

Componenti elettrodotti aerei a 132 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 ING - REA APRI_NE	D. Sperti ING - REA APRI_NE	G. Paziienza ING - REA APRI_NE

m010CI-LG001-r02

CONDUTTORI ED ARMAMENTI

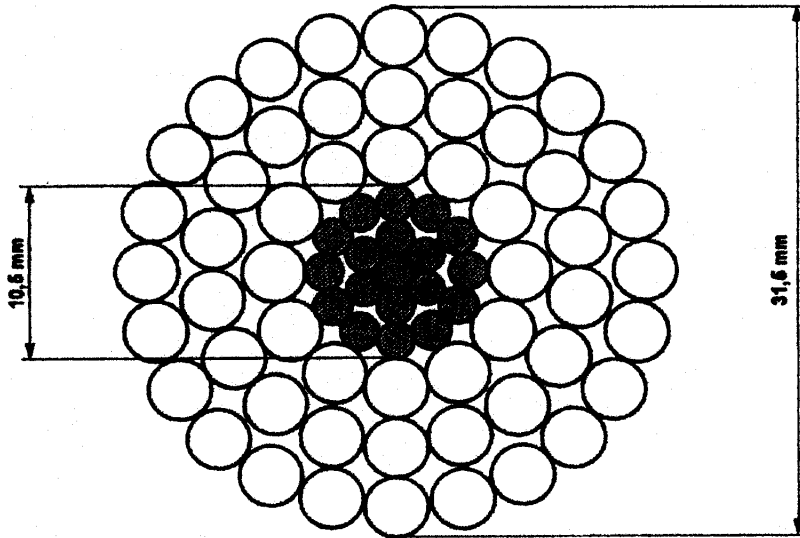
RQUT0000C2	LUG. 2002	Conduttore a corda di Alluminio - Acciaio diametro 31,5
LC 21	GEN. 1995	Corda di guardia di Acciaio Ø 10,5
UX LC58	GEN. 2009	Fune di guardia con Fibre Ottiche diametro nom. 10,5 mm
LIN J1	MAR. 2012	Isolatori cappa e perno di tipo normale in vetro temperato
LIN J2	MAR. 2012	Isolatori cappa e perno di tipo antisale in vetro temperato
LM 111	OTT.1994	Armamento per amarro semplice del conduttore All.-Acc. Ø31,5
LM 112	OTT. 1994	Armamento per amarro doppio del conduttore All.-Acc. Ø31,5
LM 251	OTT. 1994	Armamento per amarro della corda di guardia di acciaio Ø10,5
DM 261	GIU. 1998	Armamento di amarro della fune di guardia Ø 10,5 mm incorporante Fire Ottiche
DM 271	LUG. 1996	Armamento di amarro della fune di guardia Ø 11,5 mm incorporante Fibre Ottiche

SOSTEGNI

132PGPORTATERCU	NOV. 2007	Criteri di utilizzo del palo gatto portaterminali per linee elettriche a 132 – 150 kV. Conduttore in alluminio acciaio Ø 22.8 EDS 21% zona A – 18% zona B. Conduttore in alluminio acciaio Ø 31.5 EDS 14% zona A – 12% zona B.
TE-P502-U02-PT	MAG. 2007	132/150kV Sostegno di conversione aereo-cavo dotato di piattaforma porta terminale tipo "Palo Gatto" Calcolo delle azioni trasmesse al sostegno nelle condizioni normali, eccezionali e sismiche

FONDAZIONI

RECR10001CGL00240	LUG 2014	Asseverazione Relazione di calcolo. Fondazione a Platea Sostegno Portale H27 132 kV con portaterminale. Estratto disegno fondazione a platea.
-------------------	----------	--



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:

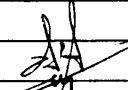
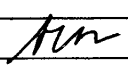
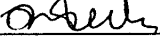
Per la costruzione ed il collaudo: DC 3905

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:

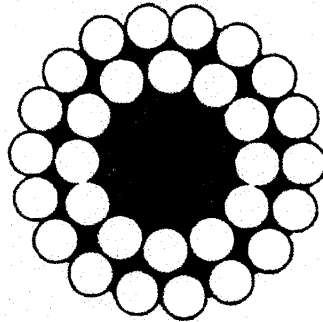
L'unità di misura con la quale deve essere espressa la quantità del materiale è la massa in chilogrammi (Kg)

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.

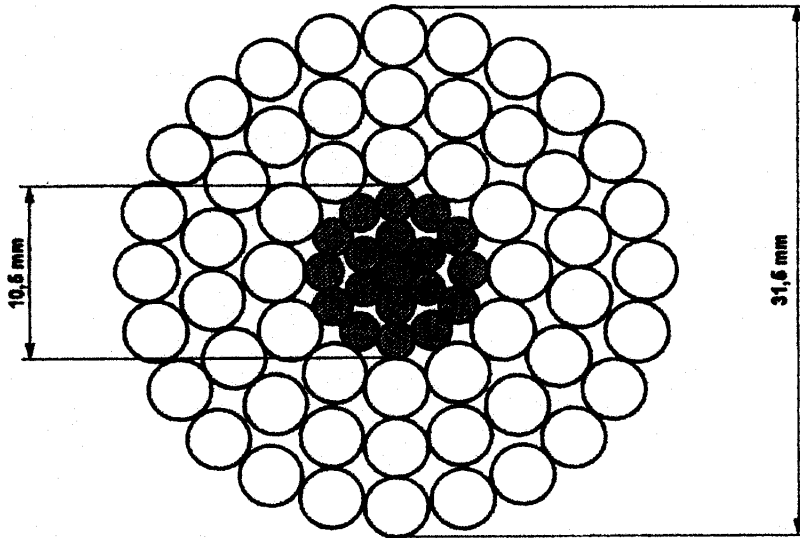


Cfr. Norma EN 50182 Maggio 2001 Caso 4 Figura B.1, annesso B

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.



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:

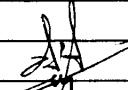
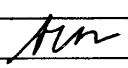
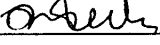
Per la costruzione ed il collaudo: DC 3905

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:

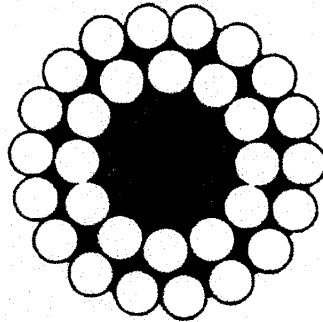
L'unità di misura con la quale deve essere espressa la quantità del materiale è la massa in chilogrammi (Kg)

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.

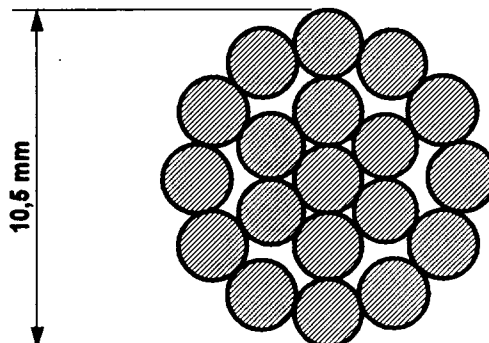
Il Fornitore del conduttore, dovrà consegnare la documentazione di conformità del grasso utilizzato.

UNIFICAZIONE

ENEL

CORDA DI GUARDIA DI ACCIAIO Ø 10,5

31 73 A

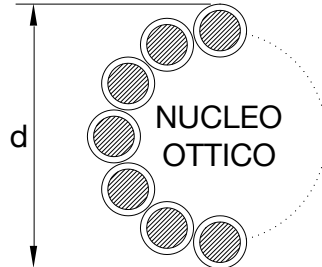
LC 21Gennaio 1995
Ed.6 - 1/1

TIPO	21/1	21/2
N. MATRICOLA	31 73 03	31 73 04
TIPO ZINCATURA	NORMALE	MAGGIORATA
MASSA UNITARIA DI ZINCO (g/m ²)	214	550
FORMAZIONE	19 x 2,1	19 x 2,1
SEZIONE TEORICA (mm ²)	65,81	65,81
MASSA TEORICA (kg/m)	0,517	0,532
RESISTENZA ELETTR. TEORICA A 20 °C (Ω /km)	2,416	2,416
CARICO DI ROTTURA (daN)	10196	8874
MODULO ELASTICO FINALE (N/mm ²)	175000	175000
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE (1/°C)	11,5 x 10 ⁻⁶	11,5 x 10 ⁻⁶

- 1 - Materiale: acciaio Tipo170 (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 0 , 5 N O R U E



DIAMETRO NOMINALE ESTERNO	(mm)	≤ 10,5		
MASSA UNITARIA TEORICA (Eventuale grasso compreso)	(kg/m)	≤ 0,4		
RESISTENZA ELETTRICA TEORICA A 20 °C	(ohm/km)	≤ 1,2		
CARICO DI ROTTURA	(daN)	≥ 5200		
MODULO ELASTICO FINALE	(daN/mm ²)	≥ 11500		
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE TERMICA	(1/°C)	≤ 16,0E-6		
MAX CORRENTE C.TO C.TO DURATA 0,5 s	(kA)	≥ 7		
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 G U A R A C S 2 4 x F I B R O T T 1 0 , 5

Matricola SAP:

1 0 1 1 2 1 5

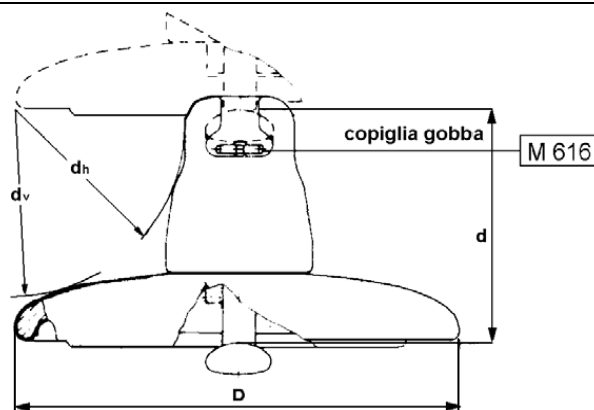
Storia delle revisioni

Rev. 00	del 07/01/2009	Prima emissione.
---------	----------------	------------------

Elaborato	Verificato	Approvato
S. Tricoli ING-PRI	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; 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 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.

