

INTERVENTO F

Elettrodotto aereo in semplice terna 380kV All'Acqua-Pallanzeno

*nel tratto da passo S. Giacomo a Palo n° 19 su stes sa palificata doppia terna con
elettrodotto in semplice terna "All'Acqua-Ponte V.F." a 220 kV*

PIANO TECNICO DELLE OPERE – PARTE PRIMA

RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA



Luca Sabbadini

Storia delle revisioni

Rev.01	del 31/01/2014	Aggiornamento progettuale
Rev.00	del 06/02/2012	Prima emissione

Elaborato		Verificato		Approvato
Mosca L. ING-REA-PRNO		Perosino V. ING-REA-PRNO		Sabbadini L. ING-REA-PRNO

a0210301SR_REV01

INDICE

INDICE	2
1 PREMESSA.....	3
2 MOTIVAZIONI DELL'OPERA.....	3
3 UBICAZIONE DELL'INTERVENTO E OPERE ATTRAVERSATE.....	4
4 DESCRIZIONE DELLE OPERE	4
4.1 VINCOLI.....	8
5 CRONOPROGRAMMA	9
6 CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'OPERA.....	9
6.1 PREMESSA.....	9
6.2 CARATTERISTICHE ELETTRICHE DELL'ELETTRODOTTO	9
6.3 DISTANZA TRA I SOSTEGNI	9
6.4 CONDUTTORI E CORDE DI GUARDIA	10
6.4.1 Stato di tensione meccanica.....	13
6.5 CAPACITÀ DI TRASPORTO.....	15
6.6 SOSTEGNI	15
6.7 ISOLAMENTO	18
Le caratteristiche degli isolatori rispondono a quanto previsto dalle norme CEI.	18
6.7.1 Caratteristiche geometriche.....	18
6.7.2 Caratteristiche elettriche	18
6.8 MORSETTERIA ED ARMAMENTI	21
6.9 FONDAZIONI.....	22
6.10 MESSE A TERRA DEI SOSTEGNI.....	23
6.11 CARATTERISTICHE DEI COMPONENTI.....	23
6.12 TERRE E ROCCE DA SCAVO	23
7 RUMORE.....	23
8 INQUADRAMENTO GEOLOGICO PRELIMINARE.....	24
9 CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI.....	24
10 NORMATIVA DI RIFERIMENTO	24
11 AREE IMPEGNATE.....	24
12 FASCE DI RISPETTO	24
13 SICUREZZA NEI CANTIERI.....	24

1 PREMESSA

Per il presente paragrafo si rimanda al Doc. n. RGRX10004BTO00502 Rev.01 “Relazione tecnica generale”.

2 MOTIVAZIONI DELL’OPERA

L’intervento oggetto del presente documento, denominato “Intervento F: Elettrodotto aereo in semplice terna 380kV All’Acqua-Pallanzeno” consiste nella realizzazione di una semplice terna a 380 kV dal confine svizzero sino alla nuova sezione 380 kV nella SE di Pallanzeno (oggi a 220 kV).

A seguito degli obblighi imposti dalla L.99/09, si è ritenuto opportuno non gravare ulteriormente, laddove possibile, sul territorio della alta Val Formazza (in considerazione del fatto che la nuova infrastruttura deve coesistere sullo stesso territorio già interessato dal Progetto “Razionalizzazione Rete AT nella Val Formazza”) e, pertanto, nel tratto da passo S. Giacomo al palo n° 19 la terna a 380 kV (oggetto del presente Intervento F) viene progettata sulla stessa palificata doppia terna con elettrodotto in semplice terna "All’Acqua-Ponte V.F."a 220 kV (cfr Intervento A di Progetto “Razionalizzazione Rete AT nella Val Formazza”).

Per ulteriori chiarimenti sulle motivazioni del presente “Intervento F”, si rimanda al Doc. n. RGRX10004BTO00502 Rev.01 “Relazione tecnica generale”. Paragrafo “MOTIVAZIONI DELL’OPERA” e al Doc. n. RGRX10004BTO00001 Rev.01.

Con la nuova configurazione di rete, a valle degli interventi previsti nei progetti “Interconnector Svizzera – Italia” e “Razionalizzazione Rete AT nella Val Formazza” si realizzerà:

- la direttrice a 380 kV All’Acqua – Pallanzeno, dedicata specificamente all’importazione;
- la direttrice 220 kV All’Acqua – Ponte - Verampio – Pallanzeno, al servizio della produzione locale.

A sud di Pallanzeno, l’energia verrà dirottata verso Baggio tramite la nuova linea in corrente continua a 350 kV “Pallanzeno – Baggio” (che andrà a sostituire le esistenti linee 220 kV T.223 Pallanzeno - Magenta e linea 220 kV T.228 Magenta – Baggio).

La linea utilizzerà tutto materiale classe 380 kV, adatto sia per condizioni climatiche ad Alto, Medio Sovraccarico (in rapporto alle rigide situazioni climatiche date dalle quote altimetriche interessate dal tracciato linea) e sia a Norme Cei.

3 UBICAZIONE DELL'INTERVENTO E OPERE ATTRAVERSATE

L'opera in oggetto, denominata semplice terna "380kV All'Acqua-Pallanzeno" costituisce la direttrice a 380 kV che dalla SE All'Acqua "Svizzera"-Verampio" si collega alla nuova sezione 380 kV prevista in SE di Pallanzeno.

Di seguito vengono indicati i Comuni interessati dall'opera in oggetto:

REGIONE	PROVINCIA	COMUNE
PIEMONTE	VERBANO-CUSIO-OSSOLA	Formazza Nota: nel tratto da passo S. Giacomo a Palo n°19, la terna a 380 kV (oggetto del presente <u>Intervento F</u>) viene progettata sulla stessa palificata doppia terna con elettrodotto in semplice terna "All'Acqua-Ponte V.F." a 220 kV (cfr <u>Intervento A</u> di Progetto "Razionalizzazione Rete AT nella Val Formazza")
		Premia
		Montecrestese
		Masera
		Trontano
		Beura - Cardezza
		Villadossola
		Pallanzeno

L'elenco delle opere attraversate (unicamente per la parte di variante) con il nominativo delle Amministrazioni competenti è riportato nell'elaborato Doc. n°EGRX10004BTO00510 Rev.01 (Elenco opere attraversate – Piemonte a Nord di Pallanzeno). Gli attraversamenti principali sono altresì evidenziati anche nella Corografia assi di progetto con attraversamenti in scala 1:10.000 - Piemonte a Nord di Pallanzeno, Doc. n. DGRX10004BTO00507 Rev.01 allegata.

