

Intervento L:

Elettrodotto 350kV CC Pallanzeno-Baggio

**PIANO TECNICO DELLE OPERE – PARTE PRIMA
RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA**



Storia delle revisioni

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

Elaborato		Verificato		Approvato
Mosca Luca SRI-PRTO		Perosino Vincenzo Marzinotto Massimo		Guarniere M.R. Spezie Roberto

a02IO301SR_REV01

INDICE

INDICE.....	2
1 PREMESSA.....	3
2 MOTIVAZIONI DELL'OPERA	3
3 UBICAZIONE DELL'INTERVENTO E OPERE ATTRAVERSATE	3
4 DESCRIZIONE DELLE OPERE	5
4.1 VINCOLI	6
5 CRONOPROGRAMMA.....	6
6 CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'OPERA	7
6.1 PREMESSA.....	7
6.2 CARATTERISTICHE ELETTRICHE DELL'ELETTRODOTTO	7
6.3 DISTANZA TRA I SOSTEGNI	8
6.4 CONDUTTORI E CORDE DI GUARDIA	8
6.4.1 Stato di tensione meccanica.....	8
6.5 CAPACITÀ DI TRASPORTO.....	9
6.6 SOSTEGNI.....	9
6.7 ISOLAMENTO	13
6.7.1 Caratteristiche geometriche.....	13
6.7.2 Caratteristiche elettriche	13
6.8 MORSETTERIA ED ARMAMENTI	14
6.9 FONDAZIONI.....	14
6.10 MESSE A TERRA DEI SOSTEGNI.....	15
6.11 CARATTERISTICHE DEI COMPONENTI.....	15
6.12 TERRE E ROCCE DA SCAVO	15
7 RUMORE	15
8 INQUADRAMENTO GEOLOGICO PRELIMINARE	15
9 CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	15
10 NORMATIVA DI RIFERIMENTO	15
11 AREE IMPEGNATE	16
12 FASCE DI RISPETTO	16
13 SICUREZZA NEI CANTIERI.....	16

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 L – Elettrodotto 350 kV CC Pallanzeno-Baggio” consiste nella ricostruzione dell’attuale linea 220 kV T.223 Pallanzeno - Magenta e della linea 220 kV T.228 Magenta – Baggio in un nuovo asse a 350 kV, esercito in corrente continua.

Per le motivazioni generali dell’opera si rimanda alla Relazione Generale.

Con specifico riferimento alle opere oggetto del presente Piano Tecnico delle Opere, nuovo elettrodotto 350 kVcc “Pallanzeno- Baggio”, esso si rende necessario per consentire il trasporto fino ai centri di grande consumo carico dell’incremento della capacità di import proveniente dalla Svizzera, determinato dalle opere previste nel presente progetto, tenendo in considerazione gli attuali flussi di energia costituiti da:

- collegamenti di interconnessione 220 kV esistenti
- produzioni idroelettriche locali

Nel valutare le varie soluzioni, la migliore opzione è sembrata la ricostruzione delle attuali linee 220 kV DT ammazettata “Pallanzeno – Magenta” e DT 220 kV “Magenta – Baggio”, con un doppio bipolo aereo in corrente continua a 350 kV.

La nuova linea in corrente continua sarà realizzata per lo più utilizzando lo stesso asse dei due collegamenti 220 kV, ovvero discostandosene al massimo per una distanza di circa 40 m, e sarà connessa alla rete in alta tensione alternata tramite due stazioni di conversione di cui una vicino all’attuale stazione elettrica di Pallanzeno e l’altra nei pressi dell’attuale stazione elettrica di Baggio.

