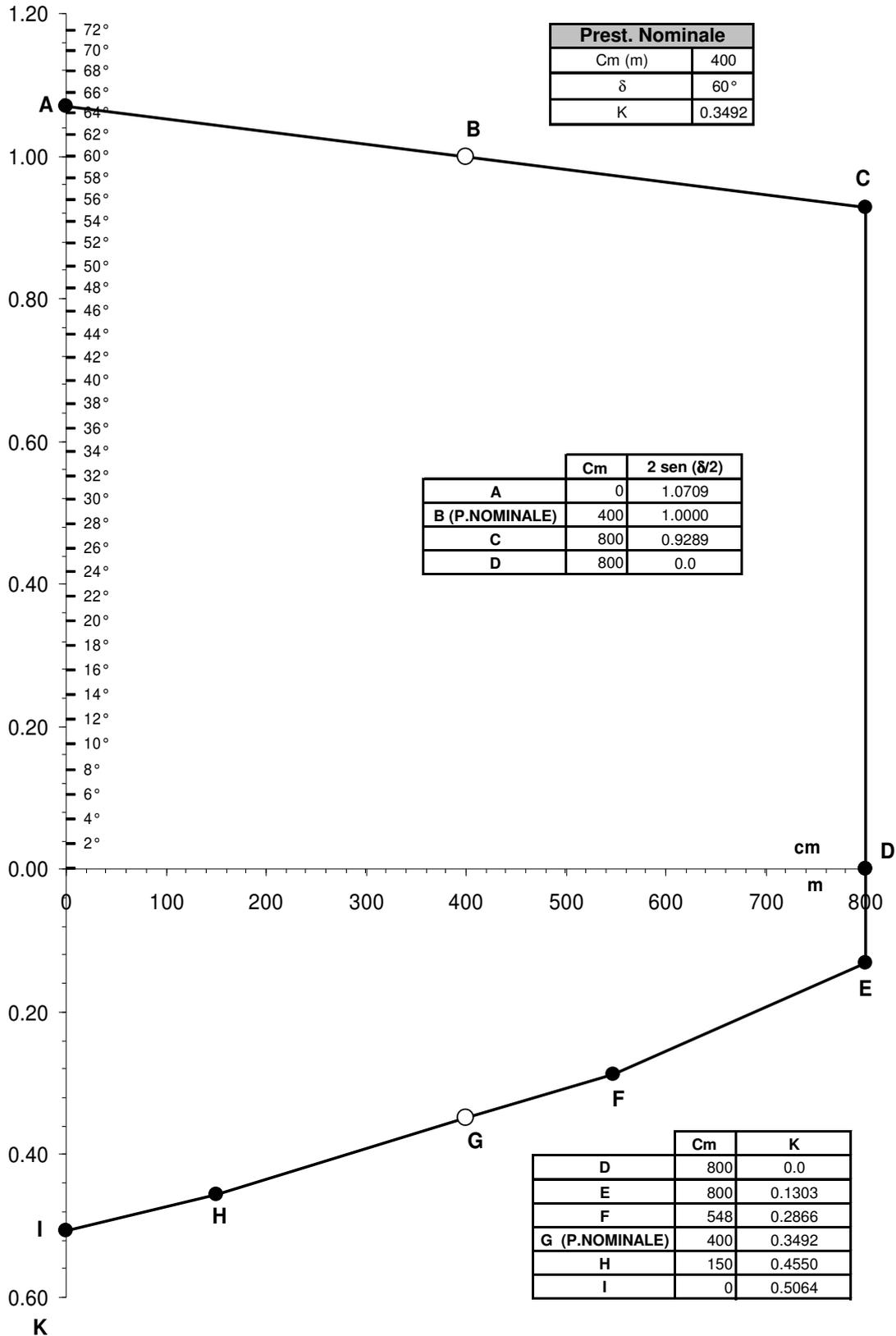
$$k = \frac{h_1}{a_1} + \frac{h_2}{a_2} \quad (\text{vedi fig.1})$$

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

$2 \text{ sen } (\delta/2)$



IL DIAGRAMMA DELIMITA

- a) 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)
- 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}, δ_i, K_i) è necessario che i punti (C_{m_i}, δ_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.