4 DESCRIZIONE DELLE OPERE

Con riferimento alla corografia allegata, il tracciato ha inizio al Passo S.Giacomo, in arrivo dalla Svizzera.

Dal Passo San Giacomo, le due terne (380 kV di Interconnector e 220 kV Razionalizzazione Val Formazza), poste su un'unica palificata in doppia terna, proseguono verso sud, superando da est il lago Toggia, posizionandosi a mezza costa tra il Lago del Toggia e i Laghi Boden, a quota di circa 2300 m. In tal modo, il tracciato si discosta dall'attuale linea esistente 220 kV Passo San Giacomo – Ponte, al fine di allontanare l'infrastruttura dalle zone più fruite dal punto di vista turistico (SS. Passo San Giacomo, Lago e Rifugio Toggia), localizzate sul lato ovest del Lago Toggia e da poter essere nascoste alla vista da Riale.

Fino al sostegno n. 11, il tracciato si mantiene pressoché a quota costante, dopo di che, in vicinanza del Lago Castel, la linea si porta a quota di circa 2600 m.

In questo tratto, la morfologia permette campate quasi tutte senza deviazione di asse linea, abbastanza equilibrate (avanti – indietro lo stesso sostegno), senza forti dislivelli.

Proseguendo verso sud, in prossimità del Lago Nero è localizzato il sostegno P.19 (ultimo sostegno doppia terna), in corrispondenza del quale la terna “380 kV All’Acqua-Pallanzeno” si separa dalla terna “220 kV All’Acqua-Ponte”

Da questo punto in poi, le terne, appartenenti a progetti differenti, proseguono completamente indipendenti.

(NOTA: per la maggiore comprensione delle motivazioni tecniche che hanno portato a scegliere la palificata doppia terna vedere quando già riportato nel documento RGRX10004BTO00502 Rev.01 “Relazione tecnica generale”).

Come già avvenuto per il Progetto “Razionalizzazione Rete AT nella Val Formazza”, la necessità di rimanere a quote elevate si spiega analizzando l’orografia del territorio, costituito da un’alternanza di ampi valloni, trasversali rispetto alla valle principale, intervallati da creste rocciose piuttosto instabili, oltre a numerose aree soggette a valanghe e dissesti che rendono difficile la localizzazione di luoghi sicuri per i sostegni.

La linea, in singola terna 380 kV, prosegue quindi in direzione sud, con un percorso circa parallelo alla linea in singola terna 220 kV del Progetto “Razionalizzazione Rete AT nella Val Formazza”, rimanendo generalmente, rispetto a quest’ultima, ad una quota superiore e variando localmente il proprio percorso in corrispondenza di passaggi particolarmente difficili. A tale proposito, meritano attenzione i seguenti punti:

- Valle di Stivello: si tratta di una valle molto ampia, soggetta a scariche di valanghe; dal momento che la terna 220 kV “Ponte V.F.-Verampio” occupa le uniche posizioni percorribili in mezza costa, è stato necessario spostare il tracciato della terna 380 kV “All’acqua-Pallanzeno” oltre i 2000 m di quota, realizzando obbligatoriamente campate molto corte prima e dopo l’attraversamento della valle, ottenuto con una campata da circa 620 m;
- Valle della Foglia: superata la valle di Stivello, si presenta un territorio piuttosto difficile che comporta la realizzazione di alcune campate corte (circa 200 m); segue poi la valle della Foglia, che impone la realizzazione di una campata da circa 750 m;
- Massiccio del Cramec: proseguendo verso sud, si incontra il massiccio del Cramec la cui particolare forma costringe a posizionare dei sostegni in posti alquanto difficili, sfruttando i pochi appoggi sicuri dal punto di vista della stabilità delle fondazioni e dello scorrimento della neve;

prima della salita del Cramec si ha necessità di posizionare i sostegni più alti della linea: ciò è dovuto essenzialmente a due motivi:

1. il sostegno n.48 (altezza utile = 60 m ; altezza totale 71,5 m) è posizionato appena superato un alto sperone di roccia (sulla sinistra del sostegno)

2. il sostegno n.49 (altezza utile = 57 m ; altezza totale 68,5 m) è posizionato appena sulla prima “piazzola” utile che permette poi la salita sul Cramec

La campata tra questi due sostegni (lunghezza 922 m) è una delle più lunghe della linea; la necessità di questa campata (e dei due sostegni così alti) è dovuta a:

- impossibilità di superare, in altro modo, lo sperone di roccia indietro sostegno n.30
- impossibilità di mettere sostegni intermedi per discariche di neve, pietrame sciolto, area di formazione valanghe
- necessità di mantenere l’asse linea (e quindi anche il conduttore) distante dalla parete di roccia da cui si generano le discariche di pietre e massi

I due sostegni sono comunque posizionati in aree difficilmente accessibili, esterni a possibili “aree di escursioni” e la loro altezza, seppur ragguardevole, difficilmente si proietta sul cielo, in quanto sovrastati da pareti di roccia che costituiscono lo sfondo naturale ai sostegni.

- Passo del Groppo: tale passo coincide con il superamento dello spartiacque; da tale punto in poi, le linee 380 kV “All’Acqua-Pallanzeno” e 220 kV “Ponte V.F.-Verampio” corrono parallele, posizionate in Valle Cravariola, parallela alla valle del Toce, e in particolare sul versante che pende verso il confine di Stato; ne consegue che esse non risultano visibili dalla valle del Toce;
- Passo della Fria, che delimita a sud la Valle Cravariola. Tale valle è posizionata ad est della Val Formazza e risulta quasi disabitata e non servita alcuna viabilità. In tal modo, il tratto della variante risulta nascosto rispetto ai punti di visuale da fondovalle.
- Il tracciato prosegue in direzione sud, passando ad ovest del Lago di Matogno, e delle relative baite. Dal momento che si tratta di una località rilevante dal punto di vista paesaggistico, il tracciato scelto (in direzione nord-sud) è ritenuto preferibile, perché minimizza il consumo di territorio (un passaggio ad est dell’alpe comporterebbe una “curva” di notevoli dimensioni che accerchierebbe per metà l’alpe stessa) e l’impatto visivo (il tracciato è posizionato più in alto di oltre 100m rispetto all’alpe, in modo da essere alle spalle dell’osservatore che, dall’alpe, guarda la vallata).

