

Riassetto della Rete elettrica di Trasmissione Nazionale nell'ALTO BELLUNESE

Piano Tecnico delle Opere

Intervento 3

Raccordi elettrodotti aerei a 220 kV alla Nuova SE di Auronzo

Relazione tecnica illustrativa



Storia delle revisioni

Rev. 00	30/03/2018	Prima emissione
---------	------------	-----------------

Elaborato	Verificato	Approvato
Salaro S. ING-PRE-APRINE	Sperti D. ING-PRE-APRINE	Di Dio V. ING-PRE-APRINE

m010CI-LG001-r02

INDICE

1	PREMESSA	3
2	MOTIVAZIONI DELL'OPERA.....	3
3	UBICAZIONE DELL'INTERVENTO E OPERE ATTRAVERSATE	3
	3.1 Opere attraversate.....	4
4	DESCRIZIONE DELLE OPERE	5
5	CRONOPROGRAMMA	7
6	CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE OPERE	7
	6.1 Premessa	7
	6.3 Caratteristiche elettriche dell'elettrodotto	8
	6.4 Distanza tra i sostegni.....	8
	6.5 Conduttori e corde di guardia.....	8
	6.5.1 Stato di tensione meccanica.....	9
	6.6 Capacità di trasporto.....	10
	6.7 Sostegni	10
	6.8 Isolamento	12
	6.8.1 Caratteristiche geometriche.....	12
	6.8.2 Caratteristiche elettriche	12
	6.9 Morsetteria ed armamenti	15
	6.10 Fondazioni	15
	6.11 Messe a terra dei sostegni	16
	6.12 Caratteristiche dei componenti.....	17
7	RUMORE	17
8	INQUADRAMENTO GEOLOGICO PRELIMINARE	17
9	TERRE E ROCCE DA SCAVO	17
10	CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	17
11	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	17
12	AREE IMPEGNATE	17
13	FASCE DI RISPETTO	18
14	SICUREZZA NEI CANTIERI	18

1 PREMESSA

La Società TERNA – Rete Elettrica Nazionale S.p.A. (di seguito Terna) è la società responsabile in Italia della trasmissione e del dispacciamento dell'energia elettrica sulla rete ad alta (AT) e altissima tensione (AAT) ai sensi del Decreto del Ministero delle Attività Produttive del 20 aprile 2005 (concessione).

Terna S.p.A., nell'ambito dei suoi compiti istituzionali e del vigente programma di sviluppo della Rete di Trasmissione (RTN), approvato dal ministero per lo Sviluppo Economico, intende realizzare un ampio piano di riassetto della rete elettrica AT nell'area dell'Alto Bellunese.

Oggetto della presente relazione tecnica illustrativa è la descrizione degli aspetti tecnici specifici dei collegamenti aerei a 220kV necessari a raccordare la futura stazione elettrica di Auronzo all'esistente elettrodotto aereo in semplice terna a 220kV "Lienz (A)-Soverzene" (Intervento 3 richiamato nella Relazione Tecnica Generale doc. n. RGCR14003BGL10002).

2 MOTIVAZIONI DELL'OPERA

Per le motivazioni dell'opera si rimanda al capitolo 2 della "Relazione Tecnica Generale" doc. n. RGCR14003BGL10002.

3 UBICAZIONE DELL'INTERVENTO E OPERE ATTRAVERSATE

Tra le possibili soluzioni è stato individuato il tracciato più funzionale, che tenga conto di tutte le esigenze e delle possibili ripercussioni sull'ambiente, con riferimento alla legislazione nazionale e regionale vigente in materia.

