

**Razionalizzazione e sviluppo
della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN)
nella media valle del Piave**

**PIANO TECNICO DELLE OPERE – PARTE PRIMA
RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA
Direttrice 220KV Polpet - Scorzè**



Storia delle revisioni

Rev. 00	Del 15/09/2010	Prima emissione
------------	-------------------	-----------------

Elaborato		Verificato		