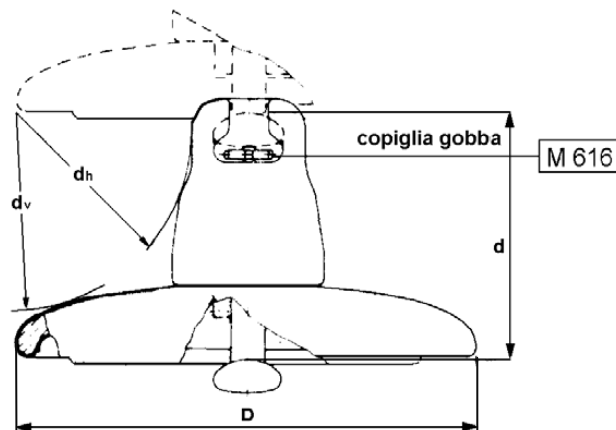
Storia delle revisioni

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.

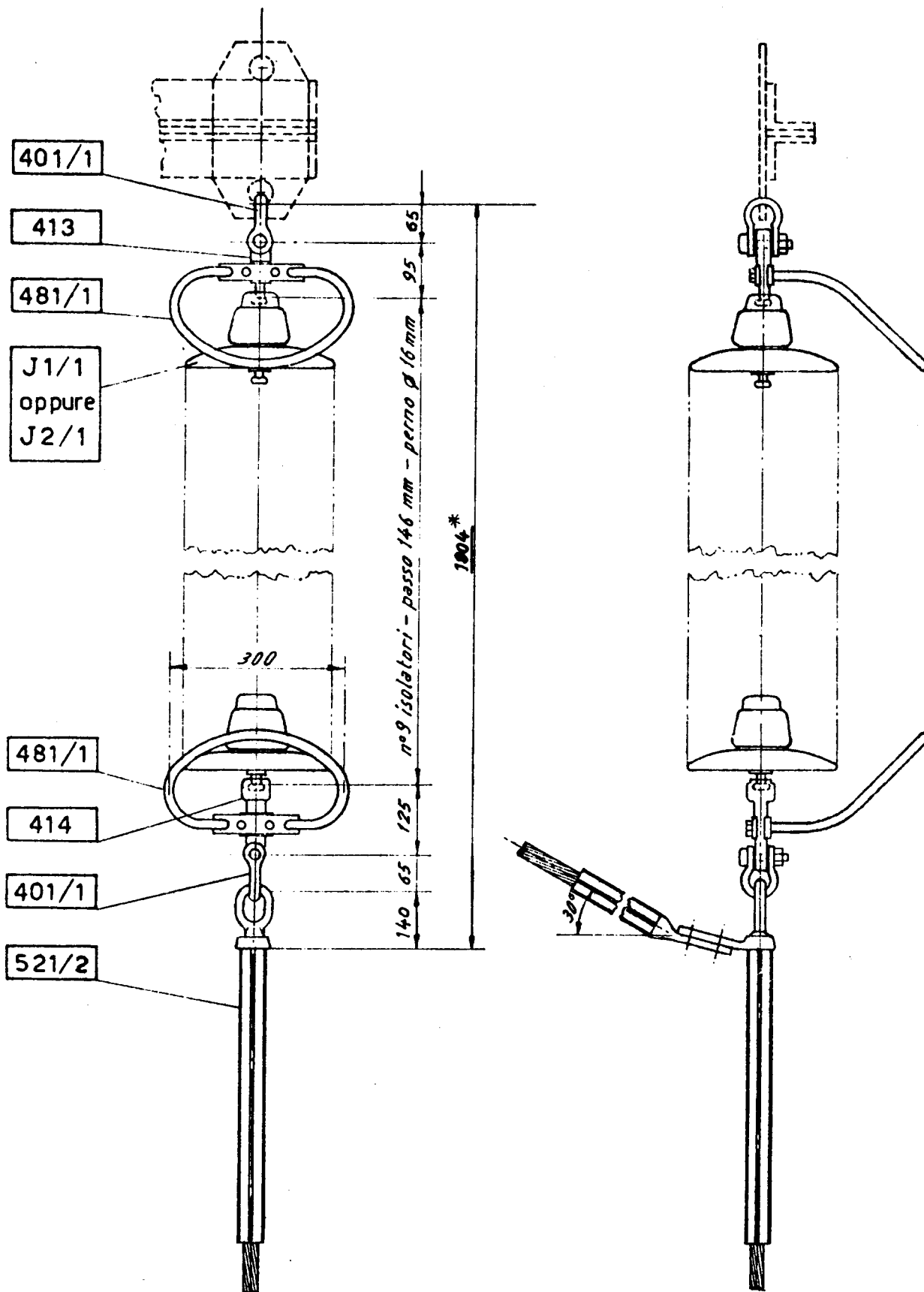
Storia delle revisioni

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



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

Riferimento. C2

UNIFICAZIONE

ENEL

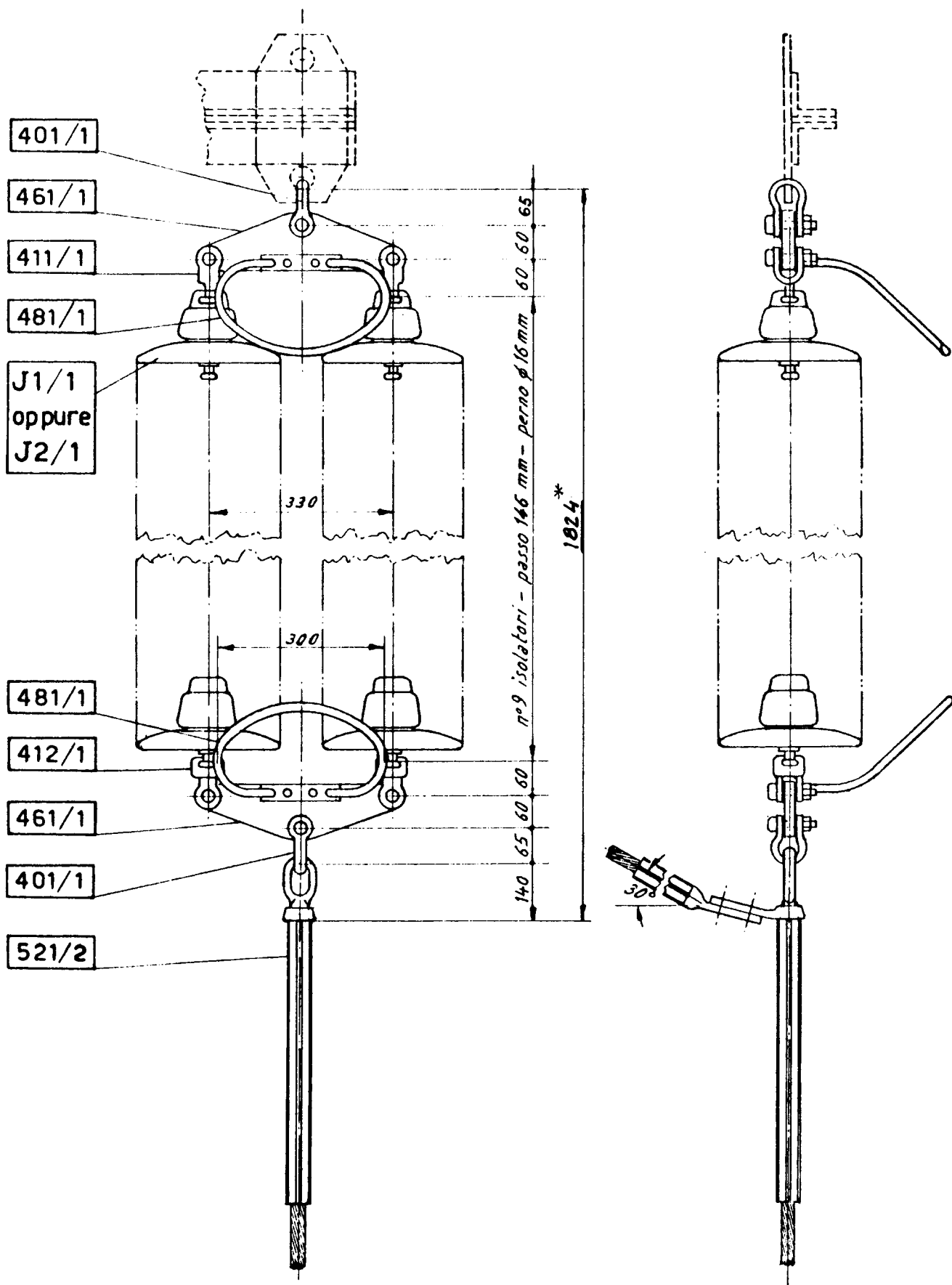
LINEA A 132 - 150 kV
ARMAMENTO PER AMARRO DOPPIO
DEL CONDUTTORE ALL.- ACC. Φ 31,5