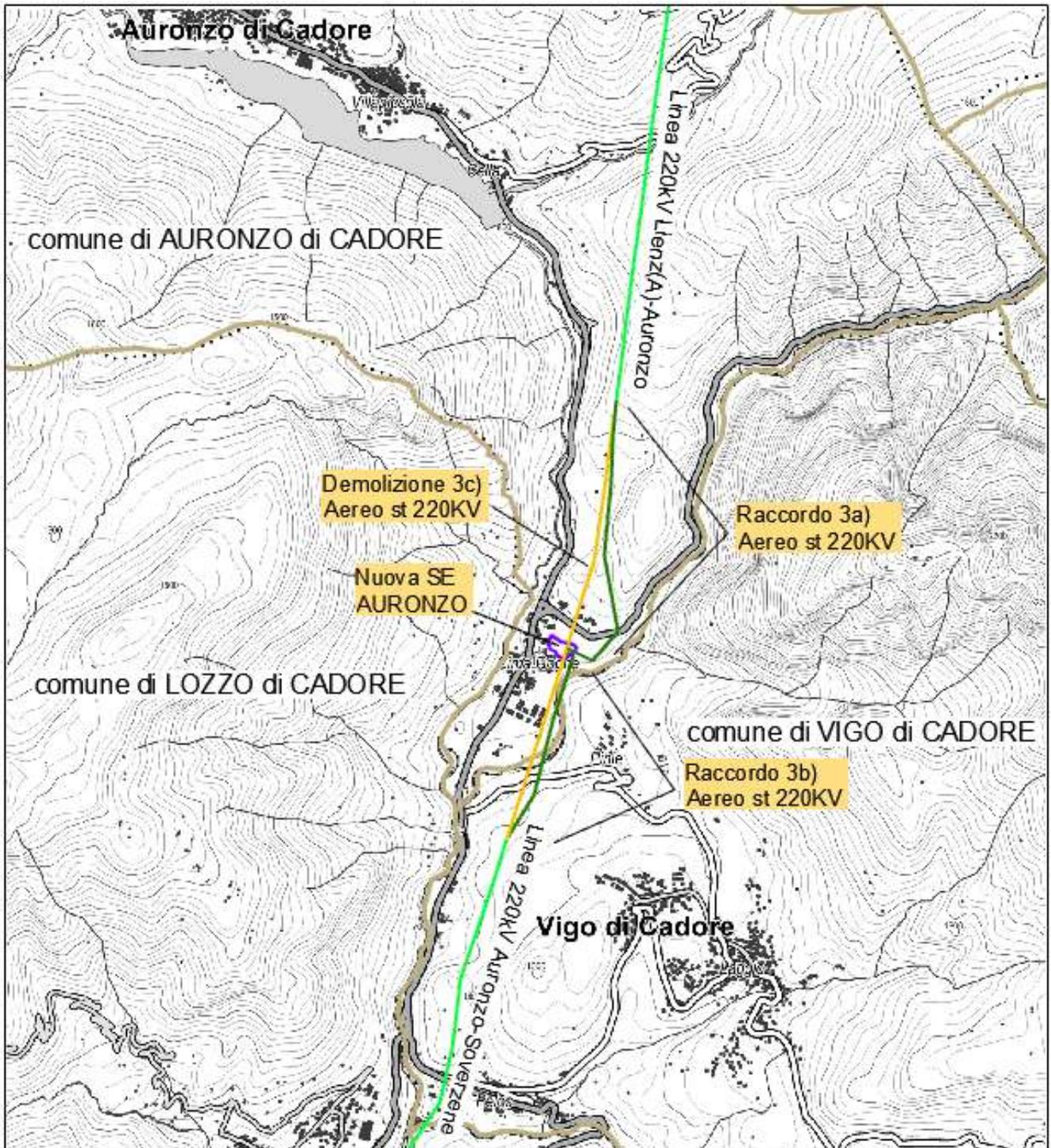
Il percorso dell'elettrodotto è stato studiato in armonia con quanto dettato dall'art.121 del T.U. 11/12/1933 n.1775, comparando le esigenze della pubblica utilità delle opere con gli interessi pubblici e privati coinvolti, cercando in particolare di:

- contenere per quanto possibile la lunghezza del tracciato per occupare la minor porzione possibile di territorio;
- minimizzare l'interferenza con le zone di pregio ambientale, naturalistico, paesaggistico e archeologico;
- recare minor sacrificio possibile alle proprietà interessate, avendo cura di vagliare le situazioni esistenti sui fondi da asservire rispetto anche alle condizioni dei terreni limitrofi;
- evitare, per quanto possibile, l'interessamento di aree urbanizzate o di sviluppo urbanistico;
- assicurare la continuità del servizio, la sicurezza e l'affidabilità della Rete di Trasmissione Nazionale;
- permettere il regolare esercizio e manutenzione degli elettrodotti.

I comuni interessati dal passaggio dell'elettrodotto sono elencati nella seguente tabella:

REGIONE	PROVINCIA	COMUNE	PERCORRENZA
Veneto	Belluno	Auronzo di Cadore	2,4 km
		Vigo di Cadore	0,8 km

Di seguito si riporta un estratto della corografia con inserito l'intervento.



3.1 Opere attraversate

L'elenco delle opere attraversate con il nominativo degli Enti competenti è riportato nell'elaborato Doc. n. EGCR14003BGL10033 (Elenco opere attraversate). Gli attraversamenti principali sono altresì evidenziati anche nella planimetria in scala 1:5.000 Doc. n. DGCR14003BGL10032 allegata.

4 DESCRIZIONE DELLE OPERE

L'opera oggetto della seguente relazione tecnica consiste nella realizzazione dei raccordi a 220kV della esistente linea in semplice terna Lienz (Austria) – Soverzene (realizzata nell'anno 1954), alla nuova Stazione Elettrica di Auronzo, localizzata nell'area artigianale di Cima Gogna nel comune di Auronzo di Cadore.