Proseguendo verso sud, il tracciato perde progressivamente quota, attraversando spesso valloni molto ampi, che costringono a realizzare campate da oltre 750m, con conseguenti difficoltà tecniche legate alle condizioni di carico extranorme (condizioni simili a quelle adottate nei tratti di tracciato precedenti):

- campata sulla Valle Isorno: 899m;
- campata oltre la Cima d’Agaro (tra sostegni P.85 e P.86): 893m

Il territorio interessato lungo buona parte del tracciato è caratterizzato da attraversamenti di ampi valloni e costoni particolarmente scoscesi: queste condizionano campate particolarmente lunghe seguite da campate molto corte; frequentissime sono le deviazioni di asse linea; ciò che condiziona la scelta del tracciato è anche la necessità di trovare “piazzole” naturali per il posizionamento dei

sostegni Tale caratteristica è riscontrabile lungo pressoché tutto il tracciato, fino alla discesa su Pallanzeno.

Dopo una serie di campate piuttosto lunghe, i pali P.103 e P.104 distano fra loro di soli 92m. Essi sono infatti posizionati a quota di circa 1670m su una sella naturale tra la Cima la Sella e la Croce di Rovareccio. Un ulteriore punto critico si incontra nella discesa e nell'attraversamento della Val Vigezzo, in territorio di Masera: dal sostegno P.108 il tracciato devia al fine di allontanarsi dalle numerose baite sparse e allo stesso tempo evitare una vasta frana ("La Rovina") che comincia da quota 1150m e giunge quasi in fondo alla valle, a quota 650m; l'attraversamento della Val Vigezzo è stato scelto, al fine di ridurre la visibilità (e quindi l'impatto complessivo) in area dove la viabilità (SS 237) percorre la valle in tratto di galleria; dopo la campata di attraversamento della Val Vigezzo (circa 1012m), il tracciato piega verso ovest, per aggirare il rilievo montuoso che si trova a sud dell'abitato di Trontano.

La linea prosegue poi verso sud, attraversando un territorio montuoso con valli piuttosto contorte, che impongono l'alternanza tra alcune campate relativamente corte e altre più lunghe, di attraversamento delle valli, fino al palo P.140, dal quale comincia la discesa in Val d'Ossola verso la stazione elettrica di Pallanzeno. La discesa è effettuata sfruttando la valle del rio Cuzzego, al fine di mantenere il tracciato equidistante dalle case sparse della frazione Chiesa e dal nucleo abitato della frazione Cuzzego (frazioni del Comune di Beura-Cardezza).

Dal sostegno P.150 al P.153, la linea ripercorre sostanzialmente l'asse della linea 220 kV Verampio-Pallanzeno (oggetto di delocalizzazione, cfr Intervento G sempre di Progetto Interconnector), sfruttando il varco della linea esistente. Nello specifico, sarà riutilizzato l'esistente sostegno P.65 della attuale linea 220 kV T.225 Verampio-Pallanzeno, dal momento che tale sostegno è della serie 380 kV, tipo capolinea. L'attraversamento delle due linee ferroviarie (verso il Sempione e verso lo scalo merci di Beura) avviene nella campata tra i sostegni P.151 e P.152, mentre l'attraversamento del Toce avviene tra i sostegni P.152 e P.153.

Il sostegno P.152 si trova sulla sponda sinistra del Toce, in una posizione ritenuta sicura, considerando i seguenti fattori:

- posizione del sostegno più alta di 3-4 m rispetto al letto del Toce
- zona in cui l'alveo del Toce presenta un naturale allargamento, che, in caso di piena, limiterebbe l'entità dell'esondazione
- zona fittamente boscata, segno del fatto che, in caso di esondazione, non è interessata da scorrimento di acqua.

Il sostegno P.153 è stato posizionato in modo da conciliare i seguenti fattori:

- posizionare il sostegno in zona sicura in caso di piena del Toce
- mantenere il più possibile la distanza di rispetto dalla strada SS.33 del Sempione (distanza sostegno: 40m dal bordo strada).

È stata considerata inoltre la necessità di attraversare la SS.33 del Sempione con un angolo il più ortogonale possibile (per limitare l'interferenza).

I successivi due sostegni P.154 e P.155 sono stati posizionati secondo i seguenti criteri:

- avvicinarsi il più possibile all'area della stazione di conversione, per recare il minore sacrificio possibile alle proprietà
- mantenere le distanze prescritte dalla norma dai 3 metanodotti presenti nell'area.

Infine, il tracciato (con il sostegno P.156) si approssima alla nuova sezione a 380 kV della Stazione di Pallanzeno attraversando, nell'ordine, il canale di scarico della centrale di Villadossola, la linea 132 kV T.469 Villadossola–Pallanzeno, la linea ferroviaria e la strada provinciale tra Pallanzeno e Villadossola.

I sostegni P. 152, 153, 154, 155, 156 sono previsti del tipo tubolare-monostelo: anche per questo motivo sono ritenuti maggiormente compatibili (rispetto alla tipologia a traliccio) nelle posizioni P. 152 e P.153 per l'attraversamento del Toce.

Tutti gli altri sostegni sono previsti del tipo a traliccio.

Lo sviluppo complessivo del tracciato dal confine Passo San Giacomo fino alla nuova sezione a 380 kV della S.E. di Pallanzeno ha una lunghezza di circa 55 km, così distribuiti:

Comune	Percorrenza (km)
Formazza	16.3
Premia	4.7
Montecrestese	15.5
Masera	4.5
Trontano	7.2
Beura - Cardezza	5.2
Villadossola	1.2
Pallanzeno	0.4
TOT.	55,0

4.1 VINCOLI

Il tracciato dell'elettrodotto non ricade in zone sottoposte a vincoli aeroportuali.