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

UNIFICAZIONE

ENEL

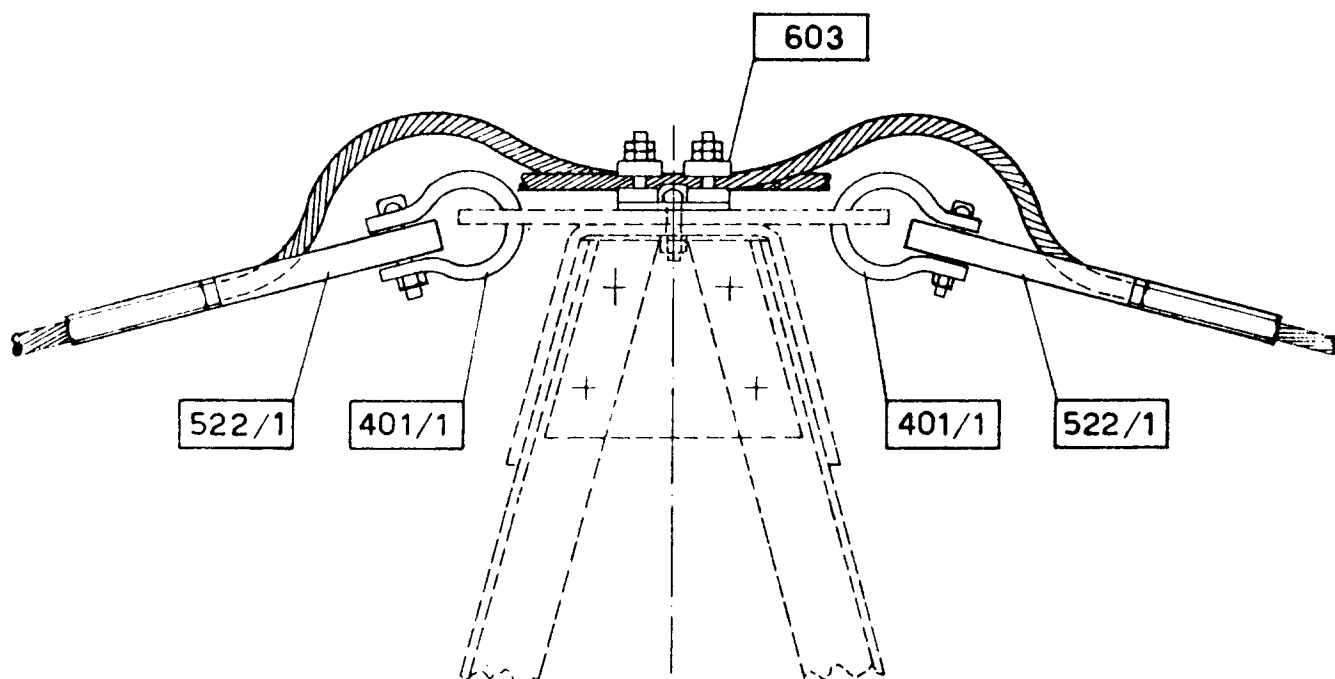
LINEE A 132 - 150 kV
ARMAMENTO PER AMARRO
DELLA CORDA DI GUARDIA DI ACCIAIO Φ 10,5

25 XX BD

LM 251

Ottobre 1994
Ed. 3 - 1/1

DDI - VICE DIREZIONE TECNICA



Riferimento. C21

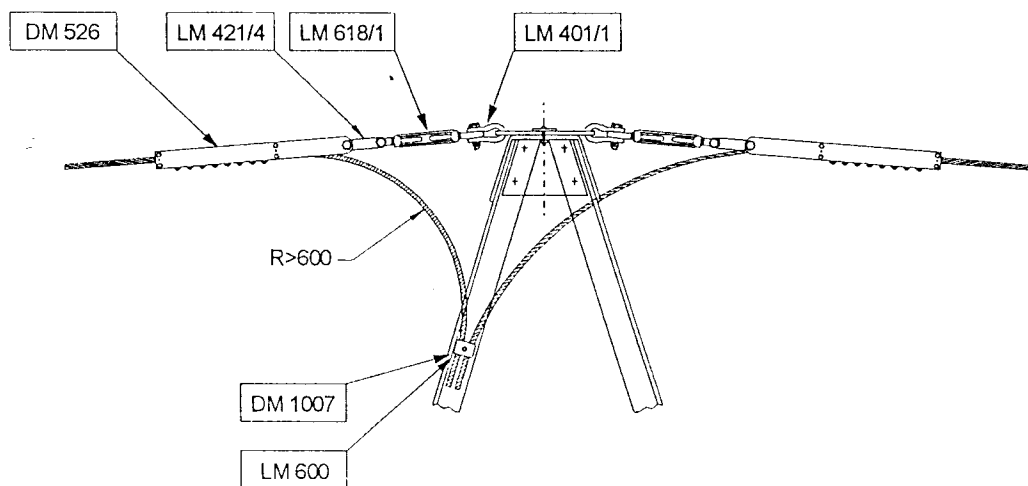
UNIFICAZIONE

ENEL

LINEE A 132÷150 kV
ARMAMENTO DI AMARRO DELLA FUNE DI GUARDIA
Ø 10.5 mm INCORPORANTE FIBRE OTTICHE

DM 261

BOZZA
Giugno 1998



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 26

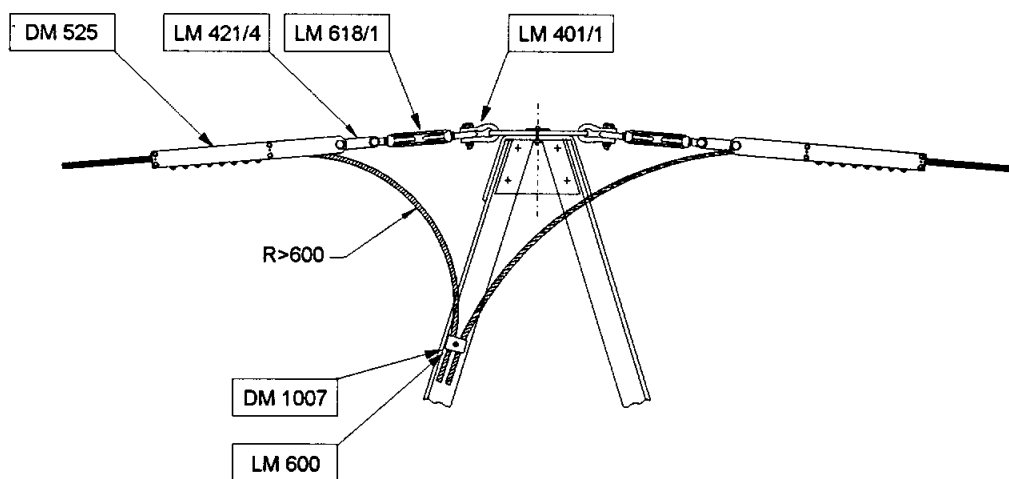
UNIFICAZIONE

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

CRITERI DI UTILIZZO DEL PALO GATTO PORTATERMINALI PER LINEE ELETTRICHE A 132 - 150 kV

CONDUTTORE IN ALLUMINIO ACCIAIO Ø 22,8 EDS 21% ZONA A – 18% ZONA B

CONDUTTORE IN ALLUMINIO ACCIAIO Ø 31,5 EDS 14% ZONA A – 12% ZONA B

Storia delle revisioni

Rev. 00	del 30/11/2007	Prima emissione.
---------	----------------	------------------

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

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.

SOMMARIO

1	OGGETTO	3
2	CAMPO DI APPLICAZIONE	3
3	RIFERIMENTI NORMATIVI E PRESCRIZIONI TECNICHE	3
4	DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA.....	3
5	DISTANZE MINIME TRA PARTI IN TENSIONE E PARTI A TERRA	5
6	APPARECCHIATURE INSTALLABILI SULLA PIATTAFORMA.....	5
7	SCARICATORI INSTALLABILI SULLA TESTA DEL SOSTEGNO.....	5

1 OGGETTO

La presente prescrizione tecnica ha lo scopo di definire i criteri di utilizzo del palo gatto portaterminali per linee 132 – 150 kV.

2 CAMPO DI APPLICAZIONE

La presente prescrizione tecnica si applica al palo gatto per tensioni a 132 – 150 kV dotato di mensola portaterminali per realizzare la transizione da linea aerea a linea in cavo.

3 RIFERIMENTI NORMATIVI E PRESCRIZIONI TECNICHE

- DM 21/3/1988: Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne.
- DM 9/1/1996: Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- DM 23/9/2005: Norme tecniche per le costruzioni.
- OPCM 3274-20/3/2003: Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.
- CEI EN50341-1: Linee elettriche aeree a tensione alternata maggiore di 45 kV. Parte 1: prescrizioni generali – specifiche comuni, Luglio 2005.
- CEI 11-1: Impianti elettrici con tensioni superiori a 1 kV in corrente alternata.
- CEI 11-4: Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne.
- Documentazione di unificazione Terna.