I tratti dei collegamenti alla nuova SE di Auronzo, saranno realizzati con elettrodotto aereo in semplice terna, di norma con sostegni a traliccio in configurazione a delta rovescio (conduttori disposti in piano), con struttura analoga agli esistenti.

Per meglio comprendere la presente descrizione, si fa specifico riferimento alla planimetria allegata doc. n. DGCR14003BGL10032 in scala 1:5.000 su supporto cartografico CTR.

Di seguito si riportano le descrizioni dei tracciati per gli interventi 3a), 3b), 3c) e 3d), con un andamento in senso linea, da Lienz (A) verso Soverzene, con il sostegno esistente n.60 che identifica l'inizio dell'intervento ed il sostegno esistente n.70, che ne identifica la fine.

3a) Raccordo 220kV semplice terna Lienz(A)-Nuova SE Auronzo

Il raccordo è costituito da circa 1,9 km di nuovo tracciato con l'infissione di n.7 sostegni.

Il tracciato inizia dal nuovo sostegno n.61a, posizionato lungo l'asse linea esistente nella campata 60-61, in prossimità del sostegno esistente n.61 in località "Le Prese", nel territorio comunale di Auronzo di Cadore. Il tracciato, dal sostegno n.61a posizionato a quota 950 metri s.l.m., procede in direzione sud, discostandosi dalla linea esistente verso est, allontanandosi sia da alcuni recettori prossimi alla linea esistente, sia dall'area urbanizzata di Cima Gogna, interessando un'area boscata. Dal sostegno n.65b a quota 800 metri s.l.m., posizionato tra la vecchia Strada Statale n.52 "Carnica" e l'inizio del pendio che segna la valle del Fiume Piave, il tracciato, piegando in direzione sud-ovest, raggiunge a sud l'area artigianale di Cima Gogna, raggiungendo il sostegno n.66a e attestandosi con la campata successiva al portale dedicato n. "PA", posizionato all'interno della Nuova Stazione Elettrica di Auronzo, a quota 788 metri s.l.m..

3b) Raccordo 220kV semplice terna Nuova SE Auronzo - Soverzene

Il raccordo è costituito da circa 1,3 km di nuovo tracciato con l'infissione di n.4 sostegni.

Dal portale n. "PB" posizionato all'interno della Nuova Stazione Elettrica di Auronzo a quota 788 s.l.m., il tracciato con una breve campata di circa 50 metri in direzione est, raggiunge il sostegno n.66b, avente testa troncopiramidale e conduttori disposti in verticale. Dal sostegno n.66b il tracciato devia in direzione sud, percorrendo per un primo tratto la valle del Fiume Piave ed interessando marginalmente il comune di Vigo di Cadore, fino a raggiungere il sostegno n. 67a, posizionato nel margine esterno a est dell'area artigianale di Cima Gogna. Da tale sostegno il tracciato continua seguendo parallelamente a est la linea esistente, allontanandosi da alcuni recettori e sorvolando un'area adibita allo stoccaggio di materiali inerti localizzata nel fondo della valle. Attraversando il Fiume Piave, il tracciato entra nel territorio comunale di

Vigo di Cadore e raggiunge il sostegno n.68a posizionato in un'area boschiva a quota 800 metri s.l.m., a monte della Strada Provinciale n.619 "di Vigo". Da questo punto, mantenendo approssimativamente la stessa quota altimetrica, il tracciato devia verso sud-ovest raggiungendo il sostegno n. 69a in asse alla linea esistente, in prossimità del sostegno n.69 per il quale è prevista la contestuale demolizione e si ricollega all'esistente sostegno n.70 ubicato a monte della località Tre Ponti in comune di Vigo di Cadore.

3c) Demolizione del tratto in linea aerea 220kV semplice terna Lienz(A)-Soverzene

Contestualmente al completamento degli interventi di cui sopra, verrà demolito il tratto di elettrodotto 220kV non più utilizzato della lunghezza di circa 2.9 km, dal sostegno n.61a al sostegno n.69a per un totale di 9 sostegni.

3d) Collegamento temporaneo linea aerea 220kV semplice terna Lienz(A)-Soverzene

Il collegamento temporaneo è costituito da circa 0,1 km di tracciato.

L'elettrodotto esistente 220kV Lienz (A) – Soverzene interferisce con le aree interessate alla realizzazione della Nuova SE di Auronzo con la presenza del sostegno n.66 e l'attraversamento dei conduttori.

Al fine di permettere il completamento delle opere di stazione, si rende quindi necessario rimuovere il sostegno n.66 ed i relativi conduttori.