La soluzione scelta consente essere consente di:

- ▶ minimizzare la richiesta di nuove parti del territorio da impegnare per la realizzazione delle opere: le varianti rispetto all’assi esistenti sono limitate alla risoluzione di particolari criticità puntuali;
- ▶ ridurre l’impatto ambientale dal punto di vista dell’inquinamento elettromagnetico, in quanto la componente principale delle grandezze dei campi elettrico e magnetico è di tipo statico

3 UBICAZIONE DELL’INTERVENTO E OPERE ATTRAVERSATE

L’opera in oggetto, denominata “Intervento L – Elettrodotto 350 kV CC Pallanzeno-Baggio” costituisce parte integrante dell’interconnessione, finalizzata al trasporto dell’energia trasportata dalla nuova linea di cui all’Intervento F del presente PTO e dalla produzione locale smistata dalla nuova rete a 220 kV locale. La linea collegherà due stazioni di trasformazione “corrente alternata / corrente continua” di cui la prima situata nei pressi dall’attuale stazione elettrica di Pallanzeno (Comuni di Pallanzeno e di Villa d’Ossola, Provincia del Verbano-Cusio-Ossola, Regione Piemonte), mentre la seconda sarà situata nei pressi

dell'attuale stazione elettrica di Baggio (Comune di Settimo Milanese, Provincia di Milano, Regione Lombardia). Il tracciato si svilupperà prevalentemente lungo gli assi delle attuali linee 220 kV T.223 "Pallanzeno-Magenta" e T. 228 "Magenta-Baggio".

A valle della costruzione tali linee potranno essere dismesse.

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

REGIONE	PROVINCIA	COMUNE
PIEMONTE	VERBANO-CUSIO-OSSOLA	Pallanzeno
		Beura - Cardezza
		Vogogna
		Premosello-Chiovenda
		Anzola
		Ornavasso
		Gravellona Toce
		Mergozzo
		Verbania
		Baveno
		Stresa
		Gignese
		Brovello-Carpugnino
	NOVARA	Massino Visconti
		Nebbiuno
		Meina
		Arona
		Comignano
		Veruno
		Agrate Conturbia
		Divignano
		Marano Ticino
		Mezzomerico
Oleggio		
Bellinzago Novarese		
Cameri		
LOMBARDIA	MILANO	Nosate
		Turbigo
		Castano Primo
		Robecchetto con Induno
		Cuggiono
		Bernate Ticino
		Boffalora sopra Ticino
		Mesero
		Mercallo con Casone
		Magenta
		S. Stefano Ticino
		Corbetta
		Vittuone
		Sedriano
		Bareggio
		Cornaredo
		Cusago
Settimo Milanese		

L'elenco delle opere attraversate è riportato nell'elaborato Doc. n° EGRX10004BTO00511 Rev.01 (Elenco opere attraversate – Piemonte a Sud di Pallanzeno) e EGRX10004BTO00512 Rev.01 (Elenco opere attraversate – Lombardia). Gli attraversamenti principali sono altresì evidenziati anche nella Corografia assi di progetto con attraversamenti in scala 1:10.000 - Piemonte a Sud di Pallanzeno, Doc. n. DGRX10004BTO00508 Rev.01 nella corografia in scala 1:10.000 - Lombardia, Doc. n. DGRX10004BTO00509 Rev.01 allegata.

4 DESCRIZIONE DELLE OPERE

Con riferimento alla corografia allegata, il tracciato ha inizio dalla stazione di conversione di Pallanzeno, a quota di circa 230 m slm. La linea si porta in sinistra del Toce, attraversando la statale del Sempione e il fiume. Il nuovo tracciato è posizionato accanto al vecchio (linea T.223 "Pallanzeno - Magenta"), in un intorno di circa 40m dall'asse. Dal palo P.007, la linea si porta in quota, sul versante in sinistra orografica, raggiungendo quota di circa 820 m slm, per poi ridiscendere in fondo valle tra gli abitati di Vogogna e Premosello-Chiovenda. La linea attraversa il fondovalle, portandosi in destra orografica, attraversando nell'ordine la ferrovia del Sempione, la linea 132 kV Pallanzeno – Gravellona, il Toce (pali P.024 e P.025) e la statale del Sempione. Il tracciato si porta quindi sul versante sopra Anzola, in affiancamento alla linea 132 kV "Pallanzeno – Omegna". Dal sostegno P.40 in poi, per circa 2.7 km, la linea si posiziona tra i due assi a 132 kV "Pallanzeno – Omegna" e "Pallanzeno – Gravellona", di recente costruzione, fino a dopo Ornavasso, quando viene attraversato il fondo della valle.