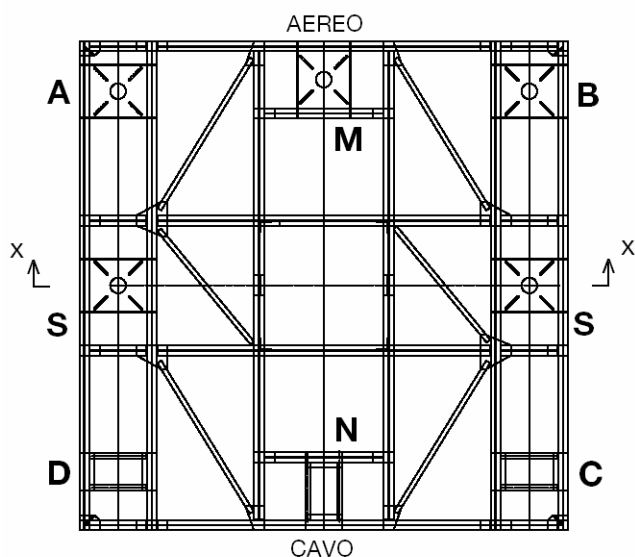
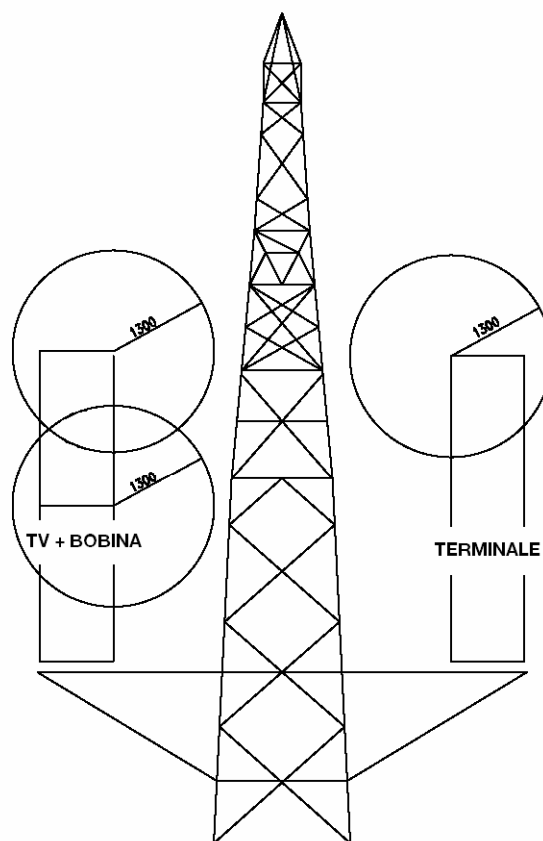
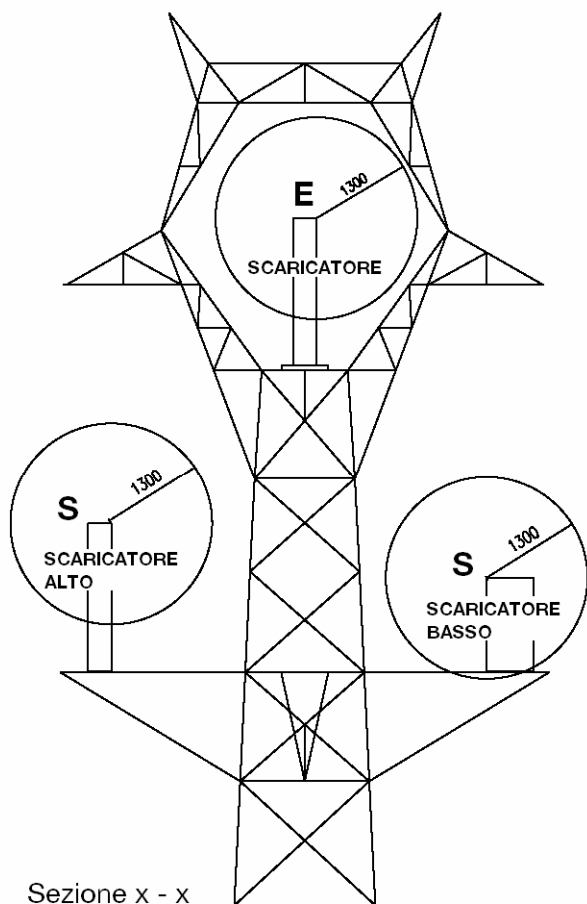
4 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

La struttura in esame deriva dal portale di stazione unificato per linee a 132 – 150 kV il quale è stato munito di una piattaforma e reso idoneo ad alloggiare le apparecchiature necessarie alla transizione da linea aerea a linea in cavo.

Sulla piattaforma è previsto il montaggio di tre terminali aria – cavo, tre TV + bobina e due scaricatori.

Il terzo scaricatore, quello della fase centrale, viene posizionato sulla crociera posta alla quota di 1,40 m rispetto alla testa del sostegno.

Nella pagina seguente vengono riportati gli schemi della piattaforma e della disposizione delle apparecchiature sul sostegno. Per una descrizione di dettaglio si rimanda alla tavola TE-P502-D01-PT_00 ed al documento di calcolo di verifica della piattaforma TE-P502-U01-PT_01.



Pianta della piattaforma

Terminali aria - cavo in D, N, C
TV + bobina in A, M, B
Scaricatori in S (fasi laterali)

Vista trasversale (Sezione x - x)

Scaricatore in E (fase centrale)
Scaricatori in S (fasi laterali)

5 DISTANZA MINIMA TRA PARTI IN TENSIONE E PARTI A TERRA

Le apparecchiature devono avere un ingombro tale da garantire il rispetto della distanza minima di 1,30 m (distanza minima fase – terra) desunta dalla CEI 11 – 1.

Assumendo tale valore risulta verificato anche il vincolo prescritto dalla CEI 11 – 4 che per linee alla tensione nominale di 150 kV impone una distanza minima di 0,90 m.

Il rispetto del vincolo sulla distanza minima fase – terra comporta la seguente scelta impiantistica:

- tutte le apparecchiature qualificate da Terna per linee a tensione nominale di 132 e di 150 kV da montare sulla piattaforma (tre terminali aria – cavo, tre TV + bobina e due scaricatori) garantiscono il rispetto del vincolo indicato.
- lo scaricatore da montare sulla testa del sostegno deve essere scelto tra quelli qualificati da Terna che garantiscono il soddisfacimento della condizione sulla distanza minima.

6 APPARECCHIATURE INSTALLABILI SULLA PIATTAFORMA

I documenti di unificazione Terna prevedono le seguenti tipologie di apparecchiature:

1. trasformatori di tensione capacitivi:
 - Y44 (per linee a tensione nominale di 132 kV),
 - Y46 (per linee a tensione nominale di 150 kV);
2. bobine ad onde convogliate Y61;
3. terminali aria – cavo K123 (terminali in composito per linee a tensione nominale di 132 e 150 kV);
4. scaricatori:
 - Y58 (per linee a tensione nominale di 132 kV),
 - Y59 (per linee a tensione nominale di 150 kV).

Il posizionamento dei macchinari è indicato nello schema di cui al punto 4.

7 SCARICATORI INSTALLABILI SULLA TESTA DEL SOSTEGNO

I documenti di unificazione Terna prevedono le seguenti tipologie di scaricatori:

- Y58 (per linee a tensione nominale di 132 kV);
- Y59 (per linee a tensione nominale di 150 kV).

Tra gli scaricatori qualificati da Terna è possibile impiegare solamente quelli sprovvisti di anello di ripartizione della tensione che presentino un'altezza tale da non violare la distanza minima fase – terra indicata al punto 5.

Gli scaricatori qualificati impiegabili sono riportati in tabella.

CASA PRODUTTRICE	SIGLA UNIFICAZIONE TERNA	TENSIONE NOMINALE DI RETE (kV)	SIGLA CASA PRODUTTRICE
SIEMENS	Y58	132	3EL2 120 – 2PM31 – 4ZZ2
	Y59	150	3EL2 138 – 2PQ32 – 4ZZ2
P e V SCB	Y58	132	SCB 145kV
	Y59	150	SCB 170kV
ABB ADDA	Y58	132	EXLIM Q120 – AH145M
HMM BBC	Y58	132	HMM 144

A seguito della scelta di uno degli scaricatori da inserire sulla testa è comunque necessaria la verifica del mantenimento delle distanze elettriche delle apparecchiature e delle calate.

 Terna Rete Elettrica Nazionale Dirazione Operation Italia Mantenimento Impianti	Impianto: LINEE 132 – 150 kV SOSTEGNO DI CONVERSIONE AEREO-CAVO DOTATO DI PIATTAFORMA PORTA TERMINALI	Documento: TE-P502-U02-PT	
	AOT – UPRI Team Linee	Titolo: Calcolo delle azioni trasmesse al sostegno	REV. 00

LINEE 132 – 150 kV


**SOSTEGNO DI CONVERSIONE AEREO-CAVO
DOTATO DI PIATTAFORMA PORTA TERMINALI**

**Calcolo delle azioni trasmesse al sostegno nelle
condizioni normali, eccezionali e sismiche**



[Handwritten signature]

00	15-05.2007	Prima emissione	B.A.Cauzillo	F.Boni	S.Memeo	G. Babusci
Rev.	Data	Descrizione revisione	Elaborato	Collaborazioni	Verificato	Approvato

 <p>Direzione Operation Italia Mantenimento Impianti</p>	Impianto: <p style="text-align: center;">LINEE 132 – 150 kV SOSTEGNO DI CONVERSIONE AEREO-CAVO DOTATO DI PIATTAFORMA PORTA TERMINALI</p>	Documento: <p style="text-align: center;">TE-P502-U02-PT</p>	
<p style="text-align: center;">AOT – UPRI Team Linee</p>	Titolo: <p style="text-align: center;">Calcolo delle azioni trasmesse al sostegno</p>	REV. 00	Pag. 2 di 16

Premessa

La presente relazione si riferisce all'incarico n.3000021351 del 25 gennaio 2007 relativo al titolo ed ha per oggetto lo studio dell'utilizzazione del sostegno di stazione della serie standard per linee a 150 kV a semplice terna, come sostegno capolinea per il passaggio da linea aerea a linea in cavo.