Per la continuità di esercizio e la garanzia di funzionamento del sistema elettrico RTN, si rende necessario procedere con un cronoprogramma lavori che riduca al minimo l'interruzione del collegamento di interconnessione con la rete elettrica austriaca. Tale programma prevede la realizzazione dei raccordi "3a" e "3b", privi delle attestazioni alla nuova SE di Auronzo e la realizzazione del collegamento temporaneo tra il sostegno 66a e 66b, con una campata di circa 120 metri, al fine di permettere la continuità del collegamento elettrico dell'impianto ed il successivo rientro in servizio della linea 220kV Lienz-Soverzene. Successivamente sarà possibile rimuovere il tratto di elettrodotto "3c" previsto dal progetto, consentendo quindi il completamento delle attività realizzative della Nuova SE Auronzo.

Successivamente al collaudo della Nuova SE Auronzo, verrà rimosso il collegamento provvisorio della campata 66a-66b e realizzate le attestazioni elettriche ai relativi portali di stazione, con le campate 66a-PA e PB-66b, ultimando quindi i lavori con la configurazione elettrica definitiva di Progetto.

Tabella riepilogativa dell'intervento:

id	Descrizione	Lunghezza
3a	Raccordo linea aerea s.t. 220kV Lienz (sost. 61a) - Nuova SE Auronzo	1,9 km
3b	Raccordo linea aerea s.t. 220kV Nuova SE Auronzo – Soverzene (sost.69a)	1,3 km
3c	Demolizione tratto di linea aerea 220kV Lienz(A) – Soverzene (dal sost.61a al 69a)	2,9 km
3d	Collegamento temporaneo campata 66a-66b della linea 220kV Lienz(A)-Soverzene	0.1 km

5 CRONOPROGRAMMA

Per la linea in oggetto l'attività realizzativa ed entrata in esercizio con la realizzazione del collegamento temporaneo, risulta essere propedeutica alla fase di ultimazione della SE di Auronzo, in quanto un tratto della contestuale demolizione risulta essere interferente.

Il programma di massima dei lavori è riportato al capitolo 5 della "Relazione Tecnica Generale" doc. n. RGCR14003BGL10002.

6 CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE OPERE

6.1 Premessa

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 elettrodotti 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.

Il progetto dell'opera è conforme al Progetto Unificato Terna per gli elettrodotti, dove sono riportati tutti i componenti (sostegni e fondazioni, conduttori, morsetteria, isolatori, ecc.) con le relative modalità di impiego.

In particolare, la tratta di elettrodotto qui descritta sarà realizzata con sostegni di elevate prestazioni meccaniche con lo scopo di aumentarne la resilienza anche in condizioni di carico particolarmente gravose, causate dalla formazione, nel periodo invernale, di manicotti di ghiaccio e di neve sui conduttori.

Ogni elettrodotto aereo sarà costituito da una palificazione con sostegni del tipo a delta rovescio e/o troncopiramidali. I sostegni saranno realizzati con angolari di acciaio ad elementi zincati a caldo e bullonati. La palificata sarà armata con tre fasi, ciascuna composta da un fascio di 2 conduttori di energia, e due corde di guardia, fino al raggiungimento del sostegno di raccordo con la linea esistente. Ciascun conduttore di energia sarà costituito da una corda di alluminio-acciaio con un diametro complessivo pari a 40,5 mm.

Per le caratteristiche tecniche degli elementi di impianto descritti nei paragrafi seguenti si rimanda al doc. n. EECR14003BGL10060, Appendice "B" – "Caratteristiche dei componenti degli elettrodotti aerei"

6.3 Caratteristiche elettriche dell'elettrodotto

Le caratteristiche elettriche dell'elettrodotto sono le seguenti:

Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	220 kV
Portata di corrente alle condizioni di progetto (per fase)	2434 A

La portata in corrente sopra indicata è conforme a quanto prescritto dalla norma CEI 11-60, per elettrodotti a 220 kV in zona B.

6.4 Distanza tra i sostegni

La distanza tra due sostegni consecutivi dipende dall'orografia del terreno e dall'altezza utile dei sostegni impiegati; mediamente in condizioni normali, si ritiene possa essere pari a 400 m.

6.5 Conduttori e corde di guardia

Ciascuna fase elettrica sarà costituita quindi da un fascio di 2 conduttori (binato) collegati fra loro da distanziatori. Ciascun conduttore di energia sarà costituito da una corda di alluminio-acciaio della sezione complessiva di 967.6 mmq composta da n. 19 fili di acciaio del diametro 2,70 mm e da n. 54 fili di alluminio del diametro di 4,50 mm, con un diametro complessivo di 40,50 mm (Tavola L_C4).

Il carico di rottura teorico del conduttore sarà di 27.430 daN.

Fermo restando le caratteristiche dimensionali che determinano le azioni sui sostegni e sulle fondazioni, in fase esecutiva potrà essere utilizzato un conduttore realizzato con materiali innovativi che garantiscono una maggiore vita utile del conduttore.