Un punto di particolare attenzione risulta essere l'attraversamento della linea 132 kV "Gravellona – Verbania", che al momento passa sopra alla linea esistente a 220 kV "Pallanzeno – Magenta", oggetto di riclassamento. In proposito, per quanto riguarda l'intervento sulla linea 132 kV "Gravellona – Verbania", si prevede di operare una variante per soluzione dell'interferenza, rimanendo nei limiti di una procedura di Dichiarazione di Inizio Attività.

La linea, attraversa quindi l'area industriale di Gravellona, sfruttando il varco mantenuto dalla linea esistente, per poi salire, dal palo P.061, sul Mottarone. Questo risulta essere un tratto piuttosto impegnativo dal punto di vista tecnico, data la natura montuosa delle aree. Procedendo verso sud, la linea si avvicina gradatamente al Lago Maggiore, attraversando zone di elevato pregio paesaggistico e zone residenziali che godono di ampie visuali verso il lago (dall'area di Nebbiuno all'area di Arona). Lungo tale tratto, si è deciso di ripercorrere strettamente il tracciato esistente, in modo da non occupare nuovi territori e verrà valutata la possibilità di utilizzo di sostegni tubolari, a basso impatto visivo. A sud dell'abitato di Arona la linea attraversa il parco dei Lagoni di Mercurago lungo il tracciato esistente, poco prima dell'attraversamento della linea 132 kV "Borgotocino – Arona". La linea prosegue verso sud, lungo l'asse esistente, con spostamenti limitati alla risoluzione di criticità puntuali come nel caso dei sostegni P.148 e P.149, dove l'asse si discosta di circa 70m dall'esistente, al fine di un più agevole posizionamento dei sostegni, lontano dalle abitazioni. La linea attraversa zona rurali, fino ad arrivare nei

pressi di Oleggio, dove piega leggermente verso ovest, per passare tra gli abitati di Oleggio e Bellinzago, in una zona con abitazioni sparse.

Proseguendo in direzione sud-est, il tracciato passa a nord dell'aeroporto militare di Cameri, per poi affiancarsi alla linea 380 kV "Mercallo – Turbigo". In questo punto, al fine di posizionare i sostegni in luoghi più protetti rispetto a quelli dell'attuale linea 220 kV che sono ubicati a ridosso dell'argine del Ticino (tre sostegni a circa 30m dall'argine del fiume; di cui due su argini a protezione di un punto di battuta dell'acqua, sul lato esterno delle curve del fiume), si è scelto di affiancare la nuova linea al lato sud della linea 380 kV "Mercallo – Turbigo", anche se ciò comporta l'interessamento dell'area militare.

Passato il Ticino, la linea entra in Regione Lombardia, attraversando un'ampia zona di cava di estrazione della ghiaia a nord di Turbigo. Vengono quindi attraversate ampie aree con abitazioni sparse, in cui la linea verrà ricostruita nello stesso varco mantenuto dal tracciato esistente, fino all'affiancamento con la linea 380 kV Turbigo – Baggio. Nei pressi del territorio di Bernate Ticino, dove le due linee camminano parallele alla distanza di circa 50m, si avrà cura di allineare i sostegni, in modo da minimizzare l'impatto visivo del complesso.

A circa 110 m dall'ultimo sostegno della linea 220 kV Pallanzeno – Magenta, la nuova linea si discosta dal tracciato esistente (che entra nella stazione di Magenta), per portarsi sul tracciato della linea 220 kV Magenta – Baggio. Anche per questo tratto, si sfrutterà il varco creato da una linea esistente (da demolire) per il posizionamento della nuova linea in corrente continua. Lungo tutto il tracciato, la linea corre da ovest ad est, circa parallela alla linea esistente 380 kV Turbigo – Baggio, attraversando prima zone di abitato sparso del Comune di Corbetta, poi zone prevalentemente agricole, fino alla nuova stazione di conversione che sarà realizzata nei pressi della stazione di Baggio.

