

PIANO TECNICO DELLE OPERE

**RELAZIONE CARATTERISTICHE TECNICHE
ELETTRODOTTI AEREI**

Razionalizzazione della rete 132 kV nell'Area di Reggio Emilia

REVISIONI						
	00	30/03/2021	Prima emissione	F. Andreose	G. Toniolo	N. Ferracin
	N.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO

CODIFICA ELABORATO

RU0000006B1936812



INDICE

1	PREMESSA	3
2	ELETTRODOTTI 132 kV AEREI	3
2.1	CARATTERISTICHE PRINCIPALI ELETTROTTI 132 kV	3
2.2	FONDAZIONI	4
2.2.1	MESSA A TERRA DEI SOSTEGNI	8
2.3	DISTANZA TRA I SOSTEGNI	8
2.4	SOSTEGNI	9
2.5	ISOLAMENTO	20
2.6	MORSETTERIA ED ARMAMENTI	21
2.7	CONDUTTORE E FUNE DI GUARDIA	28
2.7.1	STATO DI TENSIONE MECCANICA	29

1 PREMESSA

Le opere sono state progettate e saranno realizzate in conformità alle leggi vigenti e alle normative di settore. Di seguito si riportano le principali caratteristiche tecniche delle opere da realizzarsi.

2 ELETTRODOTTI 132 kV AEREI

2.1 CARATTERISTICHE PRINCIPALI ELETTRODOTTI 132 kV

I calcoli delle frecce e delle sollecitazioni dei conduttori di energia, delle corde di guardia, dell'armamento, dei sostegni e delle fondazioni sono rispondenti alla Legge n. 339 del 28/06/1986 ed alle norme contenute nei Decreti del Ministero dei LL.PP. del 21/03/1988 e del 16/01/1991 con particolare riguardo agli elettrodotto di classe terza, così come definiti dall'art. 1.2.07 del Decreto del 21/03/1988 suddetto; per quanto concerne le distanze tra conduttori di energia e fabbricati adibiti ad abitazione o ad altra attività che comporta tempi di permanenza prolungati, queste sono conformi anche al dettato del D.P.C.M. 08/07/2003.

Per quanto riguarda i nuovi sostegni da infiggere questi saranno conformi alla normativa relativa all'esecuzione delle linee elettriche aeree (D.M. 21/03/1988) ed alla normativa prevista dal DM 21-10-2003 (Presidenza del Consiglio dei Ministri Dipartimento Protezione Civile).

Il progetto dell'opera è conforme al Progetto Unificato Terna per gli elettrodotto, dove sono riportati tutti i componenti (sostegni e fondazioni, conduttori, morsetteria, isolatori, ecc.) con le relative modalità di impiego. Ogni elettrodotto aereo sarà costituito da una palificazione con sostegni del tipo troncopiramidali sia nel caso di linee a semplice terna, che nel caso di linee a doppia terna; i sostegni saranno realizzati con angolari di acciaio ad elementi zincati a caldo e bullonati; ogni fase sarà costituita da un solo conduttore di energia costituito da una corda di alluminio-acciaio con un diametro complessivo di 31,50 mm.

Le principali caratteristiche elettriche sono le seguenti:

- Tensione nominale 132 kV
- Frequenza nominale 50 Hz

Conduttore Alluminio-acciaio D=31.50mm

- Intensità di corrente nominale 675 A (periodo freddo)

2.2 FONDAZIONI

Ciascun sostegno è dotato di quattro piedi ognuno dei quali dispone della relativa fondazione.

La fondazione è la struttura interrata atta a trasferire i carichi strutturali (compressione e trazione) dal sostegno al sottosuolo.

Per il calcolo di dimensionamento verranno osservate le prescrizioni della normativa specifica per elettrodotti, costituita dal D.M. 21/3/1988; in particolare per la verifica a strappamento delle fondazioni, viene considerato anche il contributo del terreno circostante come previsto dall'articolo 2.5.06 dello stesso D.M. 21/3/1988.

L'articolo 2.5.08 dello stesso D.M., prescrive che le fondazioni verificate sulla base degli articoli sopramenzionati, siano idonee ad essere impiegate anche nelle zone sismiche per qualunque grado di sismicità.

L'abbinamento tra ciascun sostegno e la relativa fondazione è determinato nel progetto unificato mediante le "Tabelle delle corrispondenze" che sono le seguenti:

- tabella delle corrispondenze tra sostegni, monconi e fondazioni;
- tabella delle corrispondenze tra fondazioni ed armature colonnino.

Con la prima tabella si definisce il tipo di fondazione corrispondente al sostegno impiegato mentre con la seconda si individua la dimensione ed armatura del colonnino corrispondente.

Come già detto, le fondazioni unificate sono utilizzabili solo su terreni normali di buona e media consistenza; pertanto le fondazioni per sostegni posizionati su terreni con scarse caratteristiche geomeccaniche, su terreni instabili o su terreni allagabili sono oggetto di indagini geologiche e sondaggi mirati, sulla base dei quali vengono, di volta in volta, progettate fondazioni speciali (pali trivellati, micropali).

La configurazione dei sostegni con i quattro piedi aventi fondazioni separate consente di adattare le lunghezze dei singoli piedi ("zoppicature") in modo di alterare il meno possibile la morfologia dell'area:



Figura 1 - Configurazione a quattro piedi dei sostegni

Le principali tipologie di fondazioni utilizzate per gli elettrodotto sono le seguenti:

Fondazione a plinto con riseghe

Le fondazioni a plinto con riseghe sono utilizzabili su terreni normali, di buona o media consistenza e sono le fondazioni standard previste nel 'Progetto unificato'.

Ciascun piedino di fondazione è composto di tre parti:

- a) un blocco di calcestruzzo armato costituito da una base, che appoggia sul fondo dello scavo, formata da una serie di platee (parallelepipedi a pianta quadrata) sovrapposte; detta base è simmetrica rispetto al proprio asse verticale;
- b) un colonnino a sezione circolare, inclinato secondo la pendenza del montante del sostegno;
- c) un "moncone" annegato nel calcestruzzo al momento del getto, collegato al montante del "piede" del sostegno. Il moncone è costituito da un angolare, completo di squadrette di ritenuta, che si collega con il montante del piede del sostegno mediante un giunto a sovrapposizione. I monconi sono raggruppati in tipi, caratterizzati dalla dimensione dell'angolare, ciascuno articolato in un certo numero di lunghezze.

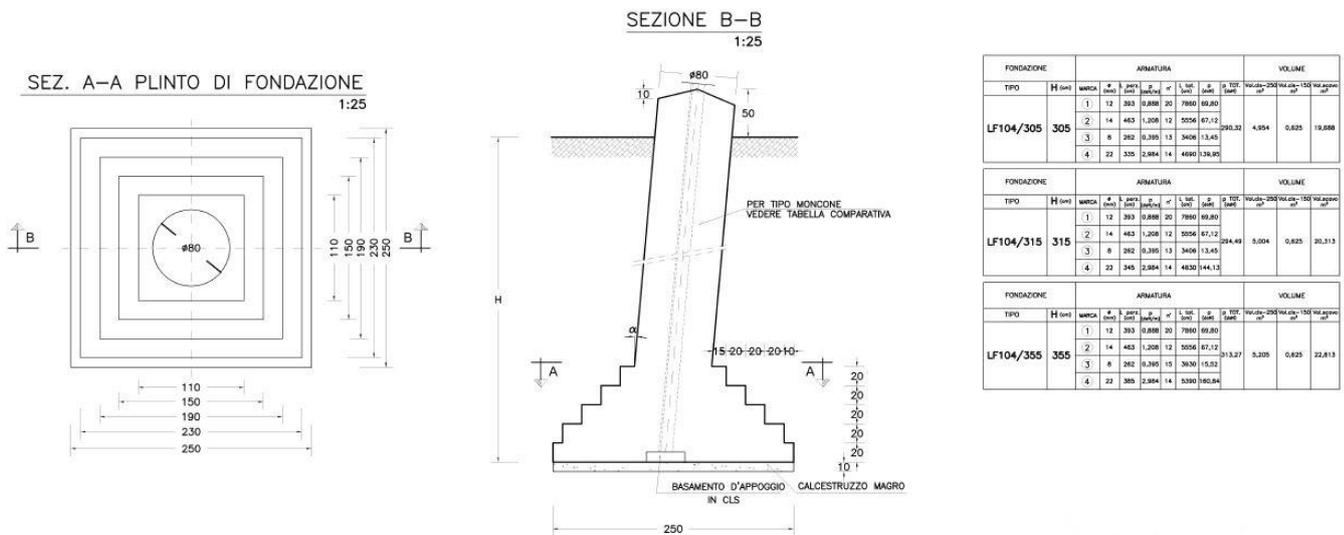


Figura 2 - Fondazione a plinto con riseghe tipo per palo di sospensione doppia terna