Per quanto riguarda i vincoli ambientali, paesaggistici e idro-geologici, si fa riferimento ai relativi elaborati contenuti nello Studio di Impatto Ambientale.

5 CRONOPROGRAMMA

Il programma dei lavori è illustrato nel Doc. n. DGRX10004BTO00900 Rev.01 allegato.

6 CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'OPERA

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.

L'elettrodotto sarà costituito da una palificazione a semplice terna armata con tre fasi e due corde di guardia dal sostegno P.20 fino al raggiungimento del sostegno capolinea (in SE Pallanzeno).

Dal Confine Passo San Giacomo a P.19 i sostegni sono previsti del tipo doppia terna; pertanto in questo tratto i sostegni sosterranno sei fasi (tre fasi per questa terna 380 kV di "Interconnecor" e tre fasi per la terna 220 kV di "Razionalizzazione Rete AT nella Val Formazza") e una corde di guardia.

6.2 CARATTERISTICHE ELETTRICHE DELL'ELETTRODOTTO

Le caratteristiche elettriche dell'elettrodotto sono le seguenti:

Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	380 kV
Corrente nominale	1500 A
Potenza nominale	1000 MVA

La portata in corrente in servizio normale del conduttore sarà conforme a quanto prescritto dalla norma CEI 11-60, per elettrodotti a 380 kV in zona B.

6.3 DISTANZA TRA I SOSTEGNI

La distanza tra due sostegni consecutivi dipende fortemente dall'orografia del terreno e dall'altezza utile dei sostegni impiegati; mediamente in condizioni normali, si ritiene possa essere pari a 340 m.

Tuttavia, occorre specificare che tale valore non è assolutamente rappresentativo della reale distribuzione dei sostegni, per quanto detto al paragrafo 4 della presente relazione.

6.4 CONDUTTORI E CORDE DI GUARDIA

Premesso che la linea dovrà operare in aree posizionate a quote altimetriche comprese tra:

✓ Passo San Giacomo	2300 m slm
✓ attraversamento Corno Talli	2600 m slm
✓ Alpe Tamia	2000 m slm
✓ attraversamento valle Stivello	2100 m slm
✓ attraversamento Corno di Cramec	2700 m slm
✓ attraversamento Passo del Groppo	2500 m slm
✓ attraversamento valle Cravariola	2250 m slm
✓ attraversamento Passo della Fria	2500 m slm
✓ Cima la Sella	1672 m slm
✓ Alpe Provo	1226 m slm
✓ S.E. Pallanzeno	228 m slm

caratterizzate da aree esposte a forti precipitazioni nevose, con molte campate esposte a forti raffiche di vento, diventa indispensabile avere un conduttore che resista ai previsti sovraccarichi di neve, ghiaccio, vento, basse temperature.

Le condizioni climatiche dell'area interessata dalla presente opera possono essere assimilate (almeno per il primo tratto) a quelle già ipotizzate nel progetto "Razionalizzazione Rete AT nella Val Formazza", di cui il presente progetto costituisce una continuazione.

Le condizioni climatiche adottate nel progetto sono state desunte dal documento originale per la tesatura della linea T.220 esistente "All'Acqua-Ponte", definite per il conduttore alluminio-acciaio diametro 26,90 mm, sezione 428,19 mm² e la corda di guardia acciaio diametro 11,50 mm , sezione 78,94 mm²:

	ipotesi ambientali Progetto e Tesatura T.220 esistente	Riferimento alla Norma CEI attualmente in vigore (Zona climatica "B")
vento	65 km/h	65 km/h
spessore manicotto di ghiaccio	30 mm	12 mm
temperatura minima	-20 °C	-20 °C

Come si evince dal confronto, per la esistente T.220, in fase di progetto e tesatura, era già stato considerato uno spessore di manicotto di ghiaccio maggiorato.

Nel tempo, la scelta si è dimostrata tecnicamente valida: non si sono riscontrate rotture di conduttori / corde di guardia a causa di sovraccarico di ghiaccio.

Considerando la posizione del nuovo asse linea del progetto (altimetria decisamente maggiore ed esposizione a forti venti) è presumibile, quindi, che la condizione climatica sia più difficile. In mancanza di documentazione storica e di dettaglio sui dati climatici delle aree interessate dai nuovi tracciati, si sono ipotizzate delle condizioni ambientali di "Alto sovraccarico".

Tornando invece al presente progetto, il primo tratto della linea dal confine Passo San Giacomo fino alla Val Vigezzo, è localizzato nella stessa area climatica del progetto "Razionalizzazione Rete AT nella Val Formazza", per cui verranno adottate le stesse condizioni di carico ad "Alto sovraccarico". Proseguendo verso sud, la linea si porta a quote sempre più basse e vengono percorsi versanti con una maggiore esposizione al sole.

Ne consegue che, per massimizzare lo sfruttamento dei materiali, al diminuire del sovraccarico si aumenta il tiro dato al conduttore, espresso in percentuale del carico di rottura (%Kr).

Condizione climatica di Alto sovraccarico

⇒ il vento	varia	da	0	km/h	a	150	km/h
⇒ lo spessore manicotto di ghiaccio	varia	da	30	mm	a	50	mm
⇒ la temperatura minima	varia	da	-5	°C	a	-30	°C

Condizione climatica di Medio sovraccarico

⇒ il vento	varia	da	0	km/h	a	150	km/h
⇒ lo spessore manicotto di ghiaccio	varia	da	12	mm	a	30	mm
⇒ la temperatura minima	varia	da	-5	°C	a	-30	°C

	ipotesi ambientali Progetto nuovi assi linea (Alto sovraccarico) Conduttore 56.26mm Parametro MFB=1050m (→12,6-16,3%Kr in EDS)					ipotesi ambientali Progetto nuovi assi linea (Medio sovraccarico) Conduttore binato 40.5mm 15% → 18Kr in EDS					ipotesi ambientali Progetto come da Norma CEI attualmente in vigore (Zona climatica "B") Conduttore binato 40.5mm 20Kr in EDS
	0	65	65	130	150	0	65	130	130	150	65
Vento (km/h)	0	65	65	130	150	0	65	130	130	150	65
spessore manicotto di ghiaccio (mm)	50	45	12	35	30	30	25	20	15	12	12
temperatura minima (°C)	-5	-10	-20	-20	-30	-5	-10	-15	-20	-30	-20

Nel progetto "Razionalizzazione Rete AT nella Val Formazza", per le linee in alta montagna è stato utilizzato il conduttore singolo alluminio-acciaio diametro 56,26 mm (sezione 1656 mm²).