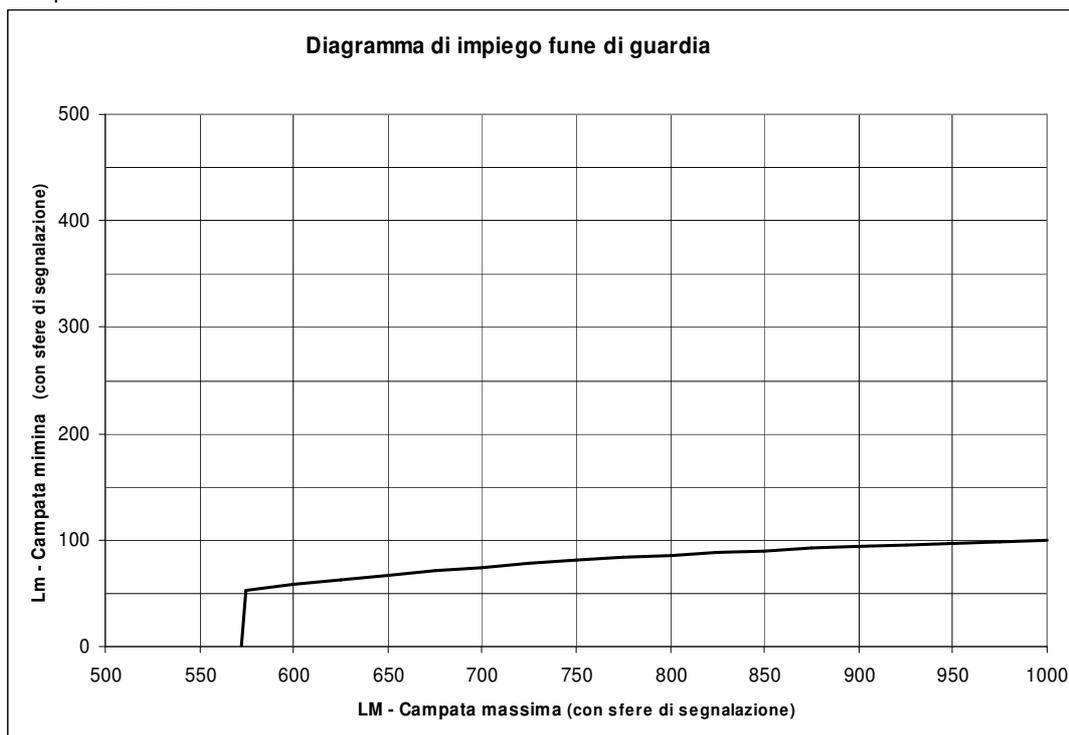


Fig.3

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)
NORMALE	MSA -B	6287	2697	220	(4263)	(1651)	(1014)
ECCEZIONALE (**)	MSA -B	3224	1488	4680	(2131)	(826)	(3261)
NORMALE	MSB	6112	3766	80	(4207)	(2195)	(1187)
ECCEZIONALE (**)	MSB	3076	2023	5670	(2103)	(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 α l'angolo di deviazione della linea rispetto al piano di simmetria longitudinale del sostegno (v. Fig.4)