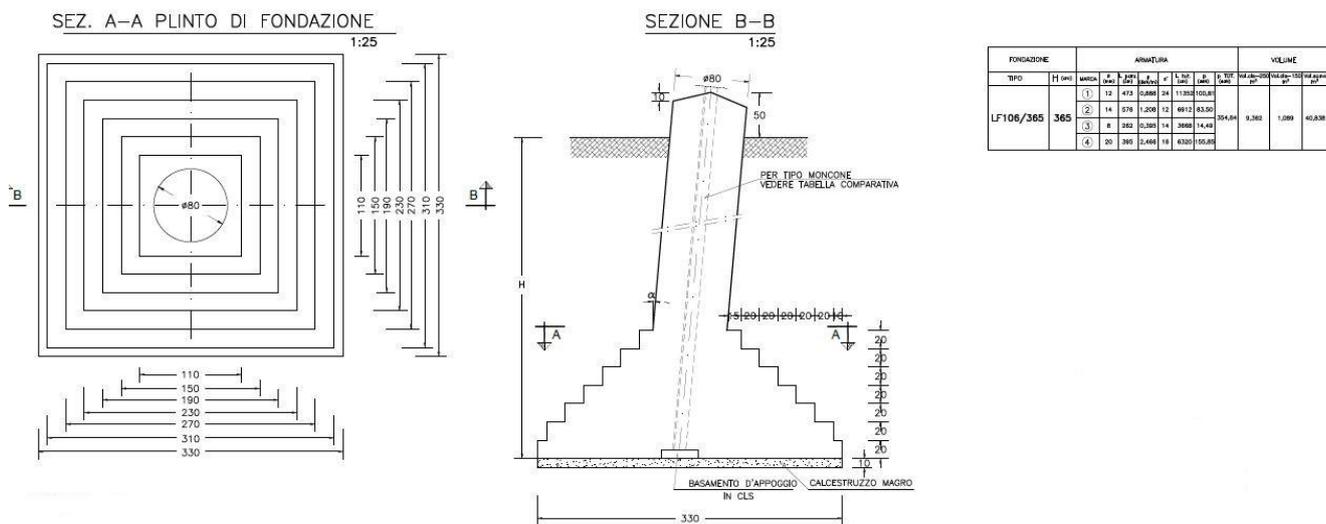


Figura 3 - Fondazione a plinto con riseghe tipo per palo di amarro singola terna

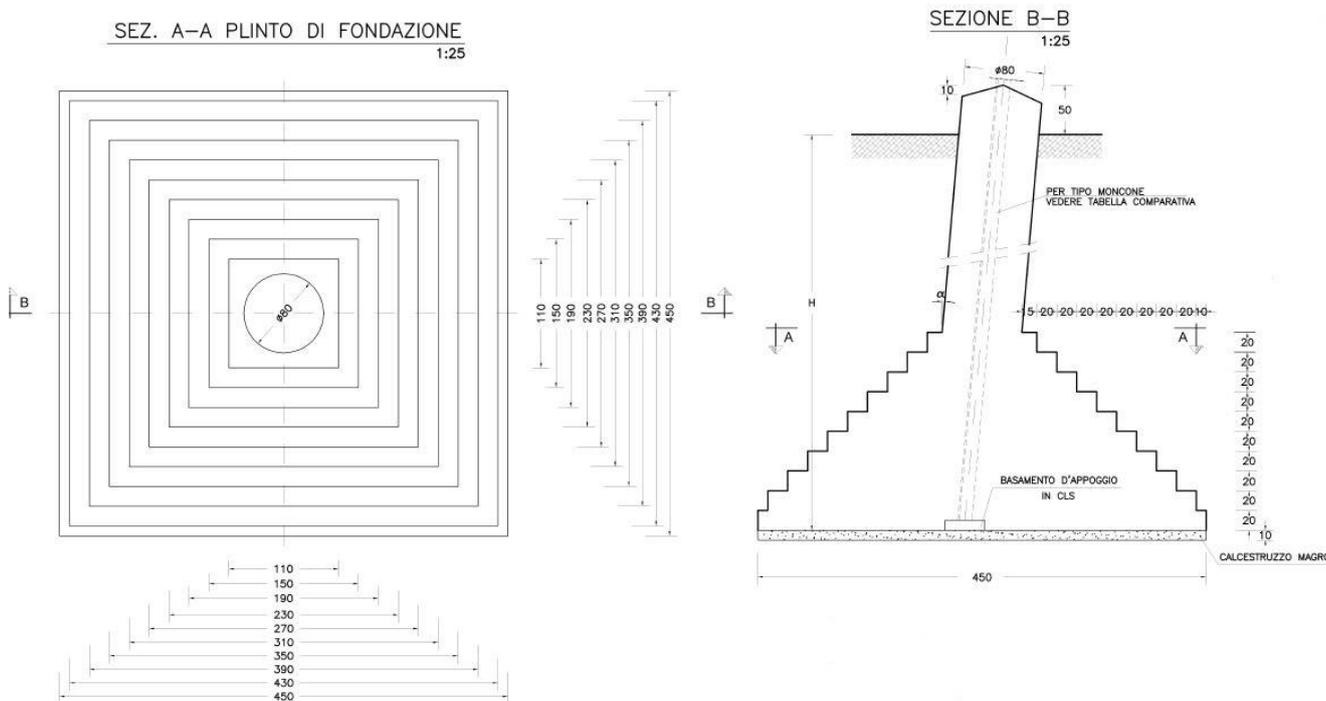


Figura 4 - Fondazione a plinto con riseghe tipo per palo di amarro doppia terna

Pali trivellati

I pali trivellati appartengono alla categoria dei pali gettati in opera.

Essi vengono impiegati quando le caratteristiche geotecniche degli strati superficiali dei terreni sono scadenti oppure quando si è in presenza di erosione superficiale (alvei di fiumi ecc.).

La funzione statica del palo trivellato è assimilabile a vere e proprie colonne con la base appoggiata a strati di terreno di buona resistenza. I pali di fondazione sono degli elementi strutturali in grado di trasferire il carico, applicato alla loro sommità, agli strati di terreno più profondi ed in generale più resistenti.

Nell'impiego per linee elettriche di norma il diametro varia da 800mm per sostegni di rettilo a 1500mm per sostegni di vertice di linee in classe 132KV e profondità dai 9 ai 25m a seconda della stratigrafia del sottosuolo.

Il fusto del palo è costituito da calcestruzzo gettato in opera e da una gabbia d'armatura metallica composta da ferri longitudinali collegati con una spirale. A seconda delle caratteristiche geotecniche del luogo il palo trivellato potrà essere rivestito di un camicia in lamierino metallico con funzioni di protezione del calcestruzzo fresco dal dilavamento ed erosione.

Il "moncone" viene annegato direttamente nel calcestruzzo nella parte terminale del palo. Il trivellato viene fatto emergere dal terreno per circa 50cm con funzioni di protezione della struttura metallica del sostegno.

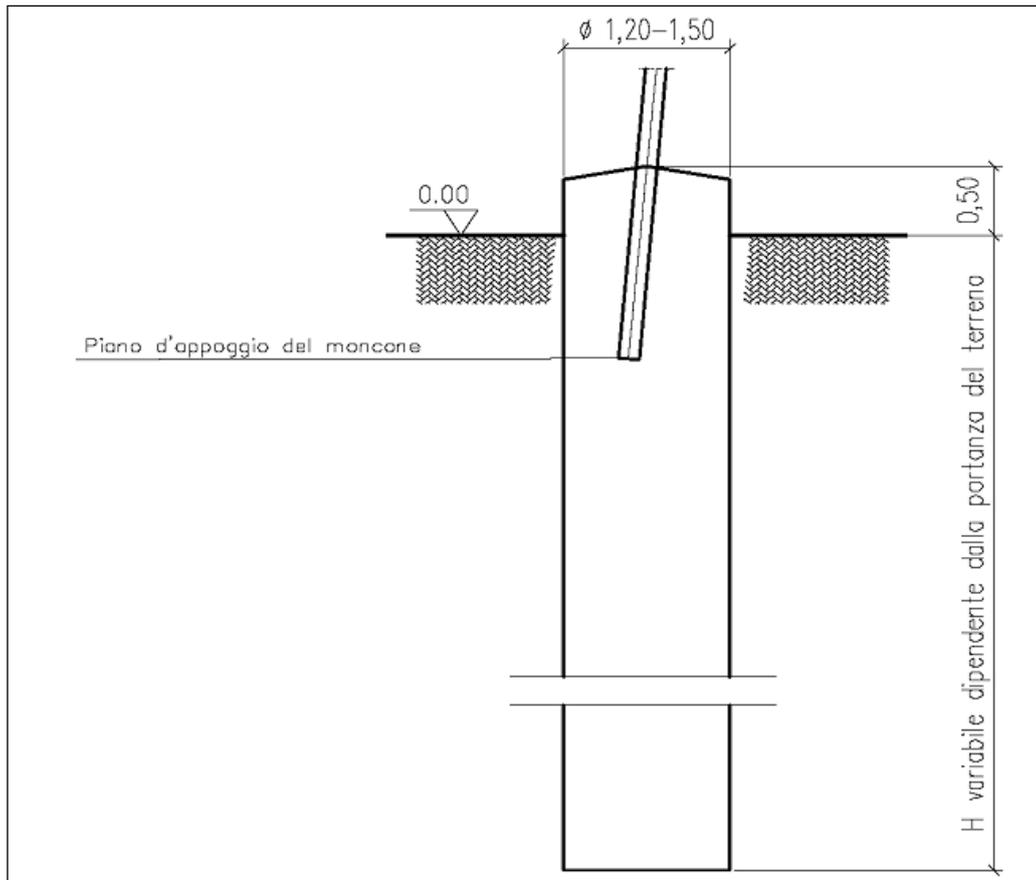


Figura 5 - Fondazione a pali trivellati tipo

Micropali

I micropali sono pali trivellati di diametro inferiore a 300 mm e profondità variabili dai 6 ai 15 m. Un micropalo è realizzato mediante la perforazione, eseguita con una particolare attrezzatura a rotazione, introducendo progressivamente nel terreno un tubo forma munito all'estremità di una corona tagliente di tipo adeguato alla natura del terreno, completata la perforazione e messo in opera il tubo forma per la lunghezza della perforazione dopo il recupero della corona perforatrice verrà posata in opera un'armatura metallica, costituita da tubi metallici che a seconda della natura del terreno potranno essere valvolati (micropalo tipo tubfix). Quindi nel foro (o all'interno del tubo nel caso dei tubfix) viene iniettata a pressione una miscela cementizia fino alla saturazione degli interstizi. A seguire viene recuperato il rivestimento provvisorio per il completamento della lavorazione.

I micropali sono realizzati mediante l'utilizzo di attrezzature di ingombro ridotto e per questa loro prerogativa possono essere eseguiti in luoghi anche difficilmente accessibili, inoltre sono particolarmente idonei in tutti quei casi nei quali si debbano attraversate trovanti rocciosi che renderebbero assai difficoltosa o addirittura impossibile la trivellazione con le modalità proprie dei diametri maggiori.

Per l'impiego nelle linee elettriche di norma si impiegano per ogni fondazioni più micropali equamente distanziati più o meno inclinati sulla verticale e riuniti in sommità da un dado in calcestruzzo armato nel quale verrà annegato il "moncone" e realizzato il colonnino sul modello della fondazione a plinto del Progetto Unificato.

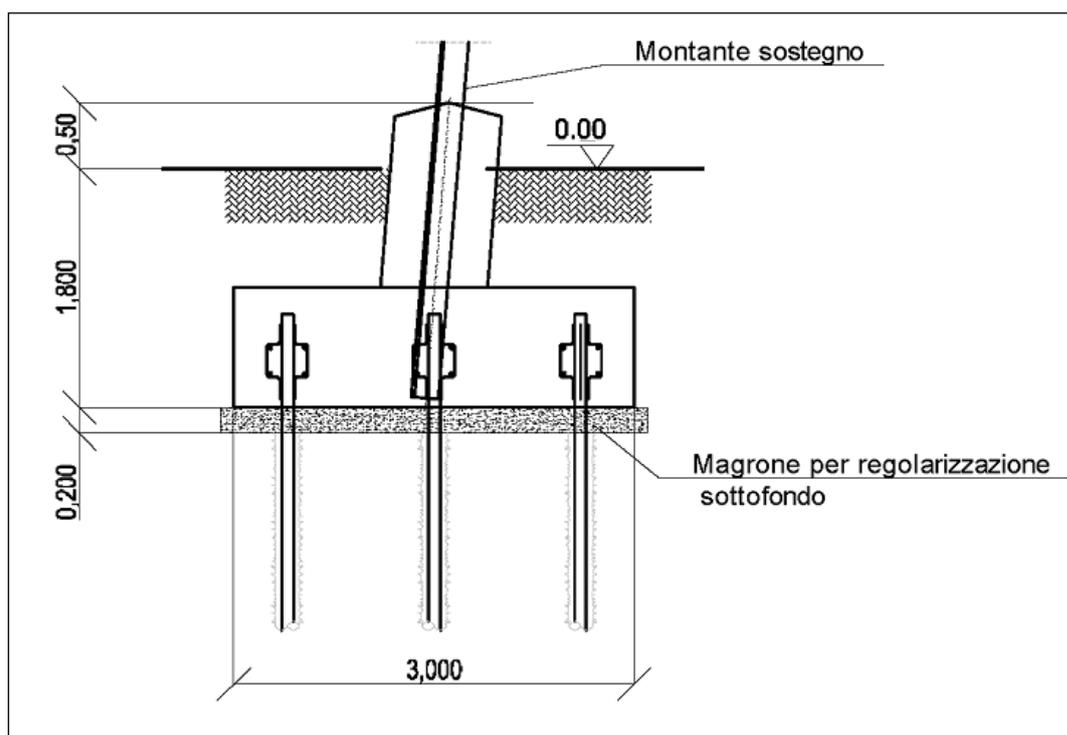


Figura 6 - Fondazione a micropali tipo

La determinazione finale della tipologia di fondazione da impiegare per ciascun palo e il loro dimensionamento verranno eseguiti a valle degli approfondimenti geotecnici effettuati in fase di progettazione esecutiva.