I conduttori avranno un'altezza da terra non inferiore a metri 14,00, nel rispetto della distanza minima prevista dall'art. 2.1.05 del D.M. 16/01/1991.

L'elettrodotto sarà inoltre equipaggiato con due corde di guardia destinate, oltre che a proteggere l'elettrodotto stesso dalle scariche atmosferiche, a migliorare la messa a terra dei sostegni ed al sistema di protezione, controllo e conduzione degli impianti.

Ciascuna corda di guardia, in acciaio rivestito in alluminio incorporante fibra ottica, del diametro di 17,90 mm e sezione di 164 mmq, sarà costituita da n. 12 fili del diametro di 3,37 mm (tavola L_C60).

Il carico di rottura teorico della corda di guardia sarà di 10.600 daN.

In alternativa è possibile l'impiego di una o di due corde di guardia in alluminio-acciaio incorporante fibre ottiche, del diametro di 19,0 mm (tavola L_C55) con carico di rottura teorico di 14.000 daN e/o del diametro da 19,0 mm (tavola L_C62) con carico di rottura teorico di 14.700 daN.

6.5.1 Stato di tensione meccanica

Il tiro dei conduttori 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 una 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
- **MSB** – Condizione di massima sollecitazione (zona B): -20°C, manicotto di ghiaccio di 12 mm, 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
- **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 totalmente in "**ZONA B**".

Nel seguente prospetto sono riportati i valori dei tiri in EDS per i conduttori, in valore percentuale rispetto al carico di rottura. Tali valori tengono delle condizioni climatiche particolarmente gravose presenti nell'area di intervento.

- **ZONA B** EDS=14.0% per il conduttore tipo LC 4 conduttore alluminio-acciaio

Il corrispondente valore di EDS per la corda di guardia è stato fissato con il criterio di avere un parametro del 15% più elevato, rispetto a quello del conduttore, nella stessa condizione di EDS, come riportato di seguito:

- **ZONA B** EDS=10.0% per corda di guardia tipo LC 60

Per fronteggiare le conseguenze dell'assestamento dei conduttori, si rende necessario maggiorare il tiro all'atto della posa. Ciò si ottiene introducendo un decremento fittizio di temperatura ($\Delta\theta$) nel calcolo delle tabelle di tesatura:

- -25°C in zona B.

6.6 Capacità di trasporto

La capacità di trasporto dell'elettrodotto è funzione lineare della corrente di fase.

La norma CEI 11-60 definisce le portate di corrente nel periodo caldo e freddo per un conduttore definito "conduttore standard" e applica una serie di coefficienti per gli altri conduttori che tengono conto delle caratteristiche dimensionali, dei materiali e delle condizioni di impiego.

Al conduttore in progetto, corda in alluminio-acciaio del diametro di 40,50mm formazione 54x4,50+19x2,70, sono stati applicati quindi i seguenti coefficienti previsti dalle norme:

Punto 3.1.2 CEI11-60 – Effetto delle dimensioni sulla portata in corrente

Punto 3.1.3 CEI11-60 – Portate in corrente dei conduttori bimetallici alluminio-acciaio

Punto 3.3.1 CEI11-60 – Portate in corrente in funzione del parametro

Punto 3.3.3 CEI11-60 – Portate in funzione dei franchi maggiorati

In base all'applicazione di tali coefficienti la portata di corrente dell'elettrodotto alle condizioni di progetto, ai sensi della norma CEI 11-60, risulta pari a **2.434 Ampere (A)**.

6.7 Sostegni

I sostegni saranno a traliccio e di norma del tipo a delta rovescio a semplice terna di varie altezze secondo le caratteristiche altimetriche del terreno, in angolari di acciaio ad elementi zincati a caldo e bullonati. Gli angolari di acciaio sono raggruppati in elementi strutturali. Il calcolo delle sollecitazioni meccaniche ed il dimensionamento delle membrature è stato eseguito conformemente a quanto disposto dal D.M. 21/03/1988 e le verifiche sono state effettuate per l'impiego sia in zona "A" che in zona "B". Essi avranno un'altezza tale da garantire, anche in caso di massima freccia del conduttore, il franco minimo prescritto dalle vigenti norme; l'altezza totale fuori terra sarà di norma inferiore a 61 m. Nei casi in cui ci sia l'esigenza tecnica di superare tale limite, si provvederà, in conformità alla normativa sulla segnalazione degli ostacoli per il volo a bassa quota, alla verniciatura del terzo superiore dei sostegni e all'installazione delle sfere di segnalazione sulle corde di guardia limitatamente alle campate in cui la fune di guardia eguaglia o supera i 61 m. I sostegni saranno provvisti di difese parasalita. La tipologia dei sostegni con testa a delta rovesciato, proprio in virtù della disposizione orizzontale dei conduttori, consente una drastica riduzione dell'ingombro verticale e quindi dell'impatto visivo ed inoltre, viste le caratteristiche climatiche dell'area, la maggiore separazione orizzontale delle fasi garantisce distanze maggiori in caso di sovraccarichi di neve e ghiaccio sui conduttori.