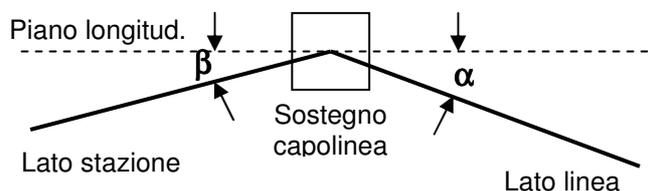
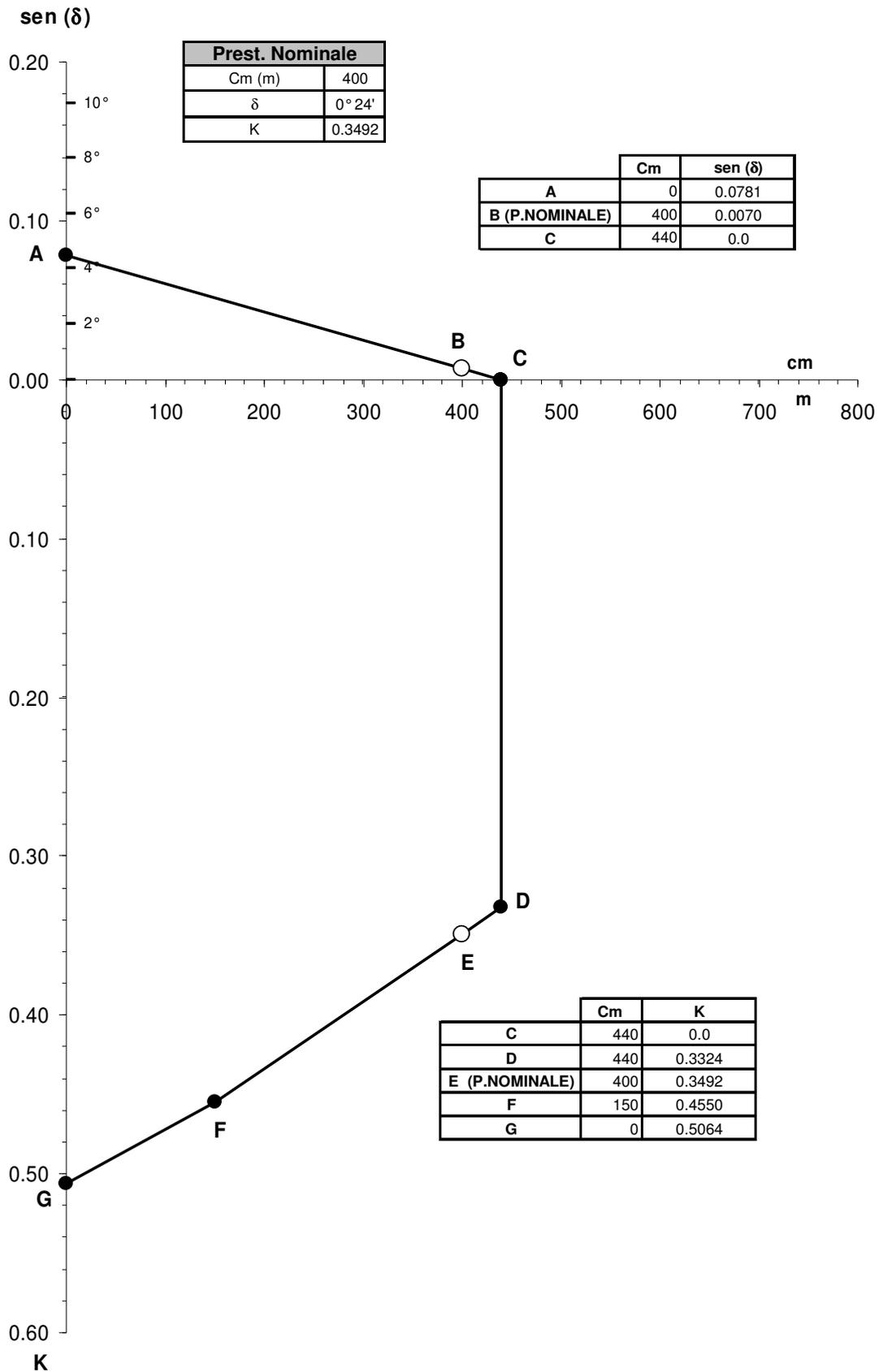


Fig. 4



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)
NORMALE	MSA -B	1827	2697	4680	(2016)	(1651)	(3261)
ECCEZIONALE (*)	MSA -B	0	0	0	0	0	0
NORMALE	MSB	522	3766	5670	(1562)	(2195)	(3832)
ECCEZIONALE (*)	MSB	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 T₀

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

AZIONI TRASVERSALI : $T = v C_m + T_0 \sin \alpha + t^*$ (2')

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

Si può verificare che per tutte le prestazioni geometriche (C_m α) 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 β (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:

$$T = v C_m + T_0 \sin \alpha + t^* + T'_0 \sin \beta$$

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

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

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

(*) 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.

Decreto n.239/EL-146/181/2013 del 12 Marzo 2013

**Elettrodotto 380 kV doppia terna "S.E. Udine Ovest - S.E. Redipuglia"
ed opere connesse**

Relazione di calcolo Fondazione Micropali tipo Tubfix Sostegno CAst27 220 kV

<p>Studio Ing. Luciano Zuccolo Via S.Andrea 9 31100 Treviso</p>		<p>COMMITTENTE: TERNA RETE ITALIA SpA</p> <p>TITOLO ELABORATO: Relazione di calcolo Fondazione Micropali tipo Tubfix Sostegno CAst27 220 kV</p>		
Storia delle revisioni				
Rev.	Data	Descrizione	Elaborato	Verificato
00	11/07/2014	Prima emissione	Ing. Zuccolo	Ing. Zuccolo



Luciano Zuccolo

Storia delle revisioni

Rev. 00	del 11/07/2014	Prima Emissione.