In considerazione del fatto che il presente progetto forma un corridoio energetico in alta quota, andando quindi ad interessare le stesse aree climatiche, anche per la linea in oggetto si sceglie di utilizzare lo stesso conduttore singolo alluminio-acciaio diametro 56,26 mm, fino all'attraversamento della Val Vigezzo (zona ad "Alto sovraccarico"). Ciascun conduttore di energia sarà costituito da una corda di alluminio-acciaio, composta da n. 150 fili di alluminio del diametro 3,75 mm (sezione totale alluminio 1656 mm²) e da n. 37 fili di acciaio del diametro di 2,68 mm, con un diametro complessivo di 56,26 mm.

Il carico rottura teorico del conduttore sarà di 53.280 daN. (vedere tavola LC3 Doc. n. EERX10004BTO00505).

Nella zona a "Medio sovraccarico" verrà installato il conduttore binato da 40.5mm di diametro, tirato dal 15%Kr al 18%Kr in funzione delle zone climatiche (ad un tiro minore corrispondono condizioni climatiche più severe). Ciascun conduttore di energia sarà costituito da una corda di alluminio-acciaio, composta da n. 54 fili di alluminio del diametro 4.50 mm (sezione totale alluminio 858.8 mm²) e da n. 19 fili di acciaio del diametro di 2.70 mm, con un diametro complessivo di 40.5 mm.

Il carico rottura teorico del conduttore sarà di 27430 daN. (vedere tavola LC4 Doc. n. EERX10004BTO00505)

Anche nel tratto a "Norme CEI zona B" (da discesa verso il Toce fino a Pallanzeno) verrà installato il conduttore binato da 40.5 mm di diametro, con tiro orizzontale al 20%Kr.

Il materiale dei sostegni e degli armamenti sarà in classe 380 kV della serie "Alto Sovraccarico" e "Medio Sovraccarico", in modo da garantirne la stabilità strutturale in condizioni di montagna particolarmente severe, mentre il tratto di linea dopo la Val Vigezzo e fino all'attraversamento alla discesa verso il Toce saranno sostegni a traliccio e armamenti tradizionali della serie 380 kV semplice terna; l'attraversamento del Toce e della valle da P.152 a P.156 (in arrivo a Pallanzeno) sarà realizzato – come già precedentemente detto – con sostegni tubolari monostelo ST 380 kV.

I conduttori avranno un'altezza da terra non inferiore a metri 12, arrotondamento per accesso di quella massima prevista dall'art. 2.1.05 del D.M. 16/01/1991.

L' elettrodotto sarà inoltre equipaggiato con la corda di guardia destinata, oltre che a proteggere l'elettrodotto stesso dalle scariche atmosferiche, a migliorare la messa a terra dei sostegni. Tale corda di guardia, in acciaio rivestito di alluminio del diametro di 20,30 mm e sezione di 245,50 mm², sarà costituita da n. 37 fili del diametro di 2,91 mm (vedere tavola LC53 Doc. n. EERX10004BTO00505).

Il carico di rottura teorico della corda di guardia sarà di 29.673 daN.

In alternativa è possibile l'impiego di una corda di guardia in alluminio-acciaio con fibre ottiche, del diametro di 17,9 mm (vedere tavola LC 60 Doc. n. EERX10004BTO00505) da utilizzarsi per il sistema di protezione, controllo e conduzione degli impianti.

6.4.1 Stato di tensione meccanica

Trattandosi di una linea esposta a condizioni ambientali eccezionali anche i criteri di progettazione variano passando dalla condizione base “EDS” alla condizione base “MFB” per minimizzare la variazione dello stato di tensione meccanica nei conduttori, garantendo allo stesso tempo:

- il franco minimo sul terreno ed opere attraversate
- la tensione minima nel conduttore - e corda di guardia – nelle condizioni di verifica più gravose, essendo queste tutte derivate dalla condizione base MFB.

Nelle altre condizioni derivate 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; in più, nel caso della linea in oggetto devono essere verificate le condizioni eccezionali “Alto Sovraccarico” e “Medio Sovraccarico”, oltre alle normali condizioni di Zona “B”

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
- **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

Oltre alle ipotesi sopra elencate, che sono definite dalla normativa, sono state introdotte nuove ipotesi di verifica eccezionali:

Alto sovraccarico

⇒ il vento	varia	da	0	km/h	a	150	km/h
⇒ lo spessore manicotto di ghiaccio	varia	da	30	mm	a	50	mm
⇒ la temperatura minima	varia	da	-5	°C	a	-30	°C

Medio sovraccarico

⇒ il vento	varia	da	0	km/h	a	150	km/h
⇒ lo spessore manicotto di ghiaccio	varia	da	12	mm	a	30	mm
⇒ la temperatura minima	varia	da	-5	°C	a	-30	°C

Queste nuove ipotesi di verifica determinano il dimensionamento meccanico di tutti i componenti della linea.

Pertanto per l'insieme delle condizioni di verifica, la condizione base di progetto della linea per il tratto con conduttore alluminio-acciaio 56.26 mm viene assunta:

ZONA B + "AS": condizione base di progetto **MFB** → parametro conduttore 1050 m
→ costante per tutti i valori di campata

equivalente

a cui corrispondente il tiro orizzontale in MFB di 6623 daN pari al 12,51 % del carico di rottura Kr.

Conseguentemente:

il tiro orizzontale in EDS varia da 8625 daN (16,28 % Kr → campata equivalente di 150 m)
a 6672 daN (12,60 % Kr → campata equivalente di 950 m)

La condizione base di progetto della linea per il tratto con conduttore binato alluminio-acciaio 40.5 mm vengono assunte le seguenti condizioni:

ZONA B + "MS"1: condizione base di progetto **EDS** → **pari al 15 % del carico di rottura Kr**
a cui corrispondente il tiro orizzontale in EDS di 4115 daN

ZONA B + "MS"2: condizione base di progetto **EDS** → **pari al 18 % del carico di rottura Kr**
a cui corrispondente il tiro orizzontale in EDS di 4937 daN

Nel tratto a **"Norme CEI zona B"**: condizione base di progetto **EDS** → **pari al 20% carico di rottura Kr**
a cui corrispondente il tiro orizzontale in EDS di 5486 daN

Analogamente, anche per la corda di guardia i criteri di progetto e verifica seguono i criteri già utilizzati per il conduttore.