Per quanto concerne detti sostegni, fondazioni e relativi calcoli di verifica, TERNA si riserva di apportare nel progetto esecutivo modifiche di dettaglio dettate da esigenze tecniche ed economiche, ricorrendo, se necessario, all'impiego di opere di sottofondazione.

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.

L'elettrodotto è realizzato utilizzando una serie unificata di tipi di sostegno, tutti diversi tra loro (a seconda delle sollecitazioni meccaniche per le quali sono progettati) e tutti disponibili in varie altezze (H), denominate 'altezze utili (di norma vanno da 15 a 42 m).

I tipi di sostegno standard utilizzati e le loro prestazioni nominali, in termini di campata media (Cm), angolo di deviazione (δ) e costante altimetrica (K) sono i seguenti:

Sostegni serie unificata semplice terna - ZONA B EDS 20 %

TIPO	ALTEZZA	CAMPATA MEDIA	ANGOLO DEVIAZIONE	COSTANTE ALTIMETRICA
"N" Normale	18 ÷ 42 m	400 m	4°	0,2183
"M" Medio	18 ÷ 54 m	400 m	8°	0,2762
"P" Pesante	18 ÷ 42 m	400 m	16°	0,3849
"V" Vertice	18 ÷ 54 m	400 m	32°	0,3849
"C" Capolinea	18 ÷ 42 m	400 m	60°	0,3849
"E" Eccezionale	18 ÷ 42 m	400 m	100°	0,3849

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:

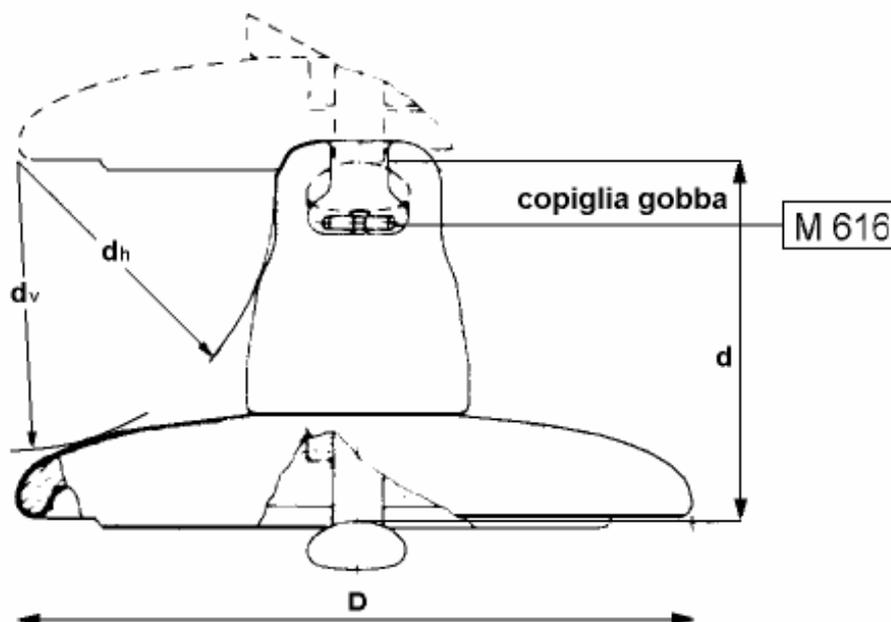
partendo dai valori di Cm, δ e K relativi alle prestazioni nominali, si calcolano le forze (azione trasversale e azione verticale) che i conduttori trasferiscono all'armamento. Successivamente con i valori delle azioni così calcolate, per ogni valore di campata media, si vanno a determinare i valori 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.

6.8 Isolamento

L'isolamento dell'elettrodotto in progetto sarà realizzato con isolatori a cappa e perno in vetro temprato, con carico di rottura di 160, 210 e 320 kN nei tipi "normale", connessi tra loro a formare catene di almeno 14 elementi negli amari e 14 nelle sospensioni. Le catene di sospensione saranno del tipo a V o ad L (semplici o doppie per ciascuno dei rami) mentre le catene in amarro saranno due in parallelo. Le caratteristiche degli isolatori rispondono a quanto previsto dalle norme CEI.

6.8.1 Caratteristiche geometriche

Nelle tabelle LJ1 allegata sono riportate le caratteristiche geometriche tradizionali e le due distanze "dh" e "dv" (vedi figura) atte a caratterizzare il comportamento a sovratensione di manovra sotto pioggia.