È prevista l'installazione di una piattaforma, non praticabile in normali condizioni di esercizio, ove disporre terminali cavo, scaricatori e TV capacitivi con bobina di sbarramento per le onde convogliate.

Lo studio fa riferimento al documento RU EX06022 B ER 01001 "Disposizioni per la progettazione della piattaforma porta terminali da installare su un sostegno di stazione a 150 kV a tiro pieno", allegato alla lettera di incarico.

Per lo sviluppo dello studio si è fatto uso della documentazione originaria del sostegno di stazione messa a disposizione dalla Terna su supporto informatico

La normativa di riferimento

- DM 21/3/1988: "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne".
- DM 9/1/1996: "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".
- DM 23/9/2005: "Norme tecniche per le costruzioni".
- OPCM 3274-20/3/2003: "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".
- CEI EN 50341-1: "Linee elettriche aeree a tensione alternata maggiore di 45 kV".
- CEI 11-1: "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata".

 Rete Elettrica Nazionale Direzione Operation Italia Mantenimento Impianti	Impianto: LINEE 132 – 150 kV SOSTEGNO DI CONVERSIONE AEREO-CAVO DOTATO DI PIATTAFORMA PORTA TERMINALI	Documento: TE-P502-U02-PT	
	AOT – UPRI Team Linee	Titolo: Calcolo delle azioni trasmesse al sostegno	REV. 00

Analisi dei tiri

L'analisi dei tiri nelle più significative condizioni di carico viene fatta secondo gli standard adottati dalla Terna, considerando il conduttore e le due funi di guardia seguenti:

Conduttore LC 2/1 All-Acc ϕ 31,5 mm
Fune di guardia LC 21/1 Acc ϕ 10,5 mm
Fune di guardia LC 50/1 Allw ϕ 11,5 mm

Conduttore LC 2/1

Vengono considerati i tiri dell'ipotesi base EDS dell'unificazione della Terna per il sostegno portale in vista sia dell'utilizzazione per lo scopo in questione (zona A) che in zona B

Zona A (EDS 14%)

$$L_{EDS} = 0,14 \times 16852 = 2360 \text{ daN (doc. E023R02)}$$

$$L_{MSA} = 3702 \text{ daN (doc. E023R02)}$$

Zona B (EDS 12%)

$$L_{EDS} = 0,12 \times 16852 = 2025 \text{ daN (doc. E023R04)}$$

$$L_{MSA} = 3204 \text{ daN (doc. E023R04)}$$

$$L_{MSB} = 3992 \text{ daN (doc. E023R04)}$$

f.d.g. LC 51


Zona A

$$L_{MSA} = 2078 \text{ daN (doc. E023R02)}$$

Zona B

$$L_{MSA} = 1822 \text{ daN (doc. E023R04)}$$

$$L_{MSB} = 2703 \text{ daN (doc. E023R04)}$$

 <p>Direzione Operation Italia Mantenimento Impianti</p>	Impianto: LINEE 132 – 150 kV SOSTEGNO DI CONVERSIONE AEREO-CAVO DOTATO DI PIATTAFORMA PORTA TERMINALI	Documento: TE-P502-U02-PT	
	AOT – UPRI Team Linee	Titolo: Calcolo delle azioni trasmesse al sostegno	REV. 00

Nel caso di utilizzo di corde di guardia di altra tipologia dovrà essere verificato che non vengano superati questi tiri.

Vento sui componenti

- Doppia catena di isolatori con accessori spinterometrici

MSA Si assume 140 daN

MSB 35 daN

- Sfera di segnalazione

MSA $0,283 \times 29,43 = 8,33$ daN

MSB $0,283 \times 7,36 = 2,08$ daN

- Terminale cavo (viene assimilato ad un cilindro di altezza 2,12 m e di diametro 0,52 m)

MSA $0,52 \times 2,12 \times 70,63 = 78$ daN

MSB 20 daN

- TV capac. + bobina (viene assimilato ad un cilindro di altezza 2,85 m e diametro 0,29 m, sormontato da un cilindro di altezza 1,15 m e di diametro 0,95 m)

MSA $0,95 \times 1,15 \times 70,63 = 77$ daN

$2,85 \times 0,29 \times 70,63 = 58$ daN

Totale 135 daN


MSB 34 daN

- Scaricatore (viene assimilato ad un cilindro di altezza 1,90 m e di diametro 0,30 m)

MSA $1,90 \times 0,30 \times 70,63 = 40$ daN

MSB 10 daN

Peso dei componenti

 <p>Terna Rete Elettrica Nazionale</p> <p>Direzione Operation Italia Mantenimento Impianti</p>	<p>Impianto:</p> <p style="text-align: center;">LINEE 132 – 150 kV SOSTEGNO DI CONVERSIONE AEREO-CAVO DOTATO DI PIATTAFORMA PORTA TERMINALI</p>	<p>Documento:</p> <p style="text-align: center;">TE-P502-U02-PT</p>	
<p>AOT – UPRI Team Linee</p>	<p>Titolo:</p> <p style="text-align: center;">Calcolo delle azioni trasmesse al sostegno</p>	<p>REV. 00</p>	<p>Pag. 5 di 16</p>

I pesi sono stati dedotti da documenti vari messi a disposizione dalla Terna.

- Doppia catena con accessori
160 daN
- Sfera
 $5,5 \times 0,981 = 5,39$ daN
- Terminale cavo
186 daN
- TV + bobina
677 daN
- Scaricatore
147 daN

Carichi trasmessi dai conduttori

Vengono indicati con le lettere T, P, L rispettivamente i carichi trasversali, verticali e longitudinali e i calcoli sono eseguiti in conformità al D.M.21/03/1988.

Zona A

$$T = 70,63 \times 0,0315 \times 350 + 3702 \times \sin 22^\circ + 140 = 2306 \text{ daN}$$

$$P = 1,916 \times 350 + 0,190 \times 3702 + 160 = 1534 \text{ daN}$$

$$L = 3702 \text{ daN}$$

Zona B

MSA

$$T = 779 + 3204 \times \sin 22^\circ + 140 = 2119 \text{ daN}$$

$$P = 671 + 0,190 \times 3204 + 160 = 1440 \text{ daN}$$

$$L = 3204 \text{ daN}$$

MSB

$$T = 17,66 \times 0,0555 \times 350 + 3992 \times \sin 22^\circ + 35 = 1873 \text{ daN}$$

$$P = (1,916 + 1,48) \times 350 + 0,190 \times 3992 + 160 = 2107 \text{ daN}$$

$$L = 3992 \text{ daN}$$

 Rete Elettrica Nazionale Direzione Operation Italia Mantenimento Impianti	Impianto: LINEE 132 – 150 kV SOSTEGNO DI CONVERSIONE AEREO-CAVO DOTATO DI PIATTAFORMA PORTA TERMINALI	Documento: TE-P502-U02-PT	
	AOT – UPRI Team Linee	Titolo: Calcolo delle azioni trasmesse al sostegno	REV. 00

Carichi trasmessi dalle funi di guardia

Si considera sulla campata nominale di 350 m un numero nominale di sfere di segnalazione di 11,7 corrispondente ad una sfera ogni 30 m.

f.d.g LC 51

Zona A

$$T = 70,63 \times 0,0115 \times 350 + 2078 \times \sin 22^\circ + 0,283 \times 11,7 \times 29,43 = 1160 \text{ daN}$$

$$P = 0,537 \times 350 + 0,190 \times 2078 + 11,7 \times 5,5 = 647 \text{ daN}$$

$$L = 2078 \text{ daN}$$

Zona B

MSA

$$T = 70,63 \times 0,0115 \times 350 + 1822 \times \sin 22^\circ + 97 = 1063 \text{ daN}$$

$$P = 0,537 \times 350 + 0,190 \times 1822 + 64 = 598 \text{ daN}$$

$$L = 1822 \text{ daN}$$

MSB

$$T = 17,66 \times 0,0355 \times 350 + 2703 \times \sin 22^\circ + 0,283 \times 11,7 \times 7,36 = 1255 \text{ daN}$$

$$P = (0,537 + 0,800) \times 350 + 0,190 \times 2703 + 64 = 1046 \text{ daN}$$

$$L = 2703 \text{ daN}$$

Tabella dei carichi e diagrammi di utilizzazione del sostegno

I carichi calcolati vengono nel seguito raccolti in una tabella compilata secondo lo standard Terna

 Direzione Operation Italia Manutenzione Impianti	Impianto: LINEE 132 – 150 kV SOSTEGNO DI CONVERSIONE AEREO-CAVO DOTATO DI PIATTAFORMA PORTA TERMINALI			Documento: TE-P502-U02-PT		
	Titolo: Calcolo delle azioni trasmesse al sostegno			REV. 00	Pag. 7 di 16	
AOT – UPRI Team Linee						

ZONA	IPOTESI	STATO	CONDUTTORI			F.d.g. LC 51		
			T	P	L			
A	Normale	MSA	2306	1534	3702	1160	647	2078
			2306	0	3702	1160	0	2078
	Eccezionale	MSA (*)	140	160	0	0	0	0
ZONA B	IPOTESI	STATO	CONDUTTORI			F.d.g. LC 51		
			T	P	L			
B	Normale	MSA	2119	1534	3204	1063	598	1822
			2119	0	3204	1063	0	1822
		MSB	1873	2107	3992	1255	1046	2703
			1873	0	3992	1255	0	2703
	Eccezionale	MSA (*)	140	160	0	0	0	0
		MSB (*)	35	160	0	0	0	0

ZONA sismica	Eccezionale	Sismico	1495	2107	3992	1013	1046	2703
			1495	0	3992	1013	0	2703

(*) Solo sul conduttore o sulla f.d.g. rotta, mentre su quelli integri si hanno gli stessi T, P, L dell'ipotesi normale.