Elaborato		Verificato		Approvato
L. Zuccolo Studio Ing. Zuccolo		S. Bisignano ING-REA-APRI-NE	D.Sperti ING-REA-APRI-NE	G. Paziienza ING-REA-APRI-NE

Indice

1.	PREMESSA	3
2.	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	3
3.	NORMATIVA	3
4.	MATERIALI E RESISTENZE DI CALCOLO	4
5.	CARICHI.....	4
6.	NATURA DEL TERRENO	4
7.	DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	5
8.	VERIFICA DI STABILITA'.....	6
8.1	<i>Compressione e strappamento</i>	6
8.1.1	Calcolo della portanza critica e verifica di stabilità	8
9.	VERIFICHE STRUTTURALI.....	9

1. PREMESSA

La presente relazione di calcolo si propone di verificare le opere di fondazione dei seguenti sostegni:

Impianto	Picchetti di riferimento dei sostegni
Raccordo 220 kV Udine NE-Udine Sud	38a

Lungo tutto lo sviluppo dell'impianto, ed in particolare in prossimità del sostegno interessati, sono state eseguite delle appropriate indagini geognostiche.

In funzione della necessità di operare in prossimità di un sostegno esistente, di contenere al minimo le dimensioni d'ingombro delle fondazioni e tenuto debito conto delle indagini sopracitate e della interpretazione geotecnica delle stesse, è stato deciso di prevedere delle fondazioni profonde, costituite da quattro plinti collegati ai piedi del sostegno tramite dei pilastri che ne incorporano i monconi e che sporgono 50 cm rispetto al piano campagna. I plinti poggiano a loro volta su un gruppo di micropali tipo Tubfix del diametro di 22 cm, lunghi 8 m ed ancorati nel plinto per un tratto di 60 cm.

2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- RELAZIONE GEOLOGICA: RECR10001CGL00098;
- PROVE PENETROMETRICHE: RECR10001CGL00105;
- SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO: RECR10001CGL00106;
- INDAGINI SISMICHE: RECR10001CGL00107;
- TABELLE DI ELABORAZIONE DEI RILIEVI GEOLOGICI: RECR10001CGL00108;
- RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA: RECR10001CGL00124;
- INTERPRETAZIONE GEOTECNICA DELLE INDAGINI ESEGUITE: RECR10001CGL00244;
- DISEGNO FONDAZIONE: RECR10001CGL00283;
- DISEGNO MONCONI F49: P004DX006_01;
- VERIFICA STRUTTURALE STATICA SOSTEGNO 220 kV ST TIPO C: RAPPORTO CESI A6033703;
- PROGETTO E VERIFICA FONDAZIONE LF104: RAPPORTO CESI A6033621_00;
- [1] Une méthode pour le calcul des tirants et de micropieux injectés - M. Bustamante e B. Doix, "Section des fondations, Laboratoire central des Ponts e Chussées", Bulletin n° 140, novembre – dicembre 1985.

3. NORMATIVA

D.M. LL. PP. del 27 Marzo 1988, "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne";

D.M. LL. PP. del 5 Agosto 1998, "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne";

Legge 5/11/1971 N. 1086, "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato e precompresso ed a struttura metallica";

D.M. LL. PP. del 9 Gennaio 1996, " Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale, precompresso e per le strutture metalliche";

4. MATERIALI E RESISTENZE DI CALCOLO

Materiali

Calcestruzzo per opere di fondazione:	C25/30;
Calcestruzzo per getti di sottofondazione:	C12/15;
Barre d'armatura per cemento armato:	B450C;
Tubi valvolati per micropali Ø159x10 mm:	S275JR;
Profili UPN200:	S275JR;
Barre filettate Ø27 mm:	Classe 8.8.

Resistenze di calcolo

Calcestruzzo C25/30:

flessione e pressoflessione:	$\sigma_{cam} =$	97,5 daN/cm ² ;
taglio:	$\tau_{cam} =$	6,0 daN/cm ² ;
Acciaio B450C:	$\sigma_a =$	2550 daN/cm ² ;
Acciaio S275JR	$\sigma_a =$	1550 daN/cm ² .

5. CARICHI

I carichi trasmessi alle fondazioni sono stati ricavati dai calcoli di verifica strutturale del sostegno (RAPPORTO CESI A6033703).

Compressione: 73218 daN;

Trazione: 64567 daN.

I carichi indicati sono di lavoro, pertanto le verifiche verranno eseguite in accordo al metodo delle tensioni ammissibili.

6. NATURA DEL TERRENO

In corrispondenza del sostegno N. 38a è stato eseguito un sondaggio fino alla profondità di 20 m (doc. RECR10001CGL00106-00).

Dall'esame del sondaggio si rileva che il terreno alle profondità interessate dalla parte attiva dei micropali, compresa fra 6 e 10 m, è sempre costituito da ghiaie in matrice sabbiosa limosa molto addensate.