2.2.1 MESSA A TERRA DEI SOSTEGNI

Per ogni sostegno, in funzione della resistività del terreno misurata in sito, viene scelto il tipo di impianto di messa a terra da installare. Il Progetto Unificato Terna ne prevede di 6 tipi; tuttavia potranno essere progettati e realizzati anche impianti di messa a terra speciali in linea con quanto previsto dalla norma CEI EN 50341.

2.3 DISTANZA TRA I SOSTEGNI

La distanza tra due sostegni consecutivi dipende dall'orografia del terreno e dall'altezza utile dei sostegni impiegati; mediamente essa è di circa 350 m.

2.4 SOSTEGNI

Si intende per sostegno la struttura fuori terra atta a "sostenere" i conduttori e le corde di guardia.

I sostegni possono essere armati in sospensione, in amarro, o a mensole isolanti; all'interno dei tre gruppi suddetti, in relazione alle esigenze del tracciato, sono utilizzati sostegni di altezze utili differenti, in base all'andamento altimetrico del terreno e delle opere attraversate, e di prestazioni meccaniche dipendenti dall'angolo di deviazione, dalla lunghezza delle campate e dal dislivello tra il sostegno da quelli adiacenti.

I sostegni saranno a struttura reticolare in angolari di acciaio ad elementi bullonati e zincati a caldo ovvero del tipo tubolari dimensionati nel rispetto della L. n. 339 del 28/6/86 e D.M. LL.PP. del 21/3/88 e succ. integr. e modifiche (Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne).

L'altezza dei sostegni è tale da garantire in mezzzeria di ciascuna campata, anche in caso di freccia massima dei conduttori, il franco minimo prescritto dalle norme vigenti. In ogni caso, le altezze dal suolo cambiano in ciascuna campata tra due sostegni consecutivi per effetto dell'abbassamento dei conduttori, che sotto l'azione del proprio peso e di altri sovraccarichi si dispongono secondo una curva a catenaria, propria di una fune ancorata agli estremi. Considerato che le distanze tra due tralicci consecutivi sono in genere variabili da 250 a 450 m, i conduttori all'interno di ogni campata possono presentare abbassamenti anche di alcuni metri da terra al centro della campata ed assumendo altezze dal suolo sempre maggiori in prossimità dei sostegni. L'altezza totale fuori terra dei sostegni, che saranno dotati d'impianto di messa a terra e di difesa parasalita, non sarà superiore a 61 m.

Ciascun sostegno si può considerare composto dai piedi, dalla base, da un tronco e dalla testa, della quale fanno parte le mensole. Ad esse sono applicati gli armamenti (cioè l'insieme di elementi che consente di ancorare meccanicamente i conduttori al sostegno pur mantenendoli elettricamente isolati da esso) che possono essere di sospensione o di amarro. Vi sono infine i cimini, atti a sorreggere le corde di guardia.

I piedi del sostegno, che sono l'elemento di congiunzione con il terreno, possono essere di lunghezza diversa, consentendo un migliore adattamento, in caso di terreni acclivi.

Nel seguito vengono riportate le principali tipologie dei sostegni impiegati.

Gli elettrodotto a 132 kV saranno realizzati utilizzando una serie unificata di tipi di sostegno, disponibili in varie altezze (H), denominate "altezze utili" (di norma vanno da 9 a 33 m).

I tipi di sostegno singola terna standard utilizzati e le loro prestazioni nominali, con riferimento al conduttore alluminio-acciaio \varnothing 31,5 mm, in termini di campata media (Cm), angolo di deviazione (δ) e costante altimetrica (K) sono i seguenti:

ZONA B EDS 18 %

TIPO	ALTEZZA H	CAMPATA MEDIA Cm	ANGOLO DI DEVIAZIONE δ	COSTANTE ALTIMETRICA k
"L" Leggero	9 ÷ 33 m	350 m	0°00'	0.1200
"N" Normale	9 ÷ 33 m	350 m	4°36'	0.173
"M" Medio	9 ÷ 33 m	350 m	9°14'	0.2077
"P" Pesante	9 ÷ 33 m	350 m	17°30'	0.2768
"V" Vertice	9 ÷ 33 m	350 m	32°00'	0.4155
"C" Capolinea	9 ÷ 33 m	350 m	60°00' 4°18' (come capolinea)	0.2768
"E" Eccezionale	9 ÷ 33 m	350 m	90°00' 45°00' (come capolinea)	0.4155

Tabella 1 – Tipologie dei sostegni

Ogni tipo di sostegno ha un campo di impiego rappresentato da un diagramma di utilizzazione nel quale sono rappresentate le prestazioni lineari (campate media), trasversali (angolo di deviazione) e verticali (costante altimetrica K). Il diagramma di utilizzazione di ciascun sostegno è costruito secondo il seguente criterio. Partendo dai valori di Cm, δ e K relativi alle prestazioni nominali, si calcolano le forze (azione trasversale e azione verticale) che i conduttori trasferiscono all'armamento. Successivamente con i valori delle azioni così calcolate, per ogni valore di campata media, si vanno a determinare i valori di δ e K che determinano azioni di pari intensità. In ragione di tale criterio, all'aumentare della campata media diminuisce sia il valore dell'angolo di deviazione sia la costante altimetrica con cui è possibile impiegare il sostegno.

La disponibilità dei diagrammi di utilizzazione agevola la progettazione, in quanto consente di individuare rapidamente se il punto di lavoro di un sostegno, di cui si siano determinate la posizione lungo il profilo della linea e l'altezza utile, e quindi i valori a picchetto di Cm, δ e K, ricade o meno all'interno dell'area delimitata dal diagramma di utilizzazione stesso.

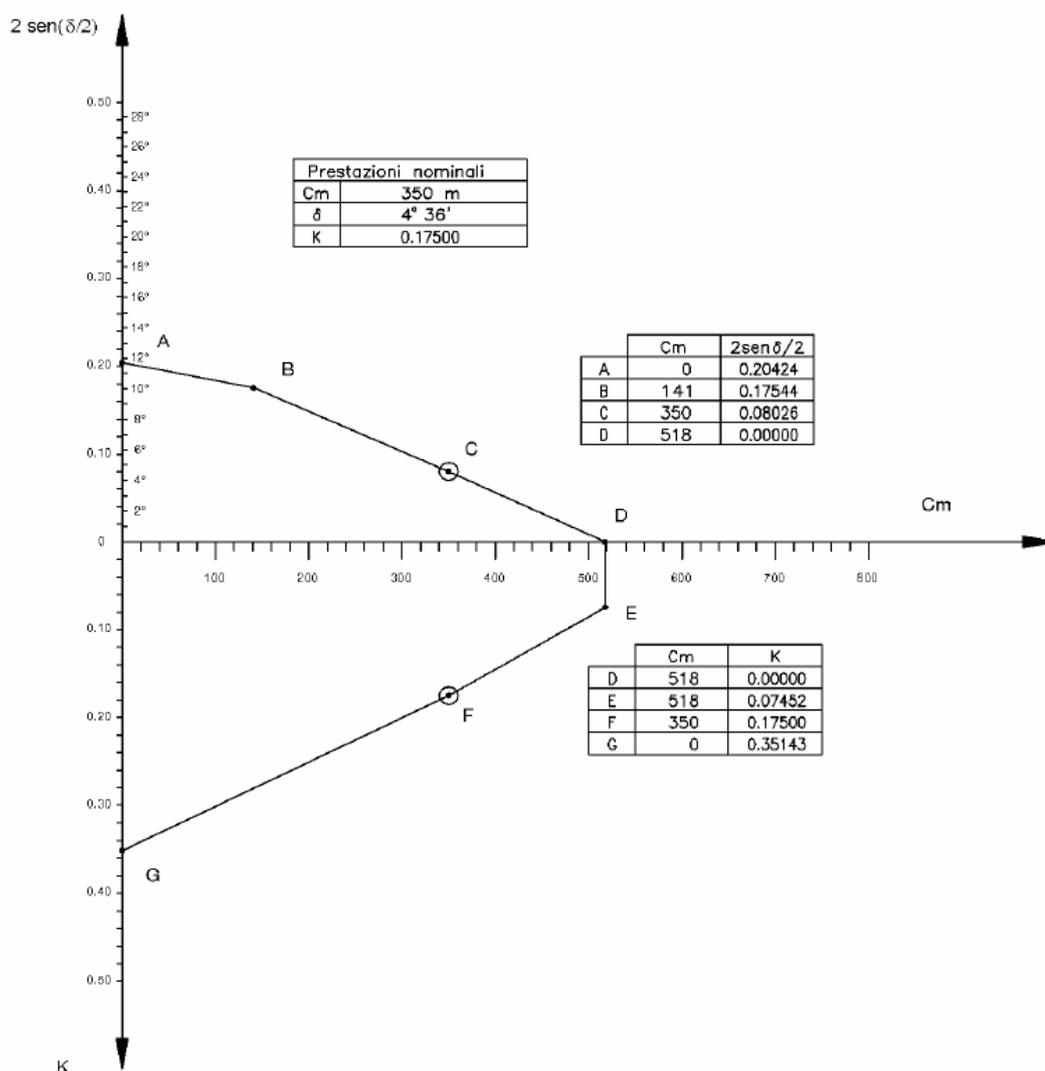


Figura 7 - Diagramma di utilizzazione per sostegno 132kV tipo "N" semplice terna, conduttore Ø 31,5 mm

Di seguito si riporta la tabella riepilogativa con la tipologia e le caratteristiche dei nuovi sostegni da realizzare.

Codifica Intervento	Linea	Numero Picchetto	Tipo sostegno	Tipo struttura	Altezza struttura
CS1	23695A1	40a	PG 21 portaterminali	palo gatto portaterminali	24.5
CS2	23642B1	1	PG 24 portaterminali	palo gatto portaterminali	27.5
		2	N27	singola terna troncopiramidale	36.55
		3	N27	singola terna troncopiramidale	36.55
		4	N27	singola terna troncopiramidale	36.55
		5	N30	singola terna troncopiramidale	39.55
		6	M27	singola terna troncopiramidale	36.55
		7	N24	singola terna troncopiramidale	33.55
		8	N27	singola terna troncopiramidale	36.55
		9	N30	singola terna troncopiramidale	39.55
		10	N27	singola terna troncopiramidale	36.55
		11	C27	singola terna troncopiramidale	36.4
		12	N24	singola terna troncopiramidale	33.55
		13	N30	singola terna troncopiramidale	39.55