Per quanto riguarda la compatibilità del tracciato linee ed il territorio (vedere cartografia riportante gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica vigenti ed esecutivi, i vincoli ambientali, paesaggistici e idro-geologici) si fa riferimento ai relativi elaborati contenuti nello Studio di Impatto Ambientale.

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 armata con 4 conduttori a fascio di polo e da 2 conduttori a fascio di guardia, dal sostegno P.01 fino al raggiungimento del sostegno capolinea.

6.2 CARATTERISTICHE ELETTRICHE DELL'ELETTRODOTTO

E' prevista la realizzazione di n°2 sistemi di trasmissione HVDC.

Ciascun sistema è costituito da n°2 stazioni di conversione, collegate tra loro da n°2 linee DC (2 coppie di poli) ad alta tensione. Ogni linea sarà pertanto esercita con un polo a tensione positiva (+350 kVcc) e un polo a tensione negativa (-350 kV).

Le linee di polo saranno alloggiare sulla stessa palificata, prevalentemente utilizzando preferenzialmente sostegni tubolari mono-stelo. Laddove le condizioni non lo consentano sono previsti sostegni del tipo tronco-piramidali, realizzati con angolari di acciaio ad elementi zincati a caldo e bullonati.

Ogni polo sarà costituito da un fascio di n°2 conduttori realizzati con corde alluminio-acciaio con un diametro della corda di 40,5 mm.

Sulla stessa palificata, nella parte più alta, saranno installate anche n°2 conduttori di guardia aventi la funzionalità di schermatura contro le fulminazioni dirette dei poli (sottostanti) e per consentire il ritorno di corrente nelle condizioni di emergenza quando uno dei poli di una linea è fuori servizio. Per il ritorno di corrente ogni conduttore di guardia deve essere in grado di trasportare una corrente uguale a quella trasportata da un polo consentendo in tal modo un ritorno di corrente in condizioni di emergenza per ogni linea. I conduttori di guardia saranno isolati verso terra con un isolamento equivalente a quello della media tensione per evitare la dispersione di corrente durante il funzionamento di emergenza. Ogni conduttore di guardia sarà realizzato in realtà da un fascio di n°2 conduttori realizzati con corde alluminio-acciaio con un diametro della corda di 26.9 mm.

Di seguito si riportano le caratteristiche elettriche principali, riferite ad un singolo sistema di trasmissione HVDC:

Caratteristiche principali sistema in corrente continua	
Potenza	vedere paragrafo 6.5 CAPACITÀ DI TRASPORTO
Tensione	± 350 kVcc
Numero di linee d'energia	2
Numero di poli per linea	2
Numero di conduttori per polo	2
Numero di ritorni metallici	2
Numero di conduttori per ogni ritorno metallico	2
Tecnologia di Conversione	VSC

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 270 m. Tuttavia, occorre specificare che tale valore non è assolutamente rappresentativo della reale distribuzione dei sostegni, dal momento che la linea attraversa territori eterogenei, in cui la lunghezza delle campate dovrà essere modulata in funzione dei vari obiettivi (attraversamento delle valli, in zone montuose, e contenimento dell'altezza dei sostegni in zone pianeggianti).

6.4 CONDUTTORI E CORDE DI GUARDIA

Fino al raggiungimento dei sostegni capolinea, ciascun polo della linea sarà costituito da n°2 conduttori di energia realizzati da una corda di alluminio-acciaio con un diametro complessivo di 40,50 mm (sezione 967.6 mm²).

Il carico di rottura teorico del conduttore sarà di 27430 daN.