I valori dei numeri di colpi N_{spt} eseguiti in foro sono riportati di seguito:

Picchetto	Livello m	N _{spt}
38a	4,50-4,95	45
	9,00-9,13	Rifiuto (13cm)
	13,50-13,95	57

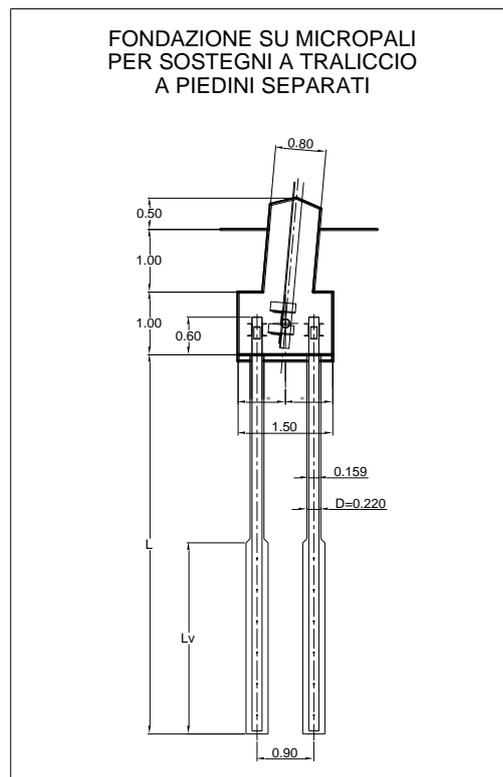
Non è stata rilevata la presenza di acqua.

Ai fini delle verifiche è stato assunto un valore N_{spt} = 45.

7. DESCRIZIONE DELL'OPERA

Lo schema generale della fondazione è riportato in figura, i valori significativi relativi ai micropali sono riepilogati nella tabella seguente.

	Perforazioni	Tubi valvolati
Numero	4	4
Diametro	D= 0,22 m	d= 159 mm
Spessore		10 mm
Interasse	0,90 m	
Profondità da base plinto	L= 7,40 m	
Lunghezza totale		8,00 m
Ancoraggio nel plinto		0,60 m
Lunghezza parte valvolata		Lv= 4,00 m



8. VERIFICA DI STABILITA'

8.1 *Compressione e strappamento*

Uno degli articoli fondamentali e più esaurienti sulla progettazione dei tiranti e dei micropali è stato scritto nel 1985 da M. Bustamante e B. Doix [1].

L'articolo propone metodi di tipo teorico-sperimentale di dimensionamento.

I micropali iniettati si distinguono in due categorie fondamentali in funzione del metodo d'iniezione utilizzato per la formazione dello strato di malta verso il terreno circostante:

- Sistemi tipo IRS, realizzati con iniezione ripetitiva e selettiva
- Sistemi tipo IGU, realizzati globalmente con iniezione in una unica tornata

Le prove comparative mostrano che, in genere, il metodo di sigillatura IRS conferisce al micropalo una resistenza migliore rispetto a quanto avviene con il metodo IGU.

L'immissione della malta in pressione causa un aumento del diametro del micropalo a causa della compressione del terreno circostante. Il diametro da introdurre nei calcoli sarà pertanto:

$$D_s = \alpha D$$

dove: α = coefficiente variabile in funzione del tipo di terreno e del metodo d'iniezione della malta;

D = diametro di perforazione.

L'allargamento del diametro avverrà per la lunghezza L_v della zona "valvolata" del tubo anima del micropalo, da dove potrà fuoriuscire la malta in pressione.

La portanza limite del micropalo sarà quindi funzione non solo delle caratteristiche del terreno attraversato, ma anche del metodo d'iniezione e della lunghezza L_v della parte "valvolata".