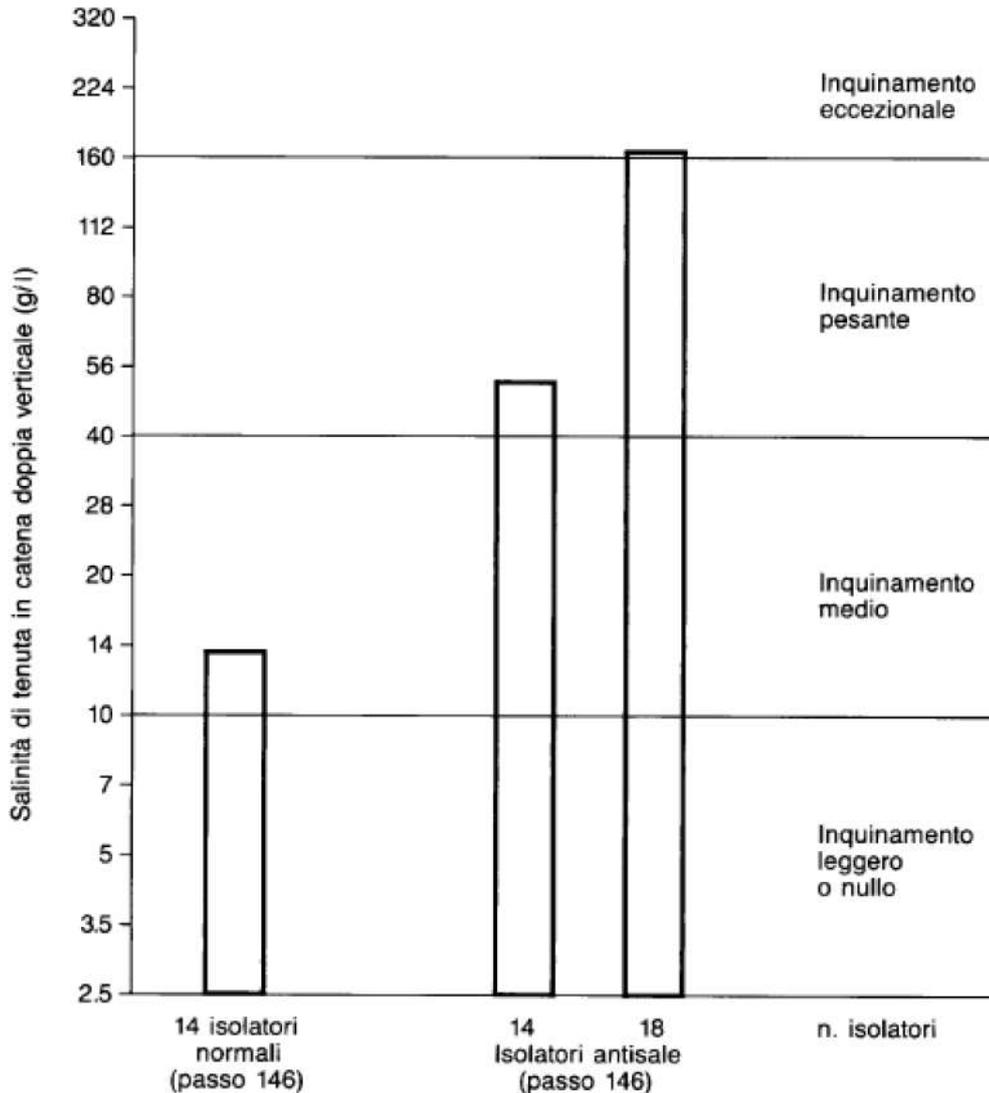


6.8.2 Caratteristiche elettriche

Le caratteristiche geometriche di cui sopra sono sufficienti a garantire il corretto comportamento delle catene di isolatori a sollecitazioni impulsive dovute a fulminazione o a sovratensioni di manovra. Per quanto riguarda il comportamento degli isolatori in presenza di inquinamento superficiale, nelle tabelle LJ1 allegata sono riportate, per ciascun tipo di isolatore, le condizioni di prova in nebbia salina, scelte in modo da porre ciascuno di essi in una situazione il più possibile vicina a quella di effettivo impiego. 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 <p>Occorre che tali zone distino almeno 10-20 km dal mare e non siano direttamente esposte a venti marini (3)</p>	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 producenti 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.



Per le linee che attraversano zone prive di inquinamento atmosferico è previsto l'impiego di catene (di sospensione o di amarro) composto da 14 elementi di tipo "normale".