La linea sarà equipaggiata con 2 funi di guardia, che serviranno anche come ritorno metallico in caso di indisponibilità di una delle linee di polo. Ciascuna di queste funi sarà costituita da 2 conduttori di alluminio-acciaio del diametro complessivo di 26,9 mm.

I franchi minimi dei conduttori da terra sono riferiti al conduttore in massima freccia a 75°C.

In ogni caso i conduttori avranno un'altezza da terra non inferiore a metri 15.

6.4.1 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
- **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**”

6.5 CAPACITÀ DI TRASPORTO

Il conduttore del fascio di polo (40.5 mm) ha una portata di 1253 A con il metodo di Shurig e Frick con irraggiamento solare di 1000 W/m² ammettendo una temperatura massima del conduttore di 75 °C, temperatura ambiente di 30 °C e velocità del vento 2 km/h. Pertanto con il polo costituito da 2 conduttori da 40.5 mm sarà possibile il transito di 2506 A (potenza trasmissibile continuativa in bipolare: 1754 MW). Il conduttore della fune di guardia (26.9 mm) ha una portata di 719 A con il metodo di Shurig e Frick con irraggiamento solare di 1000 W/m² ammettendo una temperatura massima del conduttore di 75 °C, temperatura ambiente di 30 °C e velocità del vento 2 km/h. Pertanto con la fune di guardia costituita da 2 conduttori da 26.9 mm sarà possibile il transito di 1438 A (potenza trasmissibile continuativa in monopolare con una fune di guardia: 503 MW)

6.6 SOSTEGNI

Trattandosi di una linea di nuova concezione, verranno utilizzati sostegni ad hoc, il grado di soddisfare le esigenze di stabilità della linea. I sostegni saranno del tipo tubolare e a traliccio di tipo tronco-piramidale. I sostegni avranno due mensole per parte ognuna dedicata a sorreggere un polo I sostegni saranno dotati di cimino, alla cui estremità verrà posizionata una piccola trave orizzontale, con lo scopo di

sorreggere le 2 funi di guardia (lato ognuna costituita da un fascio di 2 conduttori) la cui funzionalità è duplice: schermatura dei conduttori di polo dalle fulminazioni dirette e ritorno metallico, in caso di indisponibilità di un polo per linea. Per garantire il funzionamento con “ritorno metallico” nelle condizioni di emergenza, le funi dovranno essere isolate con un isolamento di media tensione. Tale isolamento oltre garantire dispersioni delle correnti verso terra in condizioni di ritorno metallico, garantisce comunque sempre la funzionalità di schermaggio contro le fulminazioni dirette ai conduttori di polo e a migliorare la tenuta degli isolamenti di polo contro le sovratensioni atmosferiche. Infatti la sovratensione che si origina a seguito di un fulmine sulla fune o sul sostegno è in grado di provocare il temporaneo cedimento dell'isolamento delle funi verso il sostegno per un tempo sostanzialmente equivalente a quello di persistenza della corrente di fulmine.

I sostegni saranno di varie altezze secondo le caratteristiche altimetriche del terreno, in elementi zincati a caldo e bullonati. Ogni sostegno è costituito da un numero diverso di elementi strutturali in funzione della sua altezza. Il calcolo delle sollecitazioni meccaniche ed il dimensionamento degli elementi sarà eseguito conformemente a quanto disposto dal D.M. 21/03/1988 e le verifiche sarà effettuato 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 funi di guardia, limitatamente alle campate in cui la fune di guardia eguaglia o supera i 61 m.

I sostegni saranno provvisti di sistemi antiscalata.

Per quanto concerne detti sostegni, fondazioni e relativi calcoli di verifica, TERNA si riserva di redigere nel progetto esecutivo i disegni di dettaglio, rispondenti alle esigenze tecniche ed economiche, ricorrendo, se necessario, all'impiego di opere di sottofondazione.

Ciascun sostegno si può considerare composto dagli elementi strutturali: mensole, parte comune, tronchi, base e piedi. 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 (presenti solo nei sostegni a traliccio), 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 sarà quindi realizzato utilizzando una serie 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'.