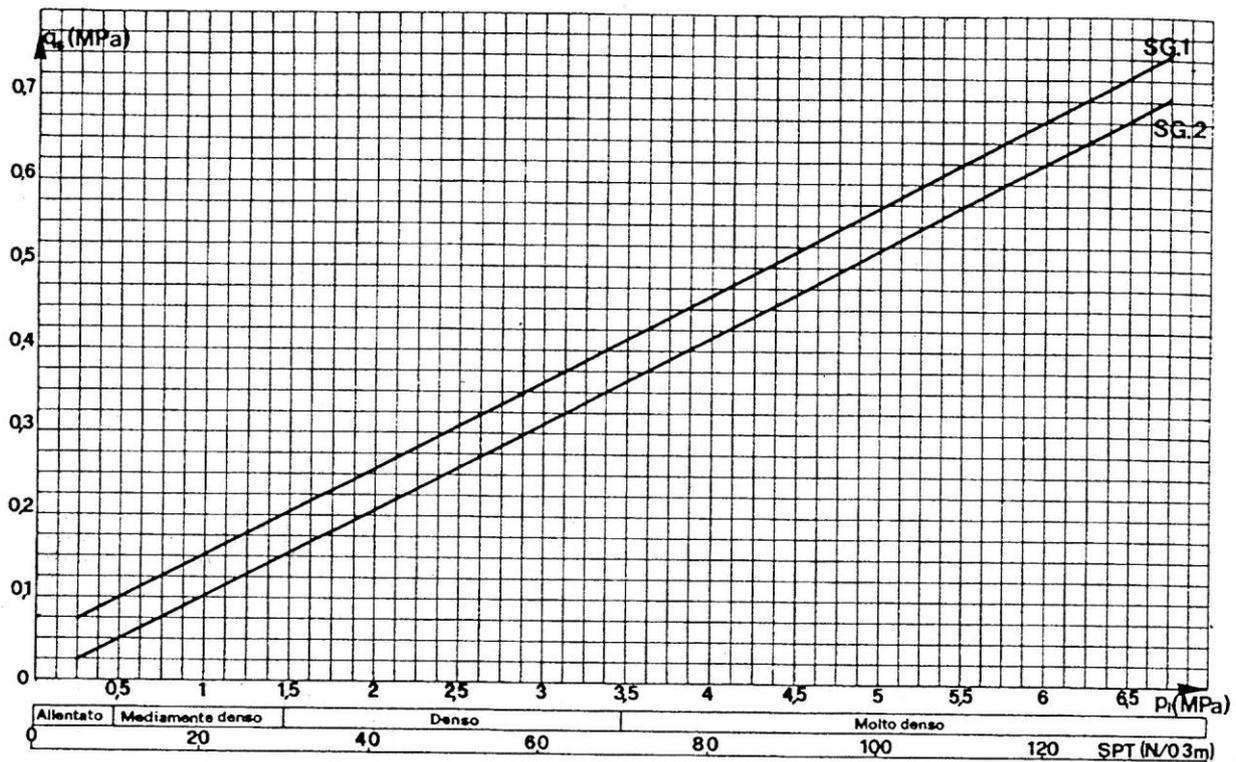
La portanza limite laterale si ricava da appositi grafici, proposti nell'articolo [1] sopra citato, sulla base di prove sperimentali eseguite dagli autori stessi e da altri.

I grafici forniscono i valori di q_s in funzione della pressione limite del terreno p_l , correlata al numero di colpi N_{spt} , e del metodo di iniezione previsto.

Nel caso in esame si prescrive l'impiego della metodologia IRS (Tubfix).

Valori dei coefficienti α per il calcolo del diametro medio di sigillatura

Suolo		Coeff. A	
Codice	Descrizione	Sistemi IRS	Sistemi IGU
g	Ghiaia	1.8	1.3
gs	Ghiaia sabbiosa	1.6	1.2
sg	Sabbia ghiaiosa	1.5	1.2
sgr	Sabbia grossolana	1.4	1.1
sm	Sabbia media	1.4	1.1
sf	Sabbia fine	1.4	1.1
sl	Sabbia limosa	1.4	1.1
l	Limo	1.4	1.1
a	Argilla	1.8	1.2
m	Marna	1.8	1.1
cm	Calcarei marnosi	1.8	1.1
gaf	Gesso alterato e fratturato	1.8	1.1
raf	Roccia alterata e fratturata	1.2	1.1



Per entrambe le verifiche verrà utilizzato un fattore di sicurezza $F_s = 2,5$.

8.1.1 Calcolo della portanza critica e verifica di stabilità

Sostegno tipo	CAst27 220 kV			
Tipo di terreno	gs	Ghiaia sabbiosa		
Numero di colpi SPT	Nspt	45		
Metodo di sigillatura	IRS/IGU	IRS		
Pressione limite del terreno	PI	2.25 MPa	22.5 daN/cm ²	
Attrito laterale limite	qs	0.28 MPa	2.8	
Numero di micropali	n	4		
Profondità	L	7.40	m	
Lunghezza parte valvolata	Lv	4.00	m	
Diametro di perforazione	D	22	cm	
Coefficiente di maggiorazione	α	1.6		
Diametro efficace	$D_s = \alpha D$	35.2	cm	
Trazione limite	TI	501529	daN	
Coefficiente di sicurezza	η	2.5		
Trazione ammissibile	$T_a = TI/\eta$	200612	daN	
Trazione effettiva	T	64567	daN	Ok
Compressione ammissibile	$C_a = 1.25 T_a$	250764	daN	
Compressione effettiva	C	73218	daN	Ok