In ogni caso dovrà essere garantita la necessità di avere il parametro della corda di guardia del 6-10% più elevato rispetto a quello del conduttore nella stessa condizione di verifica; questo al fine di garantire i franchi elettrici conduttore-corda e, al tempo stesso, permettere alla fune la sua funzione di “parafulmine” nei confronti del conduttore.

Per fronteggiare le conseguenze dell’assestamento dei conduttori, si rende necessario aumentare il tiro all’atto della posa. Ciò si ottiene introducendo un decremento fittizio di temperatura ($\Delta\theta$ nel calcolo delle tabelle di tesatura) pari a 30-50°C.

Tale valore, molto più elevato del valore di pretensione normalmente utilizzata per il conduttore alluminio-acciaio diametro 31.5 mm che assume normalmente i valori di :

- -16°C in zona A
- -25°C in zona B

trova motivazione :

- nella maggiore dimensione del conduttore che sarà utilizzato in questo progetto (alluminio-acciaio diametro 56.26 mm o binato 40.5mm)
- nei valori particolarmente elevati dei tiri assiali che si generano nel conduttore del progetto; questo tiro assiale elevato è generato dal tiro orizzontale dovuto alle condizioni ambientali più gravose, ma soprattutto dalla componente verticale ovvero dai forti dislivelli delle campate, caratteristiche di queste linee.

6.5 CAPACITÀ DI TRASPORTO

La capacità di trasporto dell’elettrodotto è funzione lineare della corrente di fase. Il conduttore in oggetto corrisponde al “conduttore standard” preso in considerazione dalla Norma CEI 11-60, nella quale sono definite anche le portate nei periodi caldo e freddo.

Il progetto dell’elettrodotto in oggetto è stato sviluppato nell’osservanza delle distanze di rispetto previste dalle Norme vigenti, sopra richiamate, pertanto le portate in corrente da considerare sono le stesse indicate nella Norma CEI 11-60.

6.6 SOSTEGNI

I sostegni (semplice terna del tipo a delta), saranno 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”, sia per sopportare i sovraccarichi maggiorati previsti per condizioni ambientali eccezionali (definite di “Alto Sovraccarico” e “Medio Sovraccarico”).

Essi avranno un'altezza tale da garantire, anche in caso di massima freccia del conduttore, il franco minimo prescritto dalle vigenti norme. 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.

I sostegni saranno provvisti di difese parasalita.

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'elettrodotti 380 kV sarà realizzato utilizzando una serie speciale di tipi di sostegno (definita serie 380 kV "*Alto Sovraccarico*" e "*Medio Sovraccarico*"), 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 48 m, con alcuni allungati speciali fino a 60 m).

I tipi di sostegno utilizzati e le loro prestazioni nominali riferiti alla zona B + le condizioni ambientali eccezionali, con riferimento al conduttore utilizzato.

TIPO SOSTEGNI (semplice terna Alto Sovraccarico) (semplice terna Medio Sovraccarico)	ALTEZZA SERIE	CAMPATA MEDIA	ANGOLO DEVIAZIONE	COSTANTE ALTIMETRICA
“AG” amarro di linea	21 ÷ 48 m	650 m	60°00'	0,5278
“AG” amarro capolinea	21 ÷ 48 m	400 m	0°00'	0,0000
“GSA” amarro rompi tratta	21 ÷ 48 m	600 m	50°00'	0,3539
“GSV” sospensione pesante	21 ÷ 48 m	600 m	30°00'	0,3539
“G1” sospensione intermedia	15 ÷ 48 m	630 m	25°00'	0,3990
“G2” sospensione leggera	15 ÷ 48 m	450 m	8°00'	0,3263

TIPO SOSTEGNI (semplice terna Zona B - EDS 20 %)	ALTEZZA	CAMPATA MEDIA	ANGOLO DEVIAZIONE	COSTANTE ALTIMETRICA
“N” Normale	18 ÷ 42 m	400 m	4°10'	0,2276
“M” Medio	18 ÷ 54 m	400 m	8°22'	0,2895
“V”Vertice	18 ÷ 54 m	400 m	32°	0,3825
“C”Capolinea	18 ÷ 42 m	400 m	60°	0,3825
“E” Eccezionale	18 ÷ 42 m	400 m	75°	0,3825

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 C_m , 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 C_m , δ e K , ricade o meno all'interno dell'area delimitata dal diagramma di utilizzazione stesso.

Viste le limitazioni di prestazione meccanica di tale tipologia, ciascun sostegno e la relativa fondazione sono calcolati ad hoc uno ad uno tenendo conto delle specifiche caratteristiche plano-altimetriche del terreno che ospiterà il sostegno.

Per la visualizzazione dello schema del sostegno vedere l'elaborato Doc. n° EERX10004BTO00505 "Caratteristiche componenti parte aerea" allegato.