I tipi di sostegno standard utilizzati e le loro prestazioni nominali, con riferimento al conduttore utilizzato alluminio-acciaio Φ 40,5 mm, in termini di campata media (Cm), angolo di deviazione (δ) e costante altimetrica (K) sono i seguenti:

ZONA B EDS 20 %

TIPO	ALTEZZA	CAMPATA MEDIA	ANGOLO DEVIAZIONE	COSTANTE ALTIMETRICA
"L" Leggero	21 ÷ 45 m	300 m	0°45'	0,1655
"N" Normale	21 ÷ 45 m	350 m	4°10'	0,2276
"M" Medio	21 ÷ 45 m	400 m	8°22'	0,2895
"P" Pesante	21 ÷ 48 m	400 m	16°	0,3825
"AL" Amarro leggero	21 ÷ 57 m	400 m	32°	0,3825
"AM" Amarro medio	21 ÷ 57 m	500 m	60°	0,3825
"AP" Amarro pesante	21 ÷ 57 m	600 m	100°	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.

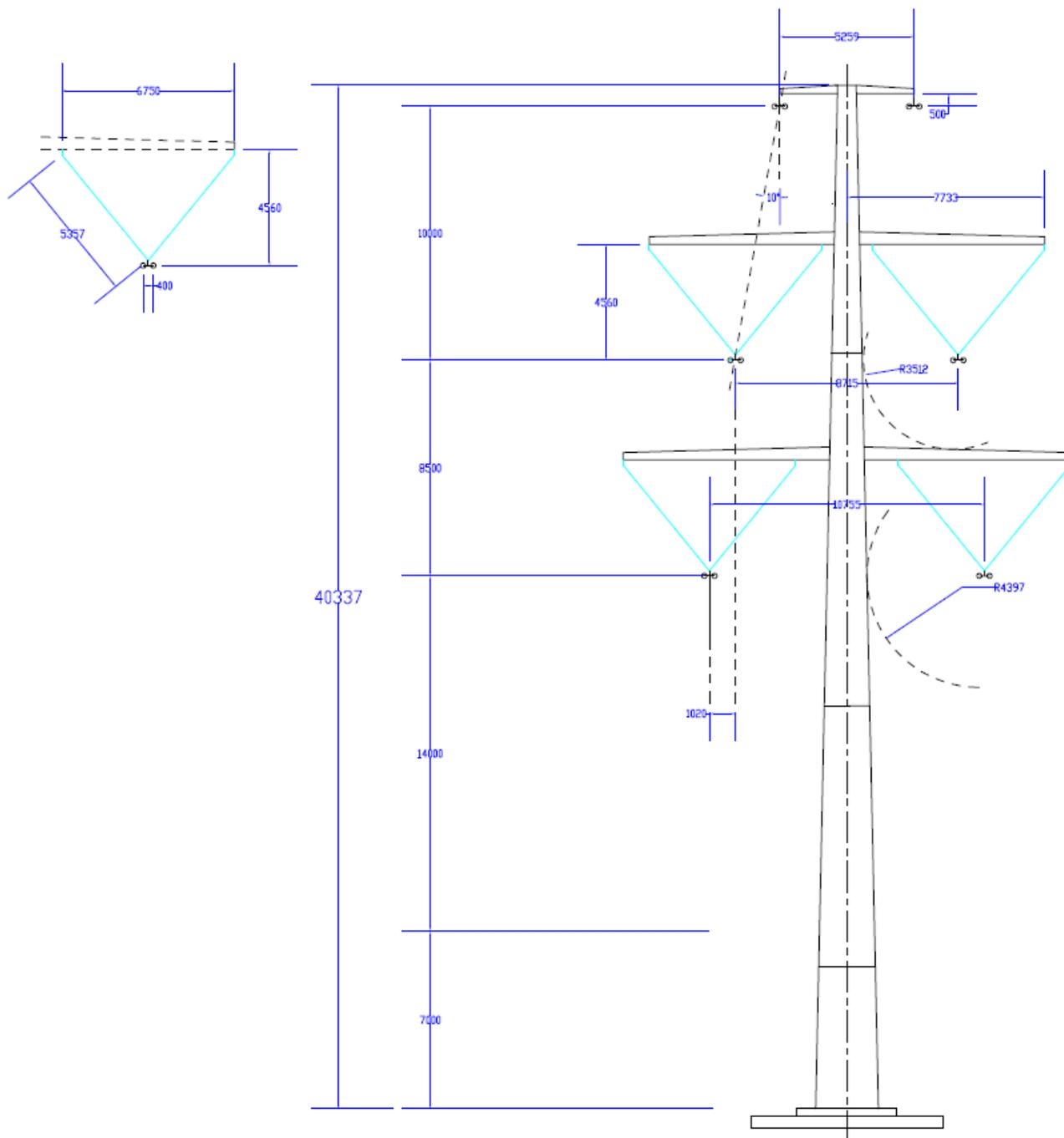
Successivamente con i valori delle azioni così calcolate, per ogni valore di campata media, si vanno a determinare i valori di δ e K che determinano azioni di pari intensità.