Codifica Intervento	Linea	Numero Picchetto	Tipo sostegno	Tipo struttura	Altezza struttura	
CS2	23642B1	14	C27	singola terna troncopiramidale	36.4	
		15	N27	singola terna troncopiramidale	36.55	
		16	P30	singola terna troncopiramidale	39.8	
		17	N24	singola terna troncopiramidale	33.55	
		18	C24	singola terna troncopiramidale	33.4	
		19	C24	singola terna troncopiramidale	33.4	
		20	E27	singola terna troncopiramidale	36.4	
		21	C27	singola terna troncopiramidale	36.4	
		22	M27	singola terna troncopiramidale	36.55	
		23	P27	singola terna troncopiramidale	36.8	
		24	N30	singola terna troncopiramidale	39.55	
		25	M30	singola terna troncopiramidale	39.55	
		26	C27	singola terna troncopiramidale	36.4	
		27	M27	singola terna troncopiramidale	36.55	
		28	N21	singola terna troncopiramidale	30.55	
		29	N21	singola terna troncopiramidale	30.55	
	23642B1 DT 23617G1	30	E27 DT	doppia terna troncopiramidale	42.1	
		31	N27 DT	doppia terna troncopiramidale	42.25	
		32	N27 DT	doppia terna troncopiramidale	42.25	
		33	E27 DT	doppia terna troncopiramidale	42.1	
		34	N27 DT	doppia terna troncopiramidale	42.25	
		35	M27 DT	doppia terna troncopiramidale	42.25	
	23642B1	PG1	PG 24 normale	palo gatto	27.5	
	RE1	23617G1	PG2	PG 24 normale	palo gatto	27.5
			1	N30	singola terna troncopiramidale	39.55
			2	N24	singola terna troncopiramidale	33.55
			3	C24	singola terna troncopiramidale	33.4
			4	PG 21 portaterminali	palo gatto portaterminali	24.5
			51b	PG 21 portaterminali	palo gatto portaterminali	24.5
RE3	23B03A1	51a	PG 21 portaterminali	palo gatto portaterminali	24.5	
		64a	PG 21 portaterminali	palo gatto portaterminali	24.5	
RE4	23908B1	64b	PG 21 portaterminali	palo gatto portaterminali	24.5	
RU1	23155B1	7a	PG 21 portaterminali	palo gatto portaterminali	24.5	
	23910C1	12a	E21	singola terna troncopiramidale	30.4	
		1a	E21	singola terna troncopiramidale	30.4	
SI1	23680C1	40a	PG 21 portaterminali	palo gatto portaterminali	24.5	
		44a	PG 21 portaterminali	palo gatto portaterminali	24.5	
SI2	23694B1	59a	E delta DT	palo a delta doppia terna	30	
	23909C1	21a	V27	singola terna troncopiramidale	36.8	
		22a	E27	singola terna troncopiramidale	36.4	

Tabella 2 - Tabella caratteristiche nuovi sostegni

Nelle figure seguenti sono illustrate alcune tipologie costruttive dei sostegni impiegati:

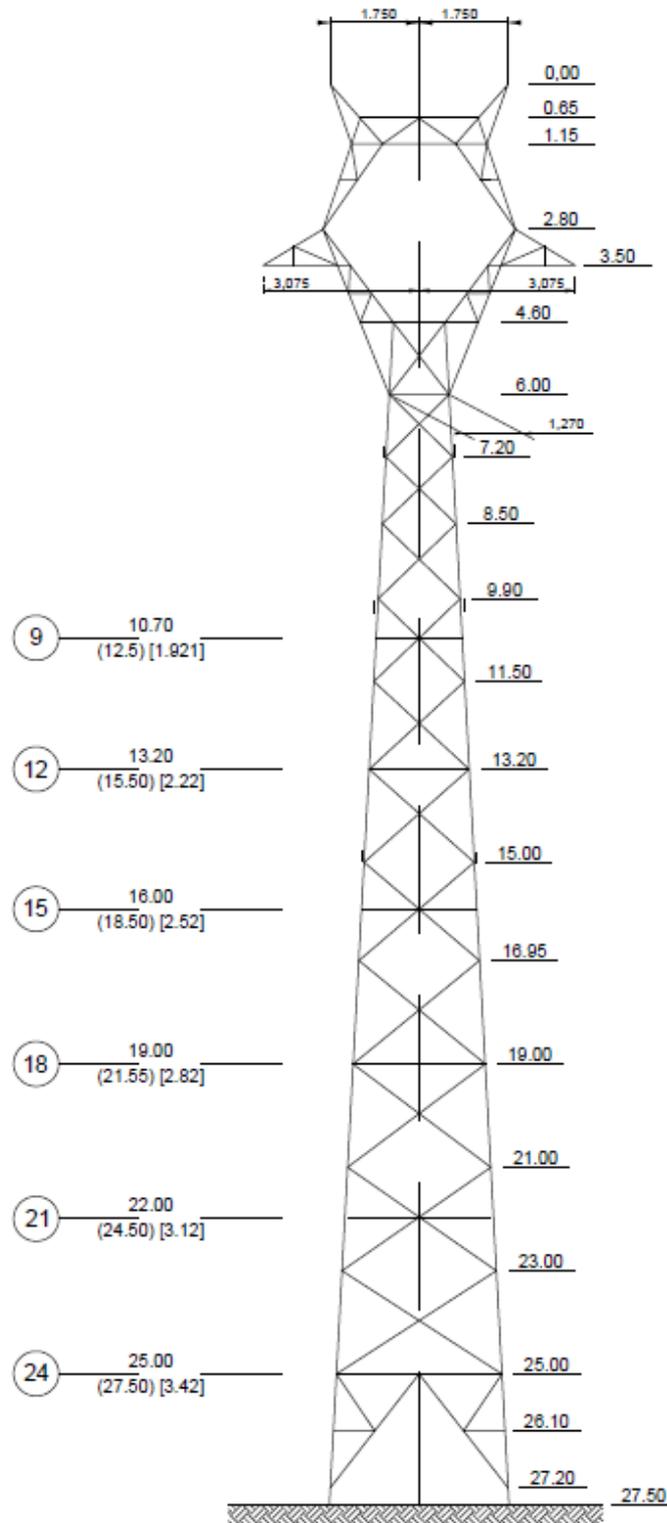


Figura 8 – Schematico sostegno Palo gatto

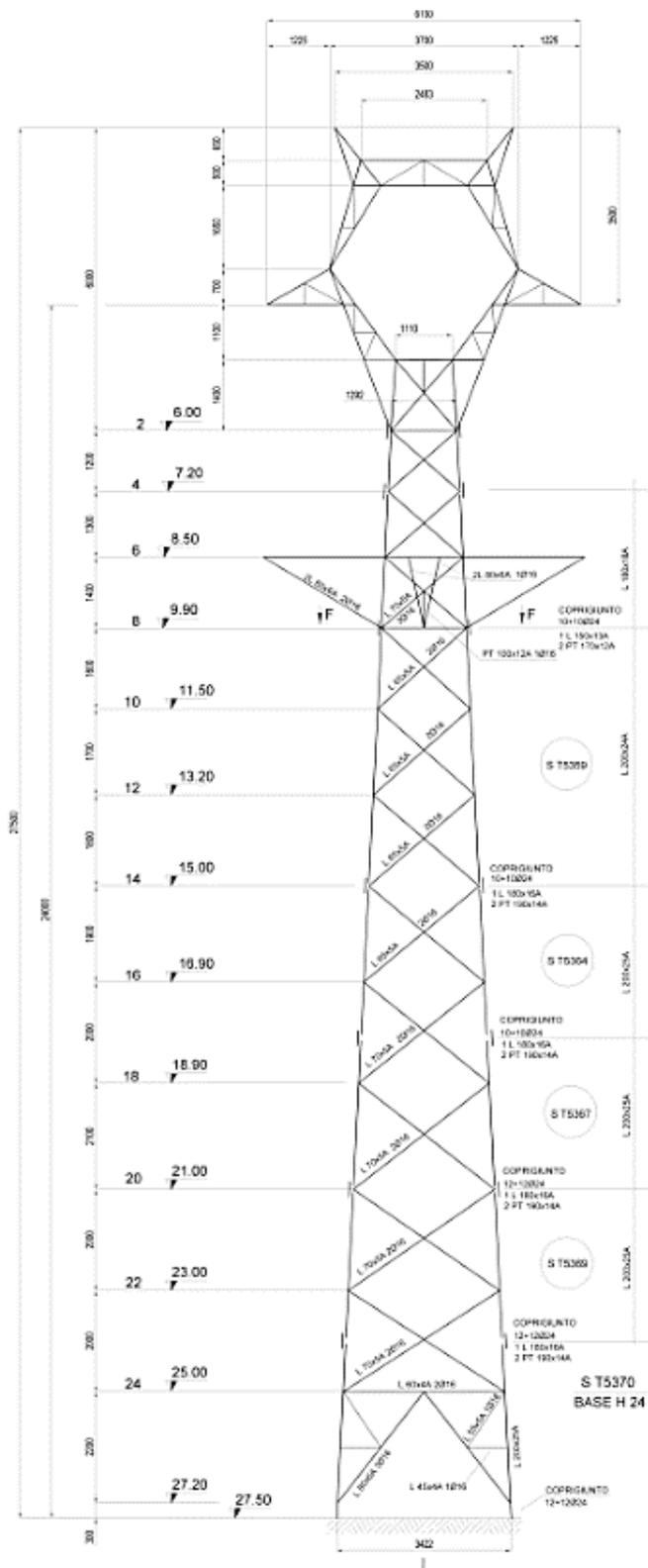


Figura 9 - Schematico sostegno palo gatto con portaterminali per linee miste aereo-cavo