T, P, L sono in daN.

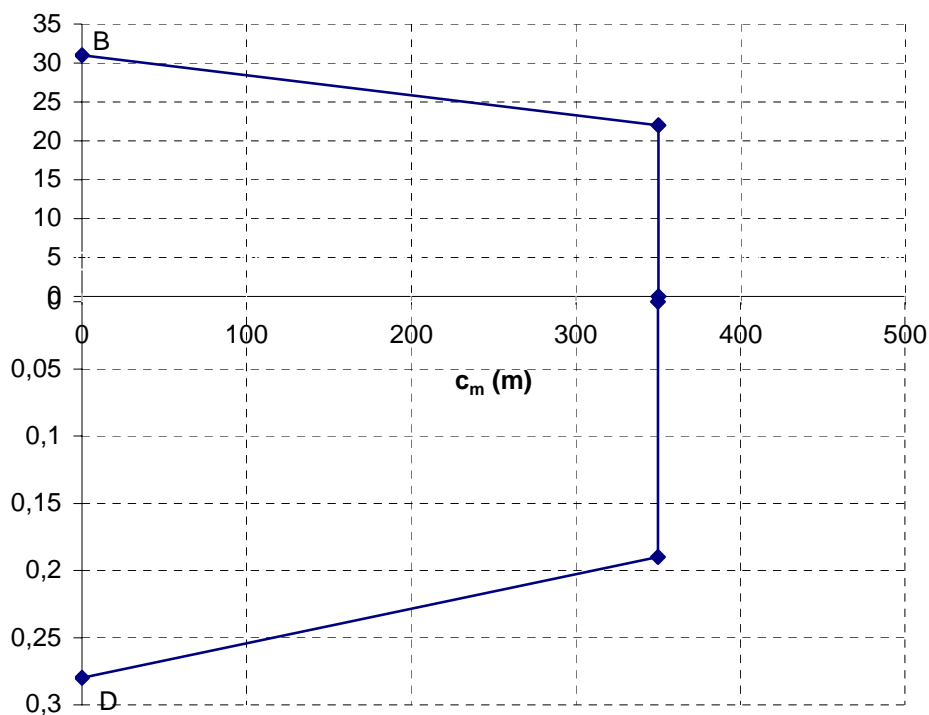
In base ai carichi calcolati sono stati costruiti i diagrammi di utilizzazione del sostegno per le zone A e B; tali diagrammi sono nel seguito allegati.

Carichi trasmessi dalla piattaforma

Questi carichi sono stati definiti nella relazione di calcolo della piattaforma che si intende allegata.

I carichi sono applicati come carichi verticali, trasversali e longitudinali, negli otto nodi di connessione tra piattaforma e sostegno e figurano nei tabulati di calcolo del sostegno medesimo.

ZONA A



PRESTAZIONI NOMINALI

$c_m = 350$ m

$\alpha = 22^\circ$

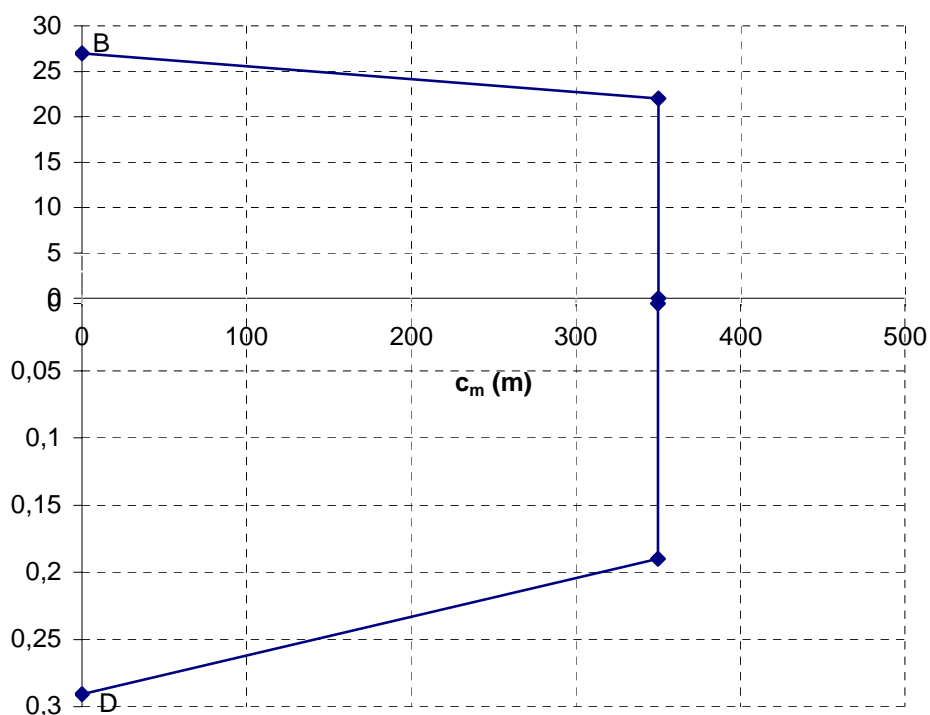
$K = 0,190$

PUNTO B $c_m = 0$ m , $\alpha = 31^\circ$

PUNTO D $c_m = 0$ m , $K = 0,280$

DIAGRAMMA DI UTILIZZAZIONE DEL SOSTEGNO

ZONA B



PRESTAZIONI NOMINALI

$c_m = 350$ m

$\alpha = 22^\circ$

$K = 0,190$

PUNTO B $c_m = 0$ m , $\alpha = 27^\circ$

PUNTO D $c_m = 0$ m , $K = 0,290$

DIAGRAMMA DI UTILIZZAZIONE DEL SOSTEGNO

 Direzione Operation Italia Manutenzione Impianti	Impianto: LINEE 132 – 150 kV SOSTEGNO DI CONVERSIONE AEREO-CAVO DOTATO DI PIATTAFORMA PORTA TERMINALI	Documento: TE-P502-U02-PT	
	Titolo: Calcolo delle azioni trasmesse al sostegno	REV. 00	Pag. 10 di 16
AOT – UPRI Team Linee			

Analisi sismica

Schematizzazione della struttura

Viene considerata una parte superiore fino alla quota di innesto della piattaforma la cui massa m_1 viene concentrata nel baricentro che si trova a quota h_1 rispetto alla piattaforma stessa.

L'altezza del fusto del sostegno viene divisa in due parti uguali di altezza h_0 ; nel punto superiore viene concentrata una massa m_2 pari ad $\frac{1}{4}$ della massa del fusto più quella della piattaforma mentre nel punto intermedio viene concentrata una massa m_3 pari ad $\frac{1}{2}$ della massa del fusto.

Ai due tratti di altezza h_0 viene attribuito il momento di inerzia della sezione di altezza h_0 dal suolo.

La rigidezza flessionale K_{11} rappresenta la forza agente sulla massa m_1 che provoca lo spostamento orizzontale $\delta_1 = 1$ con $\delta_2 = \delta_3 = 0$; la rigidezza K_{12} rappresenta la reazione che si ha sulla massa m_2 in corrispondenza di K_{11} , mentre la rigidezza K_{13} rappresenta la reazione che si ha sulla massa m_3 sempre in corrispondenza di K_{11} .

Si hanno le analoghe definizioni per le rigidezze K_{22} , K_{23} , e K_{33} , K_{31} , K_{32} .

Vale la reciprocità

$$K_{12} = K_{21}, \quad K_{13} = K_{31}, \quad K_{23} = K_{32}$$

Detto E il modulo di elasticità dell'acciaio e J il momento di inerzia sopra definito risulta

$$K_{11} = \frac{7EJ}{2h_1^2 h_0}$$


$$K_{12} = K_{21} = -\frac{EJ \cdot (9h_1 + 7h_0)}{2h_1^2 h_0^2}$$

$$K_{13} = K_{31} = \frac{6EJ}{h_1 h_0^2}$$

$$K_{22} = \frac{EJ \cdot (18h_0 h_1 + 15h_1^2 + 7h_0^2)}{2h_1^2 h_0^3}$$

$$K_{23} = K_{32} = -\frac{EJ \cdot (6h_0 + 12h_1)}{h_0^3 h_1}$$

$$K_{33} = \frac{24EJ}{h_0^3}$$

 <p>Direzione Operation Italia Mantenimento Impianti</p>	<p>Impianto:</p> <p style="text-align: center;">LINEE 132 – 150 kV SOSTEGNO DI CONVERSIONE AEREO-CAVO DOTATO DI PIATTAFORMA PORTA TERMINALI</p>	<p>Documento:</p> <p style="text-align: center;">TE-P502-U02-PT</p>	
<p>AOT – UPRI Team Linee</p>	<p>Titolo:</p> <p style="text-align: center;">Calcolo delle azioni trasmesse al sostegno</p>	<p>REV. 00</p>	<p>Pag. 11 di 16</p>

Si considera un sostegno le cui fasi laterali siano a 18 m dal suolo.

La massa m_1 è costituita da quella della testa (testa vera e propria più un primo tronco di 2,5 m) di 3700 kg; tale massa è concentrata ad $h_1 = 5,00$ m rispetto alla quota di innesto della piattaforma, la quale si trova a quota 13,00 m dal suolo.

La massa m_2 è stata assunta uguale a quella della piattaforma comprensiva di apparecchiature (5950 kg), mentre la massa m_3 assunta pari a $\frac{1}{2}$ di quella del fusto risulta $m_3 \cong 1400$ kg. La quota h_0 risulta 6,50 m.