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.

A titolo puramente indicativo, per la linea in oggetto si prevede che circa l'80% dei sostegni sarà di tipo tubolare monostelo, mentre il rimanente 20% sarà del tipo a traliccio. L'impiego dei tubolari sarà concentrato specialmente nelle zone ad alta visibilità, ferme restando le necessità di stabilità meccanica della linea, per cui potrebbe rivelarsi necessario l'impiego di tralicci.

Di seguito è riportato lo schematico di questo tipo di sostegno:



Schematico di tubolare monostelo (per corrente continua)

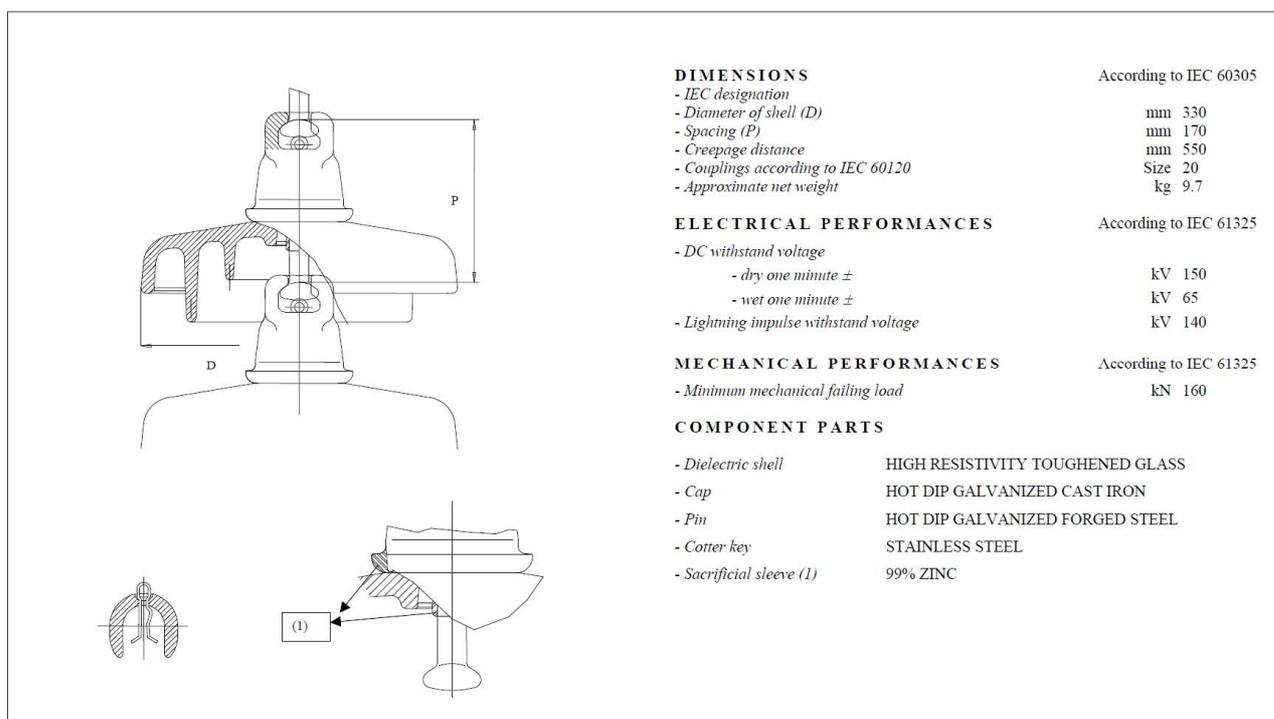
6.7 ISOLAMENTO

L'isolamento degli elettrodotti, previsto per la tensione massima di esercizio, sarà realizzato con isolatori a cappa e perno in vetro temprato, con carico di rottura adeguato alle sollecitazioni previste, connessi tra loro a formare catene di almeno 23 elementi. Il numero degli elementi potrà aumentare di qualche unità in alcune sezioni di linea in relazione all'inquinamento dovuto a polveri presenti nell'aria nella zona attraversata.

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

6.7.1 Caratteristiche geometriche

Si riporta di seguito, a titolo esemplificativo, la geometria di un isolatore per corrente continua.



6.7.2 Caratteristiche elettriche

Le caratteristiche 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. Ad ogni modo in parallelo alle catene di isolatori saranno installate racchette e/o corna spinterometriche per dare una via preferenziale di richiusa dell'arco elettrico in concomitanza di guasti e forti fulminazioni.

Per quanto riguarda il comportamento degli isolatori in presenza di inquinamento superficiale, le aree interessate risultano essere ad inquinamento leggero o medio.

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.