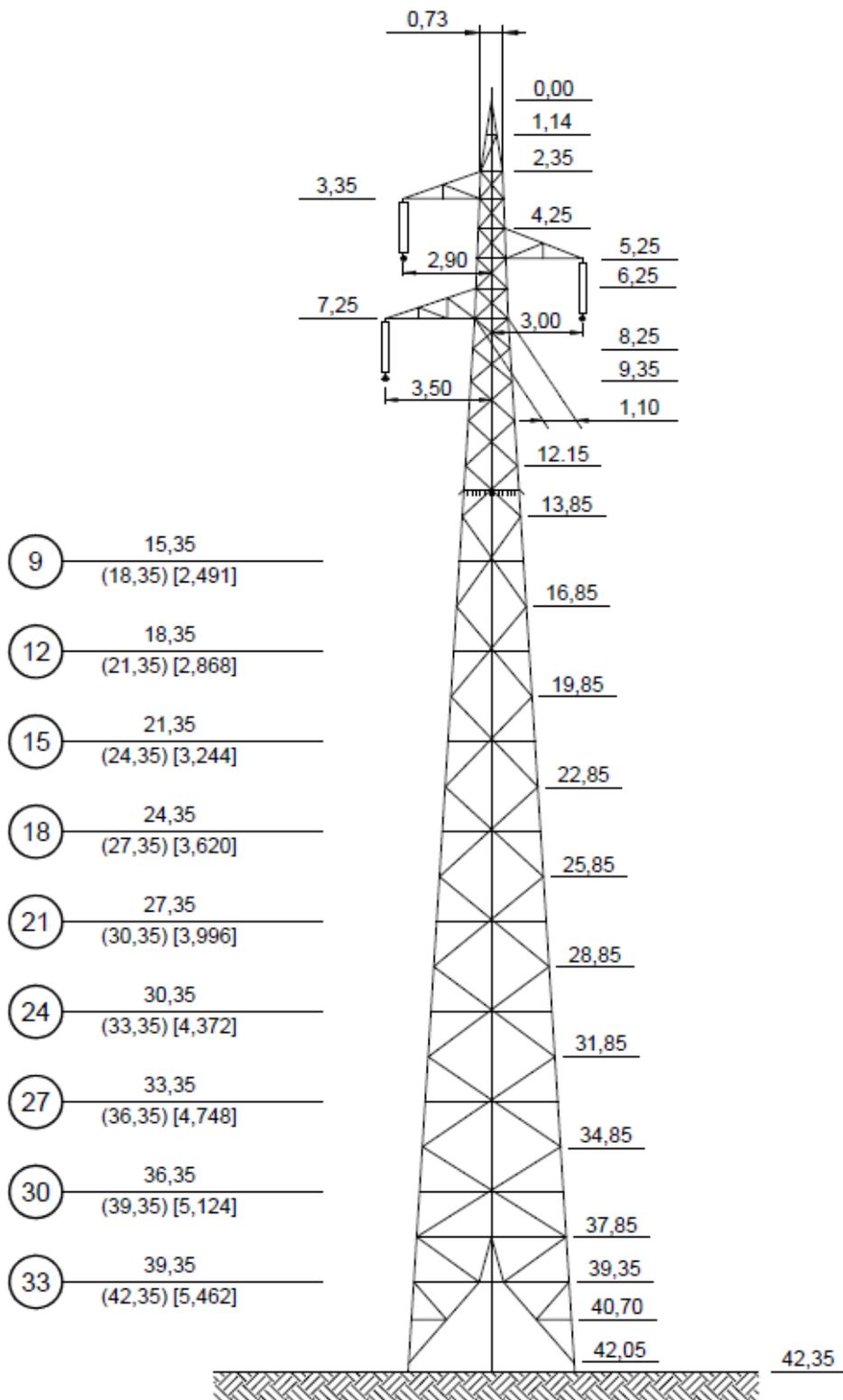


Figura 10 - Schematico sostegno N (sospensione) singola terna

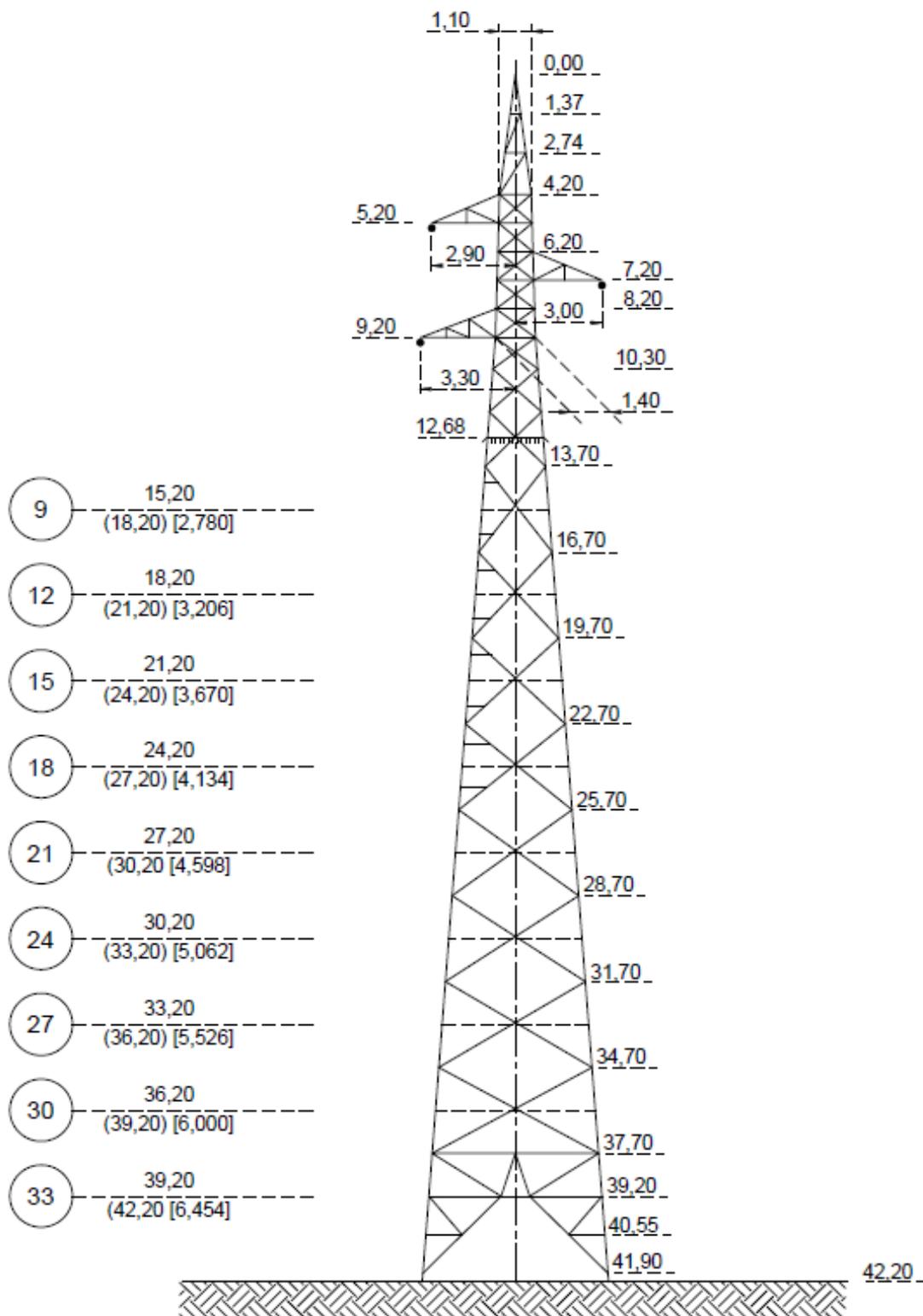


Figura 11 - Schematico sostegno C (amarro) singola terna

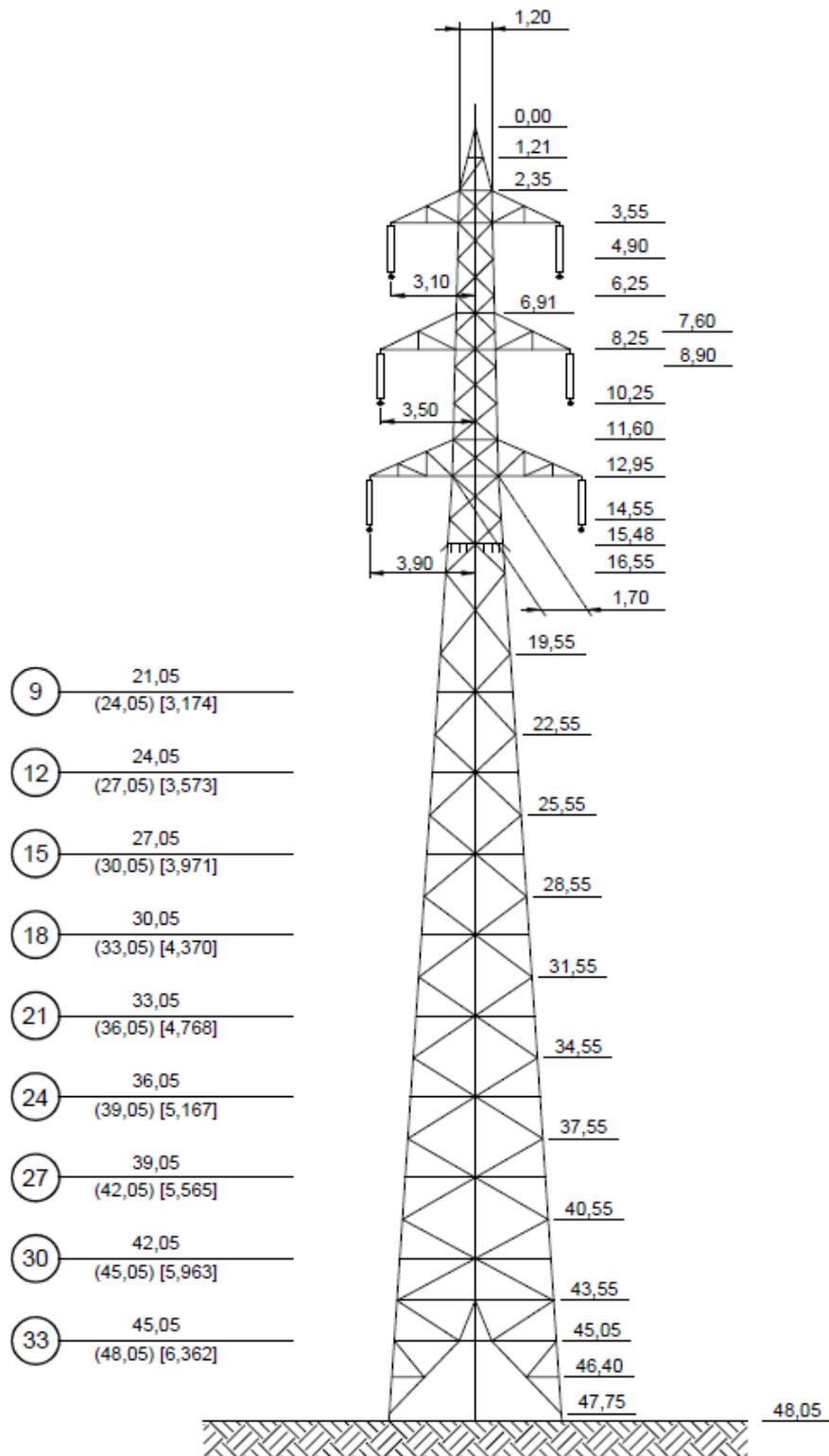


Figura 12 - Schematico sostegno N (sospensione) doppia terna

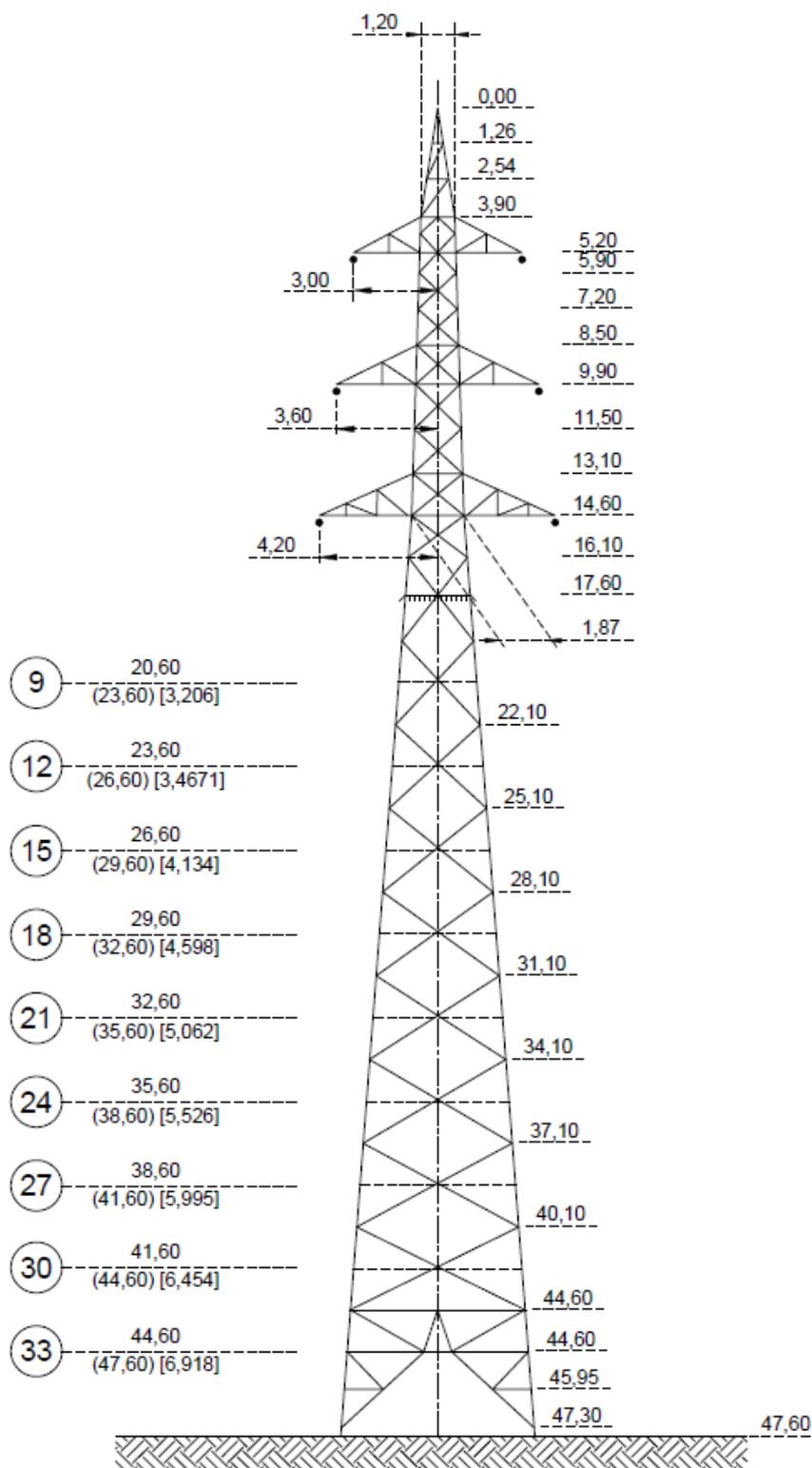


Figura 13 - Schematico sostegno E (amarro) doppia terna

Si riporta inoltre il particolare delle mensole dei sostegni nella versione normale e a mensola quadra come quelle che verranno impiegate nei due sostegni E21 singola terna dell'intervento RU1.