Tale scelta rimane invariata, come si vede dal diagramma sopra riportato, per inquinamento "molto leggero" e che può essere accettata anche per inquinamento "leggero" (linee a 220 kV) secondo la classificazione riportata nella tabella precedente.

Negli altri casi, al crescere dell'inquinamento o altre situazioni che concorrono ad avere una distanza, maggiore come anche la presenza di accumuli nevosi, può essere valutato e adottato l'aumentare il numero di elementi per catena.

Le caratteristiche della zona interessata dall'elettrodotto in esame sono di inquinamento atmosferico medio e quindi si è scelta la soluzione dei n. 14 isolatori (passo 146) tipo J1/3 (normale) per tutti gli armamenti in sospensione e quella dei n. 14 isolatori (passo 195) tipo J1/6 (normale) per gli armamenti in amarro.

6.9 Morsetteria ed armamenti

Gli elementi di morsetteria 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:

- 160 kN utilizzato per i rami semplici degli armamenti in sospensione.
- 210 kN utilizzato per i rami doppi degli armamenti di sospensione.

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

- 320 kN utilizzato nei rami doppi degli armamenti in amarro.

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 la linea in oggetto si distinguono i tipi di equipaggiamento riportati nella tabella seguente.

EQUIPAGGIAMENTO	CARICO DI ROTTURA (kN)		SIGLA Tipo
	Ramo 1	Ramo 2	
a "V" semplice	160	160	VSS
a "V" doppio	210	210	VDD
a "L" semplice	160	160	LSS
a "L" semplice-doppio	160	210	LSD
a "L" doppio	210	210	LDD
doppio per amarro	2 x 320		DA
ad "I" per richiamo collo morto	30		IR

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).

A seguito delle verifiche di dettaglio, degli armamenti in sospensione, potranno essere utilizzati dei contrappesi agganciati sotto il morsetto di sospensione al fine di rendere stabile la struttura ai fini delle distanze elettriche.

6.10 Fondazioni

Ciascun sostegno è dotato di quattro piedi e delle relative fondazioni.

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

Le fondazioni unificate sono utilizzabili su terreni normali, di buona o media consistenza.

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.

Per il calcolo di dimensionamento sono state 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, tubFix, tiranti in roccia).

Talvolta la scelta della tipologia di fondazione viene valutata in funzione anche delle aree e suoli interessate dai lavori per: gli accessi dei mezzi operativi, la morfologia del terreno, la litologia del terreno, la presenza della falda acquifera, riduzione dei movimenti terra, ed altri elementi che concorrono ad individuare la scelta eventuale di una fondazione di tipologia speciale dedicata.

6.11 Messe a terra dei sostegni

Per ogni sostegno, in funzione della resistività del terreno misurata in sito, viene scelto, in base alle indicazioni riportate nel Progetto Unificato, anche il tipo di messa a terra da utilizzare.

Il Progetto Unificato ne prevede di 6 tipi, adatti ad ogni tipo di terreno. Potranno essere utilizzate anche tipologie di messa a terra speciali.

6.12 Caratteristiche dei componenti

Si faccia riferimento alla consultazione dell'Appendice "B" doc. n. EECR14003BGL10061 "Componenti elettrodotti aerei a 220 kV ST".

7 RUMORE

Si faccia riferimento al paragrafo 7.2 della "Relazione Tecnica Generale" doc. n. RGCR14003BGL10002.

8 INQUADRAMENTO GEOLOGICO PRELIMINARE

Per l'inquadramento geologico dell'area si rimanda alla "Relazione Geologica Preliminare" riportato nel documento in Appendice "D" doc. n. EECR14003BGL10080.

9 TERRE E ROCCE DA SCAVO

Si faccia riferimento all'Appendice "G", "Piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti" Doc n° RGCR14003BIAM02431

10 CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

Per l'analisi e i calcoli relativi all'andamento del campo elettrico e del campo magnetico prodotto si faccia riferimento all'Appendice "E" - "Valutazioni sui valori di induzione magnetica e campo elettrico generati" doc. n. EGCR14003BGL10090.

11 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si faccia riferimento al capitolo 11 della "Relazione Tecnica Generale" doc. n. RGCR14003BGL10002.

12 AREE IMPEGNATE

Si faccia riferimento al capitolo 12 della "Relazione Tecnica Generale" doc. n. RGCR14003BGL10002 e all'Appendice 'A' – Aree potenzialmente impegnate – beni soggetti al vincolo preordinato all'esproprio doc. n. EGCR14003BGL10050.

13 FASCE DI RISPETTO

Si faccia riferimento al capitolo 13 della “Relazione Tecnica Generale” doc. n. RGCR14003BGL10002.

14 SICUREZZA NEI CANTIERI

Si faccia riferimento al capitolo 14 della “Relazione Tecnica Generale” doc. n. RGCR14003BGL10002.