Le masse sono pertanto

$$m_1 = 3700 \text{ kg}$$

$$m_2 = 5950 \text{ kg}$$

$$m_3 = 1400 \text{ kg}$$

Si considera il momento di inerzia di una sezione ad $h_0 = 6,50$ m; per 4 angolari 180×16, ciascuno di sezione 55,4 cm², ai vertici di un quadrato di lato 2 m, si ha

$$J = 4 \times 55,4 \times \left(\frac{200}{2}\right)^2 = 2,216 \times 10^6 \text{ cm}^4 = 2,216 \times 10^{-2} \text{ m}^4$$

Con il modulo elastico dell'acciaio $E = 206.000 \text{ N/mm}^2 = 20,6 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$ si ha

$$EJ = 45,65 \times 10^8 \text{ N}\cdot\text{m}^2$$

Risulta perciò

$$K_{11} = 0,938 \times 10^8 \text{ N/m}$$

$$K_{12} = K_{21} = -1,675 \times 10^8 \text{ N/m}$$

$$K_{13} = K_{31} = 1,296 \times 10^8 \text{ N/m}$$

$$K_{22} = 3,141 \times 10^8 \text{ N/m}$$

$$K_{23} = K_{32} = -2,922 \times 10^8 \text{ N/m}$$

$$K_{33} = 3,989 \times 10^8 \text{ N/m}$$

 Rete Elettrica Nazionale Direzione Operation Italia Mantenimento Impianti	Impianto: LINEE 132 – 150 kV SOSTEGNO DI CONVERSIONE AEREO-CAVO DOTATO DI PIATTAFORMA PORTA TERMINALI	Documento: TE-P502-U02-PT	
	AOT – UPRI Team Linee	Titolo: Calcolo delle azioni trasmesse al sostegno	REV. 00

Calcolo delle pulsazioni proprie del sistema

Il sistema di equazioni delle oscillazioni libere con x_1, x_2, x_3 spostamenti orizzontali delle masse, è

$$\begin{cases} (K_{11} - m_1\omega^2) \cdot x_1 + K_{12} \cdot x_2 + K_{13} \cdot x_3 = 0 \\ K_{21} \cdot x_1 + (K_{22} - m_2\omega^2) \cdot x_2 + K_{23} \cdot x_3 = 0 \\ K_{31} \cdot x_1 + K_{32} \cdot x_2 + (K_{33} - m_3\omega^2) \cdot x_3 = 0 \end{cases}$$

L'equazione degli autovalori si ottiene annullando il determinante dei coefficienti; si ha un'equazione di terzo grado in ω^2 che, con i valori numerici introdotti, dà

$$\begin{aligned} \omega_1^2 &= 512 \text{ s}^{-2} \\ \omega_2^2 &= 26990 \text{ s}^{-2} \\ \omega_3^2 &= 337.250 \text{ s}^{-2} \end{aligned}$$

per cui le pulsazioni dei tre modi di vibrare flessionali risultano

$$\begin{aligned} \omega_1 &= 22,63 \text{ s}^{-1} \\ \omega_2 &= 164,29 \text{ s}^{-1} \\ \omega_3 &= 580,73 \text{ s}^{-1} \end{aligned}$$

Le frequenze $f = \omega/2\pi$ sono


$$\begin{aligned} f_1 &= 3,60 \text{ Hz} \\ f_2 &= 26,16 \text{ Hz} \\ f_3 &= 92,47 \text{ Hz} \end{aligned}$$

e i periodi propri $T = 1/f$ risultano

$$\begin{aligned} T_1 &= 0,277 \text{ s} \\ T_2 &= 0,038 \text{ s} \\ T_3 &= 0,011 \text{ s} \end{aligned}$$

Nel piano trasversale, come in quello longitudinale, si possono considerare gli stessi valori, anche se a rigore nel piano trasversale per simulare la maggiore inerzia della testa comprensiva della piattaforma si dovrebbe considerare una quota h_1 leggermente superiore ma ciò ai fini sismici non modifica i termini del problema.

Per quanto concerne il primo modo di vibrare torsionale, si ha una rigidezza torsionale

 Rete Elettrica Nazionale Direzione Operation Italia Mantenimento Impianti	Impianto: LINEE 132 – 150 kV SOSTEGNO DI CONVERSIONE AEREO-CAVO DOTATO DI PIATTAFORMA PORTA TERMINALI	Documento: TE-P502-U02-PT	
	AOT – UPRI Team Linee	Titolo: Calcolo delle azioni trasmesse al sostegno	REV. 00

$$K_{\gamma} = \frac{4EA \cos^3 \alpha \cdot \text{sen} \alpha}{h} \cdot a^2 = 44,22 \times 10^6 \text{ N}\cdot\text{m}/\text{rad}$$

essendo $A \cong 5 \text{ cm}^2$ la sezione di un angolare di parete ad altezza $h_0 = 6,50$; $\alpha = 45^\circ$ l'angolo di inclinazione dell'asta di parete medesima, $a = 8 \text{ m}$ la larghezza del sostegno ed $h = 13 \text{ m}$ l'altezza del sostegno in corrispondenza della massa m_2 .

Tenendo conto di come tale m_2 è distribuita rispetto all'asse verticale si può valutare un momento di inerzia

$$I_z = 40.000 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$$

E pertanto la pulsazione torsionale risulta

$$\omega_z = \sqrt{\frac{44,22 \times 10^6}{40.000}} = 33,25 \text{ s}^{-1}$$

mentre la frequenza ed il periodo sono

$$f_z = 45,29 \text{ Hz}, \quad T_z = 0,19 \text{ s}$$

I valori risultano in linea con quanto si riscontra nella letteratura citata in bibliografia.


Verifica sismica con il metodo statico equivalente

I valori dei periodi ottenuti, ed in modo particolare quello relativo al primo modo di vibrare flessionale, consentono in base a quanto indicato dalla vigente normativa di procedere alla verifica sismica con il metodo di calcolo equivalente; tale metodo consiste nel calcolare le forze orizzontali agenti sulle masse distribuite in modo discreto applicando alle masse medesime l'accelerazione indicata nello spettro corrispondente alla zona sismica dove sarà installata la struttura, al tipo di terreno che si considera e alla tipologia di struttura.

È richiesto inoltre che a ciascuna massa si applichi il fattore di piano

$$\gamma_i = h_i \cdot \frac{\sum W_i}{\sum h_i W_i}$$

essendo W_i il peso della generica massa a quota h_i , $\sum W_i$ la somma di tutti i pesi considerati nella discretizzazione del sistema e $\sum h_i W_i$ la somma dei prodotti dei W_i per le h_i corrispondenti.

 Direzione Operation Italia Manutenzione Impianti	Impianto: <p style="text-align: center;">LINEE 132 – 150 kV SOSTEGNO DI CONVERSIONE AEREO-CAVO DOTATO DI PIATTAFORMA PORTA TERMINALI</p>	Documento: <p style="text-align: center;">TE-P502-U02-PT</p>	
	Titolo: <p style="text-align: center;">Calcolo delle azioni trasmesse al sostegno</p>	REV. 00	Pag. 14 di 16
AOT – UPRI Team Linee			

Si considera, per coprire la generalità dei casi ed a scopo cautelativo, il sostegno di altezza maggiore (18 m) situato nella zona sismica n.1 a cui compete l'accelerazione $a_g = 0,35g$ con $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ accelerazione di gravità e un suolo di categoria D a cui compete un fattore di categoria $S = 1,35$; trattandosi di una struttura reticolare metallica si assume un coefficiente di struttura $q = 2,0$.
 Con tali dati lo spettro di progetto per lo stato limite ultimo nel caso di interesse dà

$$S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q} = 0,35 \times 9,81 \times 1,35 \times \frac{2,5}{2} = 5,794 \text{ m/s}^2$$

che rappresenta l'accelerazione da applicare alle masse unitamente al coefficiente γ_i per il calcolo delle forze sismiche orizzontali.

Per le forze sismiche verticali si ha con $S = 1$, $q = 1,5$ $T_c = 0,15 \text{ s}$ e $T = T_1 = 0,277 \text{ s}$

$$S_{vd}(T) = 0,9 \times 0,35 \times 9,81 \times 1 \times \frac{3}{1,5} \times \frac{0,15}{0,277} = 3,347 \text{ m/s}^2$$

che va applicata direttamente alle masse per ottenere le forze sismiche agenti nel piano verticale.

I fattori di piano risultano rispettivamente per le tre masse, $m_1 = 3700 \text{ kg}$, $m_2 = 5950 \text{ kg}$, $m_3 = 1400 \text{ kg}$, in relazione alle loro quote nel modello, $h_1 = 18 \text{ m}$, $h_2 = 13 \text{ m}$, $h_3 = 6,5 \text{ m}$,

$$\begin{aligned} \gamma_1 &= 1,30 \\ \gamma_2 &= 0,94 \\ \gamma_3 &= 0,47 \end{aligned}$$

Per la verifica sismica del sostegno si può fare uso del programma di calcolo della Terna tenendo conto di alcuni aspetti fondamentali:

- a) Le condizioni di carico sismiche sono condizioni eccezionali e come tali si configurano anche nel contesto del DM 21/3/1988 che prevede la maggiorazione del 60% delle tensioni ammissibili, che così maggiorate possono essere assimilate a resistenza ultima comprensiva del fattore di materiale nel contesto del DM 23/9/2005;
- b) le masse partecipanti al fenomeno sismico si riducono a quelle proprie della struttura comprensiva di accessori, potendosi escludere la partecipazione di quelle dei conduttori in base a CEI EN 50341-1;
- c) i carichi sismici vengono determinati in assenza di vento ma in presenza di ghiaccio sui conduttori e delle funi di guardia e alla temperatura di -20°C in accordo con il DM 21/3/1988.