9. VERIFICHE STRUTTURALI

VERIFICA STRUTTURALE MICROPALI ED ANCORAGGI		
Sostegno tipo	CAst27 220 kV	
Diametro di perforazione	Dm	220 mm
Tubo d'armatura		
materiale		S275JR
diametro	D	159 mm
spessore	s	10 mm
Dispositivi di ancoraggio		UPN200
materiale		S275JR
spessore anima	s min	8.5
lunghezza	l	130 mm
numero	na	4
Fissaggi		
materiale		Cl. 8.8
diametro	d	27 mm
area resistente	Ares	459 mm ²
numero	nb	4
RESISTENZA SEZIONE ACCIAIO		
Sezione lorda	A	4681 mm ²
Sezione netta	A'	4081 mm ²
Sollecitazione ammissibile	σ_{adm}	190 N/mm ²
Resistenza a trazione	R't= $\sigma_{adm} A'$	775.4 kN
RESISTENZA SEZIONE MISTA (compressione)		
Classe calcestruzzo	R'bk	300
Rapporto moduli elastici Ea/Eb	n	10 (a favore di sicurezza)
Area equivalente:	$A^* = \pi/4 Dm^2 + (n-1)A$	80142 mm ²
Sollecitazione ammissibile cls	$\sigma_{c,adm}$	9.75 N/mm ²
Resistenza a compressione	Rc= $\sigma_{c,adm} A^*$	781.4 kN
RESISTENZA ANCORAGGI		
Taglio bulloni		
Numero sezioni	ns= 2nb	8
Sollecitazione ammissibile	$\tau_{b,adm}$	264 N/mm ²
Resistenza al taglio	Rb= ns Ares $\tau_{b,adm}$	969.4 kN
Rifollamento		
Numero sezioni	nr= 2nb	8
Distanza dal bordo	a	150 mm
Rapporto α	min (a/d ; 2,5)	2.5
Resistenza al rifollamento	Rr= nr $\alpha \sigma_{adm} d$ smin	872.1 kN
Taglio ali ancoraggi		
Numero sezioni	na	8
Spessore ala	sp	11.5 mm
Lunghezza	l	130 mm
Sollecitazione ammissibile	$\tau_{a,adm} = \sigma_{adm}/\sqrt{3}$	110 N/mm ²
Resistenza al taglio	Rf= na l sp $\tau_{a,adm}$	1312.0 kN
RESISTENZA COMPRESSIONE CALCESTRUZZO		
Numero ancoraggi	na	4
Lunghezza	l	130 mm
Larghezza ala	b	75 mm
Area resistente	As= 2 na bl	78000 mm ²
Sollecitazione ammissibile cls	$\sigma_{c,adm}$	9.75 N/mm ²
Resistenza a compressione	Ra= As $\sigma_{c,adm}$	760.5 kN
RESISTENZA MINIMA RISULTANTE		
Compressione		
Effettiva	Ce	760.5 kN
Richiesta	C	183.0 kN Ok
Trazione		
Effettiva	Te	760.5 kN
Richiesta	Te	161.4 kN Ok

Tutte le verifiche risultano soddisfatte.

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

- Calcestruzzo per getti di sottofondazione: C12/15
- Calcestruzzo per getti di fondazione: C25/30
- Classe di esposizione: XC2
- Classe di consistenza: S4
- Dimensione massima inerti: 25 mm
- Acciaio per armature: B450C
- Copriferro: 5 cm
- Sovrapposizione armature (se non diversamente precisato): 40 ϕ
- Le dimensioni dei ferri sono riferite al loro ingombro esterno

Impianto	Picchetti di riferimento sostegni
Raccordo 220 kV Udine NE-Udine Sud	38a