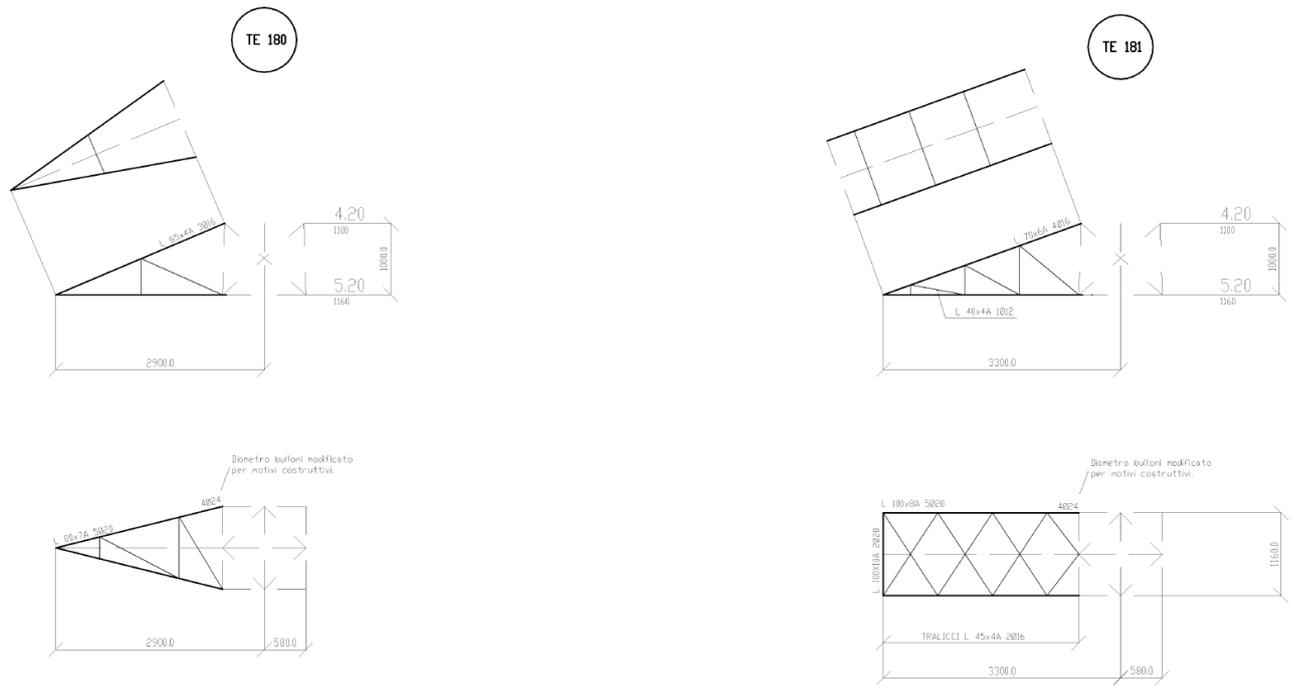
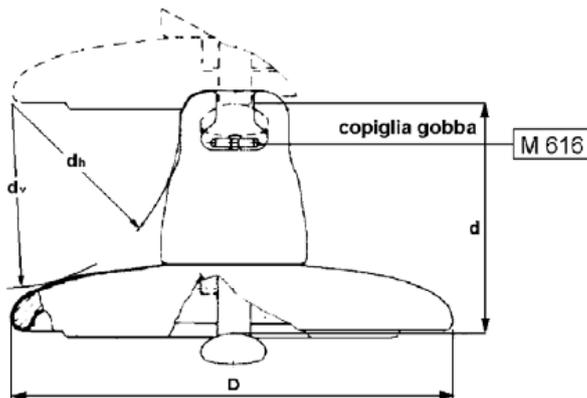


Figura 14 - Particolare mensole normali e mensole quadre

2.5 ISOLAMENTO

L'isolamento degli elettrodotto, previsto per una tensione massima di esercizio di 170 kV, sarà realizzato con isolatori a cappa e perno in vetro temprato, con carico di rottura di 70 kN o 120 kN, connessi tra loro a formare catene di almeno 9 elementi negli amari e nelle sospensioni.

Le caratteristiche degli isolatori rispondono a quanto previsto dalle norme CEI.



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

Figura 15 - Isolatore caperno con scheda tecnica

Nella tabella che segue è poi indicato il criterio per individuare il tipo di isolatore ed il numero di elementi da impiegare con riferimento ad una scala empirica dei livelli di inquinamento.

LIVELLO DI INQUINAMENTO	DEFINIZIONE	MINIMA SALINITA' DI TENUTA (kg/m ²)
I – Nullo o leggero (1)	<ul style="list-style-type: none"> • Zone prive di industrie e con scarsa densità di abitazioni dotate di impianto di riscaldamento • Zone con scarsa densità di industrie e abitazioni, ma frequentemente soggette a piogge e/o venti. • Zone agricole (2) • Zone montagnose Occorre che tali zone distino almeno 10-20 km dal mare e non siano direttamente esposte a venti marini (3)	10

II – Medio	<ul style="list-style-type: none"> • Zone con industrie non particolarmente inquinanti e con media densità di abitazioni dotate di impianto di riscaldamento • Zone ad alta densità di industrie e/o abitazioni, ma frequentemente soggette a piogge e/o venti. • Zone esposte ai venti marini, ma non troppo vicine alla costa (distanti almeno alcuni chilometri) (3) 	40
III - Pesante	<ul style="list-style-type: none"> • Zone ad alta densità industriale e periferie di grandi agglomerati urbani ad alta densità di impianti di riscaldamento produttori sostanze inquinanti • Zone prossime al mare e comunque esposte a venti marini di entità relativamente forte 	160
IV – Eccezionale	<ul style="list-style-type: none"> • Zone di estensione relativamente modesta, soggette a polveri o fumi industriali che causano depositi particolarmente conduttivi • Zone di estensione relativamente modesta molto vicine a coste marine e battute da venti inquinanti molto forti • Zone desertiche, caratterizzate da assenza di pioggia per lunghi periodi, esposte a tempeste di sabbia e sali, e soggette a intensi fenomeni di condensazione 	(*)

(1) Nelle zone con inquinamento nullo o leggero una prestazione dell'isolamento inferiore a quella indicata può essere utilizzata in funzione dell'esperienza acquisita in servizio.

(2) Alcune pratiche agricole quali la fertirrigazione o la combustione dei residui, possono produrre un incremento del livello di inquinamento a causa della dispersione via vento delle particelle inquinanti.

(3) Le distanze dal mare sono strettamente legate alle caratteristiche topografiche della zona ed alle condizioni di vento più severe.

(4) (*) per tale livello di inquinamento non viene dato un livello di salinità di tenuta, in quanto risulterebbe più elevato del massimo valore ottenibile in prove di salinità in laboratorio. Si rammenta inoltre che l'utilizzo di catene di isolatori antisale di lunghezze superiori a quelle indicate nelle tabelle di unificazione (criteri per la scelta del numero e del tipo degli isolatori) implicherebbe una linea di fuga specifica superiore a 33 mm/kV fase-fase oltre la quale interviene una non linearità nel comportamento in ambiente inquinato.

Le caratteristiche della zona interessata dall'elettrodotto in esame sono di inquinamento atmosferico leggero e quindi si è scelta la soluzione dei 9 isolatori (passo 146 mm) tipo J normali per tutti gli armamenti in sospensione e in amarro.

2.6 MORSETTERIA ED ARMAMENTI

Gli elementi di morsetteria per linee a 132 kV sono stati dimensionati in modo da poter sopportare gli sforzi massimi trasmessi dai conduttori al sostegno.

A seconda dell'impiego previsto sono stati individuati diversi carichi di rottura per gli elementi di morsetteria che compongono gli armamenti in sospensione:

- 120 kN utilizzato per le morse di sospensione.
- 70 kN utilizzato per i rami semplici degli armamenti di sospensione e dispositivo di amarro di un singolo conduttore.

Le morse di amarro sono invece state dimensionate in base al carico di rottura del conduttore.

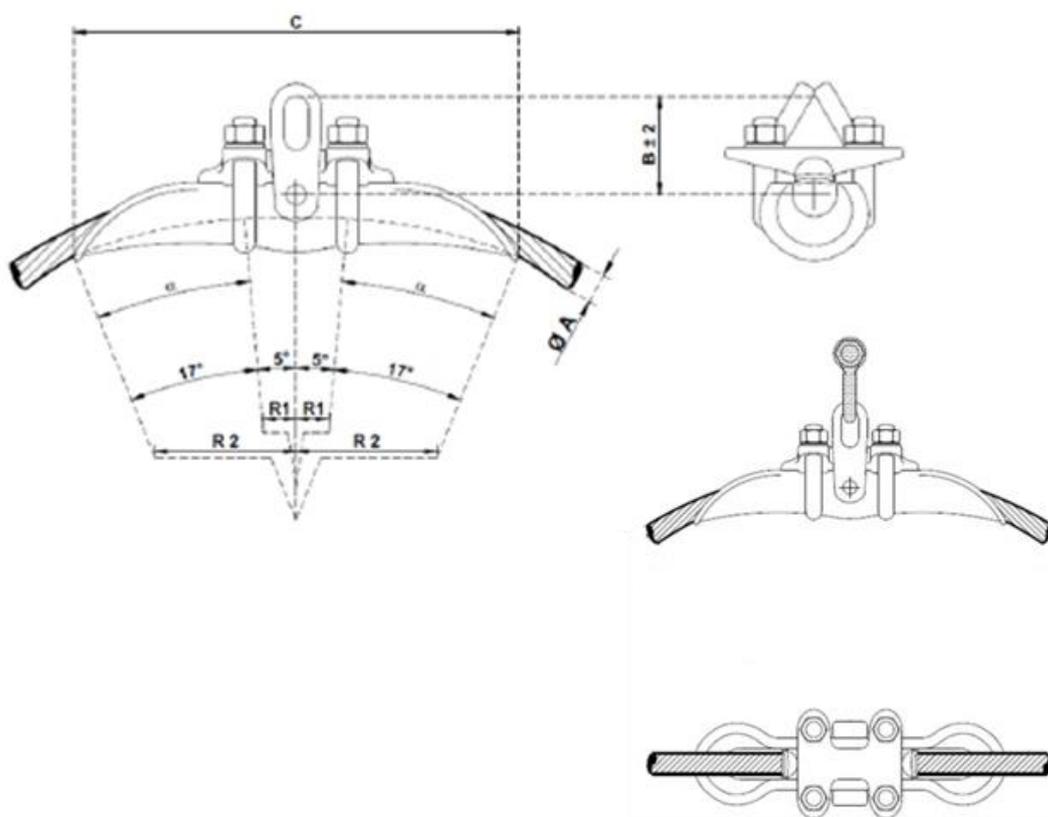


Figura 16 - morsetto di sospensione per conduttori di alluminio-acciaio (Im501)

TIPO	DIMENSIONI (mm)					CALIBRO	CARICHI DI ROTTURA (kN)			TENUTA MINIMA A SCORRIMENTO S (kN)
	A	B	C	R1	R2		U	F	R	
501/1	22,8	75	260	480	300	5108/1	97,52	66,71	24,38	
501/2	31,5	80	360	670	420	5108/1	168,50	115,26	42,12	
501/3	34,6	85	395	730	460	5108/2	200,50	137,15	50,12	
501/4	40,5	85	460	860	540	5108/2	274,30	187,63	68,57	
501/5	16,45	75	220	405	255	5108/1	61,58	42,12	15,40	
501/6	33,99	80	360	670	420	5108/1	160,55	109,82	40,14	

Tabella 3 – Tipologie morsetti di sospensione Im501

Tutti i sostegni in progetto, con armamento in sospensione, saranno dotati dei morsetti di sospensione Im501/2 adatti al conduttore di diametro da 31,5 mm.