I tiri in regime sismico, coerentemente con quelli usati per la verifica del sostegno in assenza di sisma, sono

$$\begin{aligned} L &= 3992 \text{ daN} && \text{per il conduttore LC 2/1} \\ L &= 2703 \text{ daN} && \text{per la f.d.g. LC 50} \end{aligned}$$

I carichi trasversali e verticali trasmessi dal conduttore risultano

 <p>Direzione Operation Italia Mantenimento Impianti</p>	<p>Impianto: LINEE 132 – 150 kV SOSTEGNO DI CONVERSIONE AEREO-CAVO DOTATO DI PIATTAFORMA PORTA TERMINALI</p>	<p>Documento: TE-P502-U02-PT</p>	
<p>AOT – UPRI Team Linee</p>	<p>Titolo: Calcolo delle azioni trasmesse al sostegno</p>	<p>REV. 00</p>	<p>Pag. 15 di 16</p>

$$T = 3992 \times \sin 22^\circ = 1495 \text{ daN}$$

$$P = (1,916 + 1,48) \times 350 + 0,190 \times 3992 + 160 = 2107 \text{ daN}$$

I carichi trasversali e verticali trasmessi dalla f.d.g. LC 50 risultano

$$T = 2703 \times \sin 22^\circ = 1013 \text{ daN}$$

$$P = (0,537 + 0,800) \times 350 + 0,190 \times 2703 + 64 = 1046 \text{ daN}$$

Si è compilata una tabella dei carichi da utilizzare per la messa a punto degli schemi di carico sismici. Per quanto concerne i carichi trasmessi dalla piattaforma al sostegno si considera la massa della piattaforma di 3008 kg, quella di tre terminali cavo di $3 \times 190 = 570$ kg, quella di tre TV + bobine di $3 \times 690 = 2070$ kg e quella di due scaricatori di $2 \times 150 = 300$ kg per un totale di

$$m = 5948 \text{ kg}$$

che comporta una forza sismica orizzontale

$$F_{td} = 5948 \times 0,5794 \times 0,94 = 3239 \text{ daN}$$


la quale, divisa per i quattro nodi di applicazione dà

$$F_d = \frac{3239}{4} = 810 \text{ daN}$$

e una forza sismica verticale

$$F_{tvd} = \pm 5948 \times 0,3347 = \pm 1991 \text{ daN}$$

che va divisa sui nodi di connessione al sostegno come indicato nella relazione di calcolo della piattaforma.

 <p>Terna Rete Elettrica Nazionale</p> <p>Direzione Operation Italia Manutenimento Impianti</p>	<p>Impianto:</p> <p style="text-align: center;">LINEE 132 – 150 kV SOSTEGNO DI CONVERSIONE AEREO-CAVO DOTATO DI PIATTAFORMA PORTA TERMINALI</p>	<p>Documento:</p> <p style="text-align: center;">TE-P502-U02-PT</p>	
<p>AOT – UPRI Team Linee</p>	<p>Titolo:</p> <p style="text-align: center;">Calcolo delle azioni trasmesse al sostegno</p>	<p>REV. 00</p>	<p>Pag. 16 di 16</p>

Il calcolo di verifica del sostegno

In base alla tabella dei carichi e a quanto detto sui carichi sismici sono stati elaborati gli schemi di carico per la verifica del sostegno; essi costituiscono l'input per il programma di calcolo della Terna.

I tabulati di calcolo, sia di input che di output, sono allegati.

L'applicazione della piattaforma con le apparecchiature ha comportato modifiche al disegno costruttivo del sostegno; tali modifiche si riferiscono al tronco ausiliario per sostegno a 0° e al primo tronco del sostegno, mentre la testa e gli altri tronchi, rimangono inalterati relativamente a tutti gli allungati e alle relative fondazioni che risultano verificate, anche in zona sismica.

Per il calcolo di verifica del sostegno, vedere relazioni:

- n. TE-P502-U03-PT

- n. TE-P502-U04-PT

Per il calcolo di verifica della piattaforma vedere relazione:


- n. TE-P502-U01-PT

Per il calcolo di verifica delle fondazioni, vedere relazioni:

- n. TE-P502-U05-PT

- n. TE-P502-U06-PT

- n. TE-P502-U07-PT

 <p>Direzione Operation Italia Mantenimento Impianti</p>	<p>Impianto:</p> <p style="text-align: center;">LINEE 132 – 150 kV SOSTEGNO DI CONVERSIONE AEREO-CAVO DOTATO DI PIATTAFORMA PORTA TERMINALI</p>	<p>Documento:</p> <p style="text-align: center;">TE-P502-U02-PT</p>	
<p>AOT – UPRI Team Linee</p>	<p>Titolo:</p> <p style="text-align: center;">Calcolo delle azioni trasmesse al sostegno</p>	<p>REV. 00</p>	<p>Pag. 17 di 16</p>

Bibliografia

C.Gavarini: *Dinamica delle strutture* – ESA Roma

A.Castoldi – B.A.Cauzillo: *Analisi del comportamento dinamico delle torri dell'attraversamento dello Stretto di Messina* – L'ENERGIA ELETTRICA n.6 1978

B.A.Cauzillo – R.Rendina: *Comportement dynamique des fondations des lignes aeriennes* – CIGRÉ Parigi 1980

B.A.Cauzillo – R.Rendina: *Dynamic transfer of wind fluctuating loads from the conductors to the foundations of overhead lines* –CIGRÉ Stoccolma 1981

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**

Asseverazione Relazione di calcolo

Fondazione a Platea Sostegno Portale H27 132 kV con portaterminale

<p>Studio Ing. Luciano Zuccolo Via S.Andrea 9 31100 Treviso</p>		<p>COMMITTENTE: TERNA RETE ITALIA SpA</p> <p>TITOLO ELABORATO: Asseverazione Relazione di calcolo Fondazione a Platea Sostegno Portale H27 132 kV con portaterminale</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		S. Bisignano	D. Sperti	G. Paziienza
Studio Ing. Zuccolo		ING-REA-APRI-NE	ING-REA-APRI-NE	ING-REA-APRI-NE

Indice

1.	PREMESSA	3
2.	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	3
3.	NORMATIVA	3
4.	MATERIALI E RESISTENZE DI CALCOLO	4
5.	NATURA DEL TERRENO	4
6.	CALCOLI DI PROGETTO E VERIFICA.....	5
7.	CONCLUSIONI	5

1. PREMESSA

Il presente documento si propone di verificare la possibilità di impiego della fondazione a platea progettata per le linee 132 kV T.698 Reggio Nord-Via Gorizia e T.642 Reggio Nord-Castelnuovo di Sotto, prevista per una pressione massima ammissibile $\sigma = 1,40$ daN/cm², per i seguenti sostegni:

Impianto	Picchetti di riferimento dei sostegni
Variante 132 kV Redipuglia-Schiavetti	11a

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

A seguito delle indagini sopracitate e della interpretazione geotecnica delle stesse, è stata prevista la possibilità di impiego di fondazioni superficiali da impiegare nelle seguenti condizioni di progetto:

Sostegno tipo	Pressione ammissibile daN/cm ²	Falda	Reazione laterale del terreno
Portale H27	1,50	Assente	Presente

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: DECR10001CGL000290_00;
- RELAZIONE DI CALCOLO FONDAZIONE A PLATEA: RE23698B1BDX14158.

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.

Resistenze di calcolo

Calcestruzzo C25/30:

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

5. NATURA DEL TERRENO

Il sostegno interessato è situato nell'area di della Stazione di Redipuglia dove sono state eseguite due prove penetrometriche ed un sondaggio fino alla profondità di 20 m (doc. RECR10001CGL00106-00).

Si riportano di seguito le caratteristiche geotecniche dei terreni interessati, ricavate dalle indagini eseguite e riportate anche nella Interpretazione Geotecnica (doc. RECR10001CGL00244).

Prove penetrometriche:

Picchetto	Livello m	Peso kg/m ³	Angolo ϕ' °	Coesione Cu daN/cm ²	Pressione Ammiss. daN/cm ²	Livello falda m
189a	0,00-1,80	1910	26	-	1,60	-
	1,80-3,60	2030	35	-	5,50	
	3,60-4,40	2200	47	-	12,90	
59	0,00-0,80	1890	-	0,40	1,50	8,60
	0,80-1,60	1940	-	0,80	2,60	
	1,60-4,60	2160	44		9,20	

Dall'esame del sondaggio, eseguito in prossimità del picchetto 59, si rileva che il terreno a partire dalla profondità 130 cm è costituito da ghiaie in matrice sabbiosa limosa molto addensate.

I valori dei numeri di colpi Nspt eseguiti in foro sono riportati di seguito:

Picchetto	Livello m	Nspt
59	2,80-3,25	75
	6,00-6,45	12
	10,50-10,62	Rifiuto (12cm)

La presenza di acqua è stata rilevata alla profondità di 8,60 m al picchetto 59.

6. CALCOLI DI PROGETTO E VERIFICA

Nel documento di progetto (RE23698B1BDX14158) alla pagina 11/20 si riscontra quanto segue:

Verifica a compressione

Pressione massima: $\sigma = 1,07 < 1,50 \text{ daN/cm}^2$

Verifica a ribaltamento

Sicurezza: $K = 2,51 > 1,00$.

7. CONCLUSIONI

Dall'esame della natura dei terreni e dei calcoli di verifica si conclude che la fondazione risulta idonea.

Disegno fondazione a platea (estratto dal doc. DECR10001CGL00290)