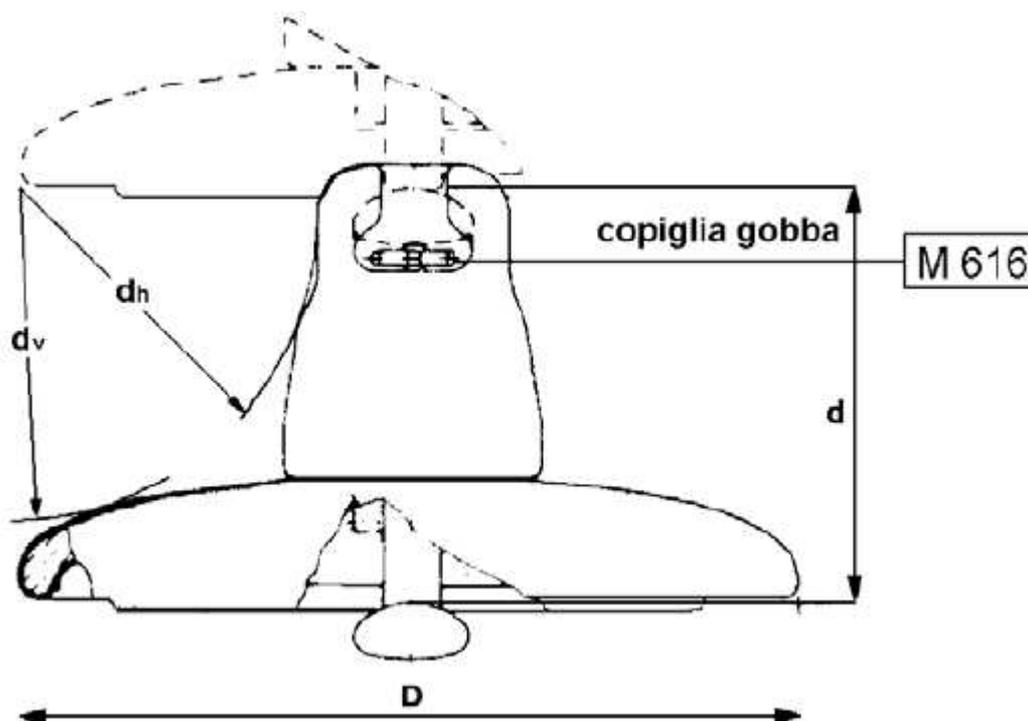
6.7 ISOLAMENTO

L'isolamento degli elettrodotti, previsto per una tensione massima di esercizio di 420 kV, sarà realizzato con isolatori a cappa e perno in vetro temprato, con carico di rottura di 160, 210 e 400 kN connessi tra loro a formare catene di almeno 19 elementi negli amari e 21 nelle sospensioni.

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

6.7.1 Caratteristiche geometriche

Nelle tabelle UXLJ1 e LJ2 allegate sono riportate le caratteristiche geometriche tradizionali ed inoltre le due distanze "dh" e "dv" (vedi figura seguente) atte a caratterizzare il comportamento a sovratensione di manovra sotto pioggia.



6.7.2 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.

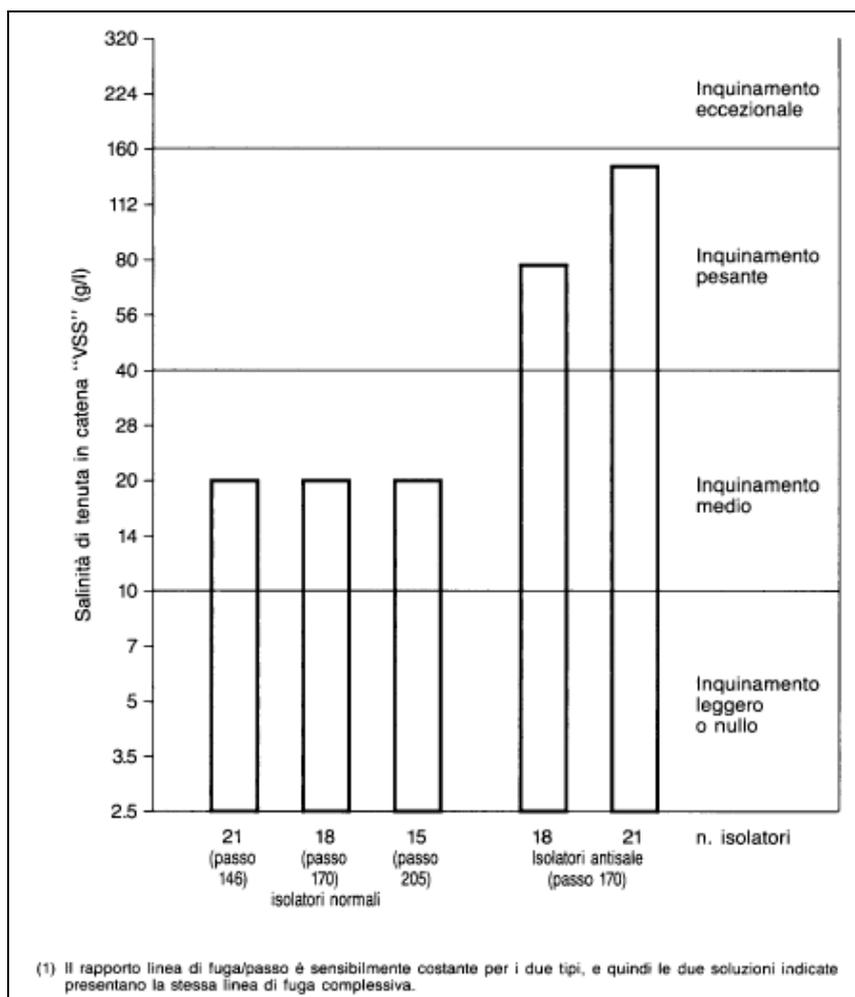
Per quanto riguarda il comportamento degli isolatori in presenza di inquinamento superficiale, nelle tabelle UXLJ1 e LJ2 allegate sono riportate, per ciascun tipo di isolatore, le condizioni di prova in

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 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.



Il numero degli elementi può essere aumentato fino a 21 (sempre per ciò che riguarda gli armamenti VSS) coprendo così quasi completamente le zone ad inquinamento "pesante". In casi eccezionali si potranno adottare soluzioni che permettono l'impiego fino a 25 isolatori "antisale" da montare su speciali sostegni detti a "isolamento rinforzato". Con tale soluzione, se adottata in zona ad inquinamento eccezionale, si dovrà comunque ricorrere ad accorgimenti particolari quali lavaggi periodici, ingrassaggio, ecc.

Le considerazioni fin qui esposte vanno pertanto integrate con l'osservazione che gli armamenti di sospensione diversi da VSS hanno prestazioni minori a parità di isolatori. E precisamente:

- gli armamenti VDD, LSS, LDS presentano prestazioni inferiori di mezzo gradino della scala di salinità
- gli armamenti LSD, LDD (di impiego molto eccezionale) presentano prestazioni di inferiori di 1 gradino della scala di salinità.
- gli armamenti di amarro, invece, presentano le stesse prestazioni dei VSS.