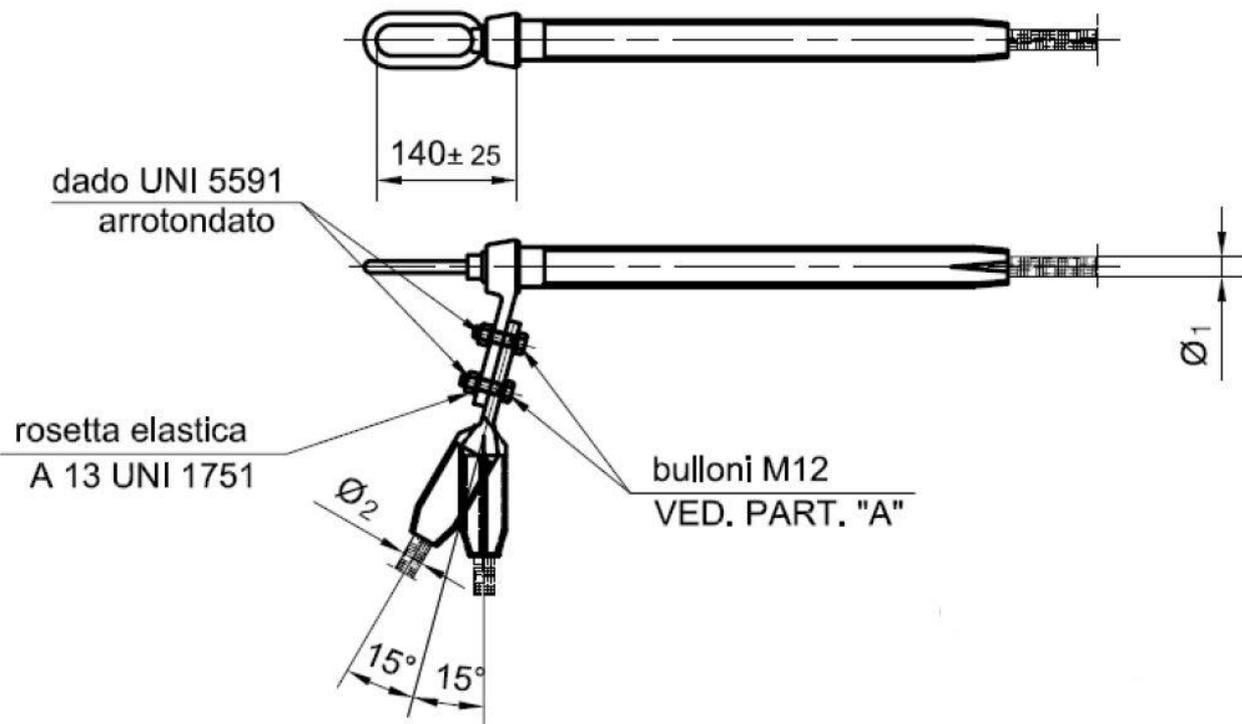


Figura 17 - morsa di amarro a compressione esagonale (Im521)

per conduttori di alluminio-acciaio e alluminio

TIPO	DIMENSIONI (mm)		PART. A	CHIAVE ESAGONO DI COMPRESSIONE (mm)			CALIBRO U	PROVA MECCANICA P (kN)	CARICO DI ROTTURA R (kN)
	Ø1	Ø2		MORSA		DERIV.			
				alluminio	acciaio				
521/1	22,8	22,8	SOSTITUITO DAL TIPO 521/6						
521/2	31,5	31,5	2	44	22	44	5108/2	---	168,50
521/3	22,8	36,0	2	34	16	54	5108/1	---	97,52
521/4	31,5	36,0	2	44	22	54	5108/2	---	168,50
521/5	36,0	36,0	2	54	---	54	5108/2	---	109,70
521/6	22,8	22,8	3	34	16	34	5108/1	---	97,52
521/7	34,6	34,6	2	51	22	51	5108/2	---	200,50
521/8	40,5	40,5	2	60	26	60	5108/3	---	274,30
521/9	40,5	36,0	2	60	26	54	5108/3	---	274,30
521/10	31,5	40,5	2	44	22	60	5108/2	---	168,50
521/11	31,5	41,1	2	44	22	60	5108/2	9,50	168,50
521/12	41,1	41,1	4	60	---	60	5108/2	9,50	144,86
521/13	40,5	41,1	4	60	26	60	5108/3	9,50	274,30
521/14	16,45	16,45	3	30	12	30	5108/1	---	61,58
521/15	33,99	33,99	2	54	22	54	5108/2	---	160,55
521/16	33,99	36	2	54	22	54	5108/2	---	160,55

Tabella 4 – Tipologie morsa di amarro Im521

 <small>T E R N A G R O U P</small>	RELAZIONE CARATTERISTICHE TECNICHE ELETTRODOTTI AEREI	Codifica Elaborato:
	Razionalizzazione della rete 132 kV nell'Area di Reggio Emilia	RU0000006B1936812 Rev. 00 Data 30/03/2021

Tutti i sostegni in progetto, con armamento in amarro, saranno dotati delle morse di amarro Im521/2 adatte al conduttore di diametro da 31,5 mm.

Per equipaggiamento si intende il complesso degli elementi di morsetteria che collegano le morse di sospensione o di amarro agli isolatori e questi ultimi al sostegno.

Per le linee a 132 kV si distinguono i tipi di equipaggiamento riportati nella tabella seguente.

TIPO EQUIPAGGIAMENTO	CARICO ROTTURA (kN)	SIGLA
a "I" semplice	70	SS
a "I" doppio	120	DS
a "M" semplice	120	M
A "V" semplice	70	V
Singolo per amarro	70	SA
Doppio per amarro	120	DA

La scelta degli equipaggiamenti viene effettuata, per ogni singolo sostegno, fra quelli disponibili nel progetto unificato, in funzione delle azioni (trasversale, verticale e longitudinale) determinate dal tiro dei conduttori e dalle caratteristiche di impiego del sostegno esaminato (campata media, dislivello a monte e a valle, ed angolo di deviazione).