PER STAMPA IN B/N	
COLORE	SPESSORE
VERDE	0.50 mm
GIALLO/ROSSO	0.35 mm
GRIGIO (8)	0.20 mm
ALTRI	0.25 mm

REVISIONI	N.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO
	00	11/07/2014	EMISSIONE		L. ZUCCOLO	L. ZUCCOLO

Studio
Ing. Luciano Zuccolo
Via S.Andrea 9
31100 Treviso



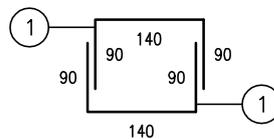
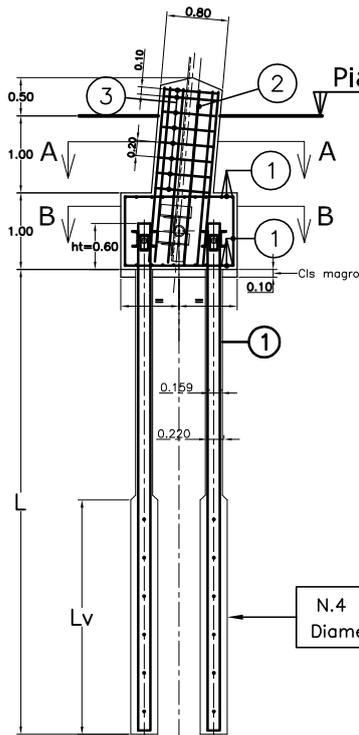
REVISIONI	N.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO
	00	11/07/2014	PRIMA EMISSIONE			ING - REA APRI NE

TIPOLOGIA DELL'ELABORATO	CODIFICA DELL'ELABORATO				
Disegno fondazioni	DECR10001CGL00283				
PROGETTO	TITOLO				
	<p style="text-align: center;">Elettrodotto 380 kV DT Udine Ovest-Redipuglia ed opere elettriche RTN connesse</p> <p style="text-align: center;">Disegno Fondazione Micropali tipo TubFix Sostegno CAst27 220 kV</p>				
RICAVATO DAL DOC. TERNA					
CLASSIFICAZIONE DI SICUREZZA					
NOME DEL FILE	SCALA CAD	FORMATO	SCALA	FOGLIO	
DECR10001CGL00283-00.dwg	1 unità = 1mt.	n A4	Fuori scala	1 / 2	

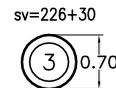
Questo documento contiene informazioni di proprietà Terna S.p.A. e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. E' vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Terna S.p.A.

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 prohibit.

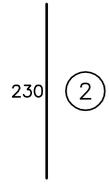
FONDAZIONE SU MICROPALI PER SOSTEGNI A TRALICCIO A PIEDINI SEPARATI
N. 4 MICROPALI TUBFIX PER PIEDINO



1) 20+20Ø16 sup./inf. - L=320 cm



3) 8st.Ø8 - L=260 cm

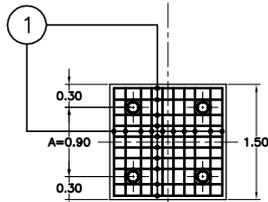


2) 10Ø14 - L=230 cm

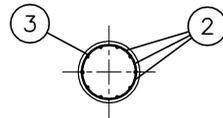
N.4 micropali valvolati per piede - Tubo forma Ø159x10 mm
Diametro di perforazione: 220 mm - Interasse valvole: 50 cm

QUANTITA' PER PIEDE

Posizione	ARMATURA				VOLUMI (mc)		
	N	Ø mm	Taglio cm	Peso kg	Cls C20/25	Cls C12/15	Scavo
①	40	16	320	201,98	3,004	0,225	4,725
②	10	14	230	27,78			
③	8	8	260	8,22			
Peso totale:				237,98			



Sezione B-B



Sezione A-A

MICROPALI - MATERIALI ED INDICAZIONI ESECUTIVE

Tubi valvolati Ø159x10 mm in acciaio S275JR.
Profilati UPN200 in acciaio S275JR - Barre filettate Ø27 mm Classe 8.8.
Malta per ancoraggi dosata con rapp. A/C=0,5 + additivi antiritiro secondo prescrizioni del Produttore, iniettata alla pressione di almeno 6 atm attraverso i fori predisposti.

MICROPALI - DESCRIZIONE

①		Perforazioni	Tubi valvolati
Numero:		4	4
Diametro:		220 mm	159 mm
Interasse	A	0,90 m	
Profondità da base platea:	L	7,40 m	
Spessore:			10 mm
Lunghezza:			8,00 m
Ancoraggio nel plinto:	ht		0,60 m
Parte valvolata:	Lv		4,00 m
Peso unitario:			36,7 kg/m
Peso totale:			1174,4 kg

ANCORAGGIO MICROPALI

CARPENTERIA

Profilo:	UPN200
Numero:	16
Lunghezza taglio:	0,13 m
Lunghezza totale:	2,08 m
Peso totale, dadi e barre compresi:	72 kg