In funzione delle caratteristiche della zona interessata dall'elettrodotto, si è scelta la soluzione dei 23 isolatori (passo 170mm) con carico di rottura 160 kN. Qualora i valori di carico trasmessi dal conduttore alle morse ed agli isolatori lo richiedano, si provvederà a utilizzare gli isolatori con carico di rottura 210 kN o superiore, o ad incrementare il numero di catene per ramo e posizionare i doppi morsetti.

La disposizione delle catene di isolatori nei sostegni in sospensione sarà del tipo a "V".

6.8 MORSETTERIA ED ARMAMENTI

Gli elementi di morsetteria saranno 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:

La scelta degli equipaggiamenti viene effettuata, per ogni singolo sostegno, 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).

In generale, si prevedono unicamente due tipi di armamento:

- armamento a "V" di sospensione;
- armamento di amarro.

6.9 FONDAZIONI

La linea utilizzerà:

- sostegni a traliccio per zone montuose
- sostegni tubolari per zone di fondovalle o con piccoli dislivelli.

Le tipologie di fondazione previste saranno:

- sostegni a traliccio
 - pali trivellati
 - Tubfix;
- sostegni tubolari
 - monoblocco di fondazione
 - monoblocco di fondazione su pali trivellati

Per il calcolo di dimensionamento saranno 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 sarà determinato in funzione delle azioni agenti sul sostegno.

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 Terna, anche il tipo di messa a terra da utilizzare.

Il Progetto Unificato Terna ne prevede di 6 tipi, adatti ad ogni tipo di terreno. Nelle circostanze eccezionali di terreni altamente resistivi potranno essere installati contrappesi per aumentare l'affidabilità di linea alle fulminazioni.

6.11 CARATTERISTICHE DEI COMPONENTI

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

6.12 TERRE E ROCCE DA SCAVO

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

7 RUMORE

Si rimanda all'elaborato Doc. n. RGRX10004BCC00001

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.

13 SICUREZZA NEI CANTIERI

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