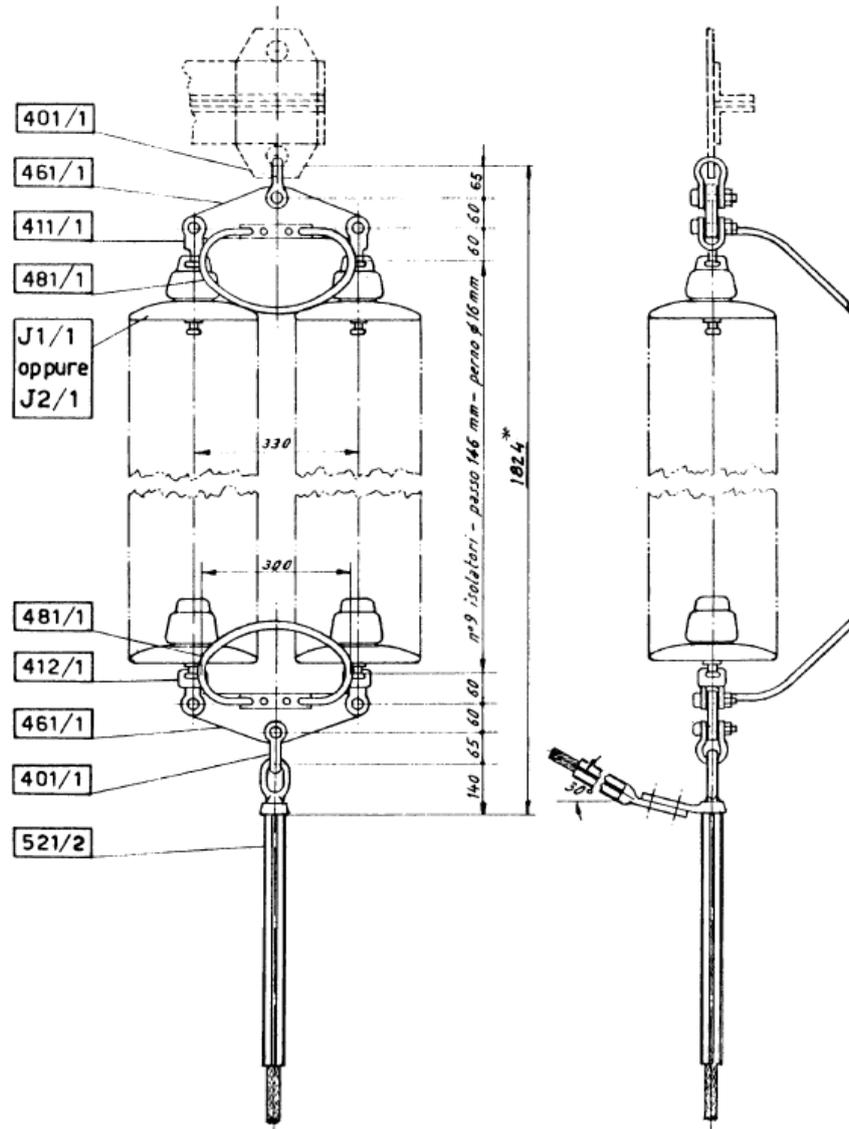


Figura 18 - Linee 132-150 kV armamento per amarro doppio

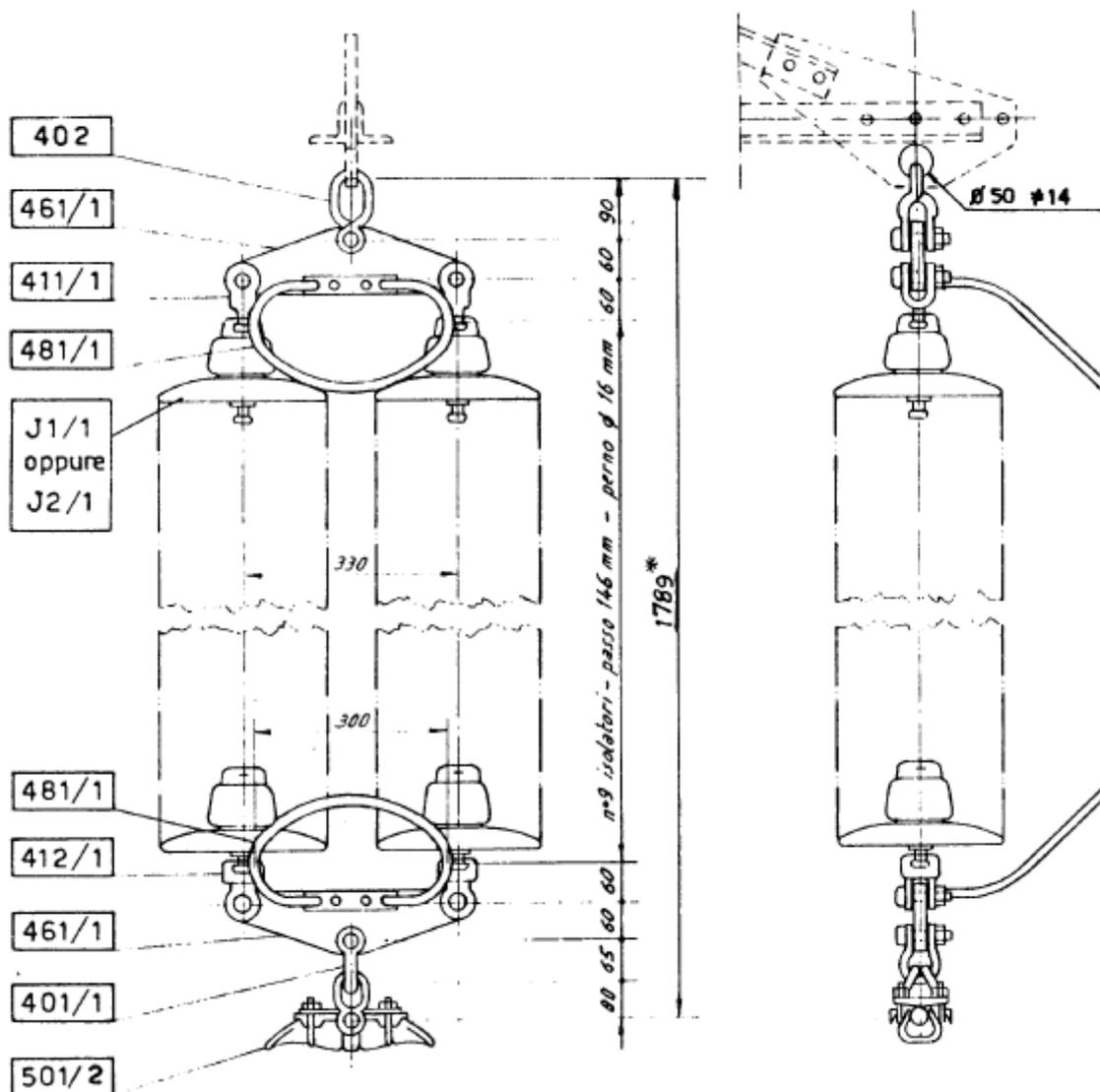


Figura 19 - Linee 132-150 kV - Armamento per sospensione doppia

Si riporta la tabella degli armamenti impiegati nei sostegni dell'intervento:

Codifica Intervento	Linea	Numero Picchetto	Tipo sostegno	Armamento
CS1	23695A1	40a	PG 21 portaterminali	DA
CS2	23642B1	1	PG 24 portaterminali	DA
		2	N27	DS
		3	N27	DS
		4	N27	DS
		5	N30	DS
		6	M27	DS
		7	N24	DS
		8	N27	DS
		9	N30	DS
		10	N27	DS

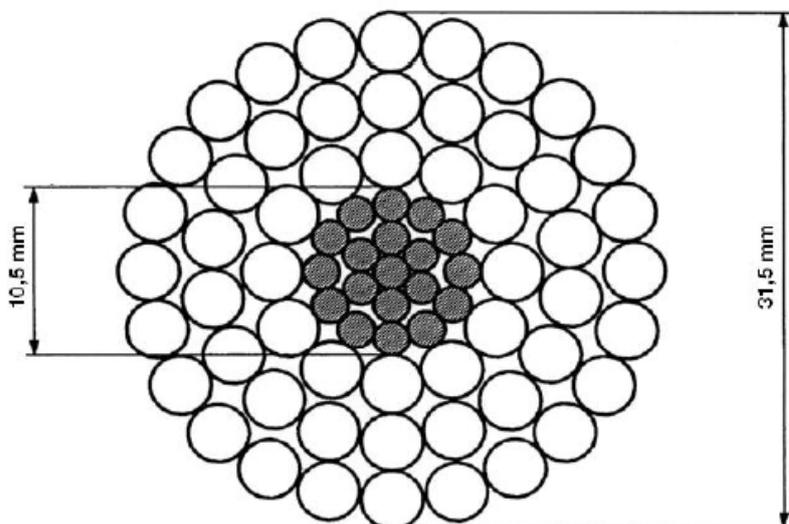
Codifica Intervento	Linea	Numero Picchetto	Tipo sostegno	Armamento		
CS2	23642B1	11	C27	DA		
		12	N24	DS		
		13	N30	DS		
		14	C27	DA		
		15	N27	DS		
		16	P30	DS		
		17	N24	DS		
		18	C24	DA		
		19	C24	DA		
		20	E27	DA		
		21	C27	DA		
		22	M27	DS		
		23	P27	DS		
		24	N30	DS		
		25	M30	DS		
		26	C27	DA		
		27	M27	DS		
		28	N21	DS		
		29	N21	DS		
		23642B1 DT 23617G1	30	E27 DT	DA	
			31	N27 DT	DS	
			32	N27 DT	DS	
			33	E27 DT	DA	
			34	N27 DT	DS	
			35	M27 DT	DS	
		23642B1	PG1	PG 24 normale	DA	
		RE1	23617G1	PG2	PG 24 normale	DA
				1	N30	DS
				2	N24	DS
	3			C24	DA	
	4			PG 21 portaterminali	DA	
	51b			PG 21 portaterminali	DA	
	RE3	23B03A1	51a	PG 21 portaterminali	DA	
			64a	PG 21 portaterminali	DA	
	RE4	23908B1	64b	PG 21 portaterminali	DA	
RU1	23155B1	7a	PG 21 portaterminali	DA		
	23910C1	12a	E21	DA		
		1a	E21	DA		
SI1	23680C1	40a	PG 21 portaterminali	DA		
		44a	PG 21 portaterminali	DA		
SI2	23694B1	59a	E delta DT	DA		
	23909C1	21a	V27	DS		
		22a	E27	DA		

Tabella 5 – Armamenti sostegni in progetto

2.7 CONDUTTORE E FUNE DI GUARDIA

Tutti gli interventi aerei, quindi sia i nuovi collegamenti (interventi "CS2" e "RE1"), che quelli di "scrocio" (interventi "SI2" e "RU1"), prevedono l'impiego del conduttore in alluminio-acciaio con diametro 31,5 mm. Si forniscono le informazioni di dettaglio per tale tipologia unificata di conduttore:

- diametro esterno: 31,50 mm;
- sezione complessiva: 585,3 mmq
- formazione: alluminio 54 x 3,50 + acciaio 19 x 2,10;
- peso: 1,953 kg/m;
- carico di rottura: 16852 daN.



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

Figura 20 - Conduttore All-Acc 31,5 mm

Le portate di tale conduttore, secondo norma CEI 11-60, sono riportate nella tabella seguente:

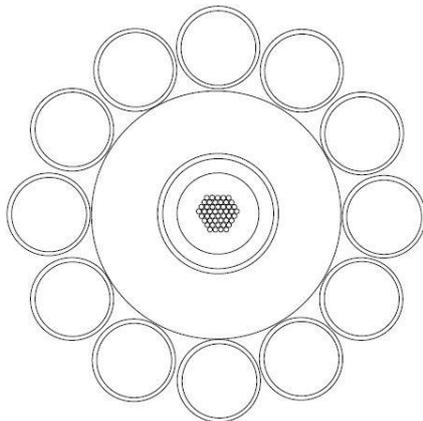
Tensione nominale (kV)	Periodo caldo (A)	Periodo Freddo (A)
132	575	675

Sulla sommità dei cimini saranno poste in opera delle corde di guardia, in acciaio zincato o in lega di alluminio incorporante fibre ottiche, destinate a proteggere i conduttori dalle scariche atmosferiche ed a migliorare la messa a terra dei sostegni.

Le tipologie di fune variano a seconda della linea sulla quale viene impiegata.

Normalmente viene impiegata la fune di guardia in acciaio zincato di diametro di 11,5 mm e sezione di 78,94 mmq, composta da n. 19 fili del diametro di 2,3 mm, con un carico di rottura teorico minimo di 12.231 daN.

La fune potrà essere rivestita in alluminio per migliorare la conducibilità elettrica.



- non in scala -

Tubo loose in PBT blu: pieno di gel assorbente di idrogeno.

Tubo di alluminio: Tubo estruso senza saldatura.

Armatura: Strato di fili metallici.

Figura 21 - Fune di guardia con 48 fibre ottiche \varnothing 11,5 mm

La scelta dettagliata della tipologia di fune di guardia, impiegata nei vari collegamenti, verrà effettuata in fase di stesura del progetto esecutivo.

2.7.1 STATO DI TENSIONE MECCANICA

Il tiro dei conduttori aerei e delle corde di guardia è stato fissato in modo che risulti costante, in funzione della campata equivalente, nella condizione "normale" di esercizio linea, cioè alla temperatura di 15°C ed in assenza di sovraccarichi (EDS - "every day stress"). Ciò assicura un'uniformità di comportamento nei riguardi delle sollecitazioni prodotte dal fenomeno delle vibrazioni.

Nelle altre condizioni o "stati" il tiro varia in funzione della campata equivalente di ciascuna tratta e delle condizioni atmosferiche (vento, temperatura ed eventuale presenza di ghiaccio). La norma vigente divide il territorio italiano in due zone, A e B, in relazione alla quota e alla disposizione geografica.

Gli "stati" che interessano, da diversi punti di vista, il progetto delle linee sono riportati nello schema seguente:

- **EDS** - Condizione di tutti i giorni: +15°C, in assenza di vento e ghiaccio
- **MSA** - Condizione di massima sollecitazione (zona A): -5°C, vento a 130 km/h

 <small>T E R N A G R O U P</small>	RELAZIONE CARATTERISTICHE TECNICHE ELETTRODOTTI AEREI	Codifica Elaborato:
	Razionalizzazione della rete 132 kV nell'Area di Reggio Emilia	RU0000006B1936812 Rev. 00 Data 30/03/2021

- **MSB** - Condizione di massima sollecitazione (zona B): -20°C, manicotto di ghiaccio di 12mm, vento a 65 km/h
- **MPA** - Condizione di massimo parametro (zona A): -5°C, in assenza di vento e ghiaccio
- **MPB** - Condizione di massimo parametro (zona B): -20°C, in assenza di vento e ghiaccio
- **MFA** - Condizione di massima freccia (Zona A): +55°C, in assenza di vento e ghiaccio
- **MFB** - Condizione di massima freccia (Zona B): +40°C, in assenza di vento e ghiaccio
- **CVS1** - Condizione di verifica sbandamento catene: 0°C, vento a 26 km/h
- **CVS2** - Condizione di verifica sbandamento catene: +15°C, vento a 130 km/h
- **CVS3** - Condizione di verifica sbandamento catene: 0°C (Zona A) -10°C (Zona B), vento a 65 km/h
- **CVS4** - Condizione di verifica sbandamento catene: +20°C, vento a 65 km/h

La linea in oggetto è situata in “**ZONA B**”.

3 ALLEGATI

CODICE	ELABORATO
TU0000006B2035217	Tavola caratteristiche tecniche componenti Elettrodotti aerei