Tenendo presente, d'altra parte, il carattere probabilistico del fenomeno della scarica superficiale, la riduzione complessiva dei margini di sicurezza sull'intera linea potrà essere trascurata se gli armamenti indicati sono relativamente pochi rispetto ai VSS (per esempio 1 su 10). Diversamente se ne terrà conto nello stabilire la soluzione prescelta (ad esempio si passerà agli "antisale" prima di quanto si sarebbe fatto in presenza dei soli armamenti VSS).

Le caratteristiche della zona interessata dall'elettrodotto in esame sono di inquinamento atmosferico leggero o nullo e quindi si è scelta la soluzione dei 21 isolatori (passo 146) tipo J1/3 (normali) per gli armamenti in sospensione e quella dei 18 isolatori (passo 170) tipo J1/4 (normali) per gli armamenti in amarro. Qualora i valori di carico trasmessi dal conduttore alle morse ed agli isolatori lo richiedano, si provvederà a utilizzare gli isolatori tipo J1/4 per le sospensioni e tipo J1/5 per gli amarri, o ad incrementare il numero di catene per ramo e posizionare i doppi morsetti.

6.8 MORSETTERIA ED ARMAMENTI

Gli elementi di morsetteria per linee a 380 kV “Alto sovraccarico” e tradizionali 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:

- 360 kN utilizzato per le morse di sospensione
- 360 kN utilizzato per i rami semplici degli armamenti di sospensione.
- 210 kN utilizzato nei rami doppi degli armamenti di sospensione (doppio morsetto sospensione)
- 550 kN utilizzato per le morse di amarro
- 400 kN utilizzato per ogni ramo degli armamenti di amarro (nel caso di doppia catena)
- 210 kN utilizzato per ogni ramo degli armamenti di amarro (nel caso di tripla catena)

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

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 380 kV si distinguono i tipi di equipaggiamento riportati nella tabella seguente.

EQUIPAGGIAMENTO	CARICO DI ROTTURA (kN)		SIGLA
	Ramo 1	ramo 2	
a “I” semplice	210		IS
a “I” doppio	210 x 2		ID
a “V” semplice	210	210	VSS
a “V” doppio	210 x 2	210 x 2	VDD
a “L” semplice-	210	210	LSS
a “L” doppio	210 x 2	210 x 2	LDD
triplo per amarro	3 x 210		TA
triplo per amarro rovescio	3 x 210		TAR
doppio per amarro	2 x 400		DA
doppio per amarro rovescio	2 x 400		DAR
ad “I” per richiamo collo morto	160		IR
a “V” semplice per richiamo collo morto	160	160	VR

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).

6.9 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 da:

- 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 ad hoc.

6.10 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.

6.11 CARATTERISTICHE DEI COMPONENTI

Si rimanda alla consultazione dell'elaborato Doc. n. EERX10019BTO00505 Rev.01 "Caratteristiche Componenti Linee"

6.12 TERRE E ROCCE DA SCAVO

Si rimanda al corrispondente elaborato già contenuto nello Studio di Impatto Ambientale (SIA).

7 RUMORE

La produzione di rumore da parte di un elettrodotto in esercizio è dovuta essenzialmente a due fenomeni fisici: il vento e l'effetto corona. Il vento, se particolarmente intenso, può provocare il "fischio" dei conduttori, fenomeno peraltro locale e di modesta entità. L'effetto corona, invece, è responsabile del leggero ronzio che viene talvolta percepito nelle immediate vicinanze dell'elettrodotto.

Per quanto riguarda l'emissione acustica di una linea a 380 kV di configurazione standard, misure sperimentali effettuate in condizioni controllate, alla distanza di 15 m dal conduttore più esterno, in condizioni di simulazione di pioggia, hanno fornito valori pari a 40 dB(A).

Occorre rilevare che il rumore si attenua con la distanza in ragione di 3 dB(A) al raddoppiare della distanza stessa e che, a detta attenuazione, va aggiunta quella provocata dalla vegetazione e/o dai manufatti. In queste condizioni, tenendo conto dell'attenuazione con la distanza, si riconosce che già a poche decine di metri dalla linea risultano rispettati anche i limiti più severi tra quelli di cui al D.P.C.M. marzo 1991, e alla Legge quadro sull'inquinamento acustico (Legge n. 447 del 26/10/1995).

Confrontando i valori acustici relativi alla rumorosità di alcuni ambienti tipici (rurale, residenziale senza strade di comunicazione, suburbano con traffico, urbano con traffico) si constata che tale rumorosità ambientale è dello stesso ordine di grandezza, quando non superiore, dei valori indicati per una linea a 380 kV. Considerazioni analoghe valgono per il rumore di origine eolica.

Per una corretta analisi dell'esposizione della popolazione al rumore prodotto dall'elettrodotto in fase di esercizio, si deve infine tenere conto del fatto che il livello del fenomeno è sempre modesto e che l'intensità massima è legata a cattive condizioni meteorologiche (vento forte e pioggia battente) alle quali corrispondono una minore propensione della popolazione alla vita all'aperto e l'aumento del

naturale rumore di fondo (sibilo del vento, scroscio della pioggia, tuoni). Fattori, questi ultimi, che riducono sia la percezione del fenomeno che il numero delle persone interessate.

8 INQUADRAMENTO GEOLOGICO PRELIMINARE

Si rimanda al corrispondente elaborato già contenuto nello Studio di Impatto Ambientale (SIA).

9 CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

Si rimanda al relativo paragrafo dell'elaborato Doc. n. RG RX 10004 B CC 00001.

10 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si rimanda al relativo paragrafo dell'elaborato Doc. n. RG RX 10004 B CC 00001.

11 AREE IMPEGNATE

Si rimanda al relativo paragrafo dell'elaborato Doc. n. RG RX 10004 B CC 00001.

12 FASCE DI RISPETTO

Si rimanda al relativo paragrafo dell'elaborato Doc. n. RG RX 10004 B CC 00001.e al documento "Calcoli C.E.M." Doc. n EGRX10004BTO00810

13 SICUREZZA NEI CANTIERI

Si rimanda al relativo paragrafo dell'elaborato Doc. n. RG RX 10004 B CC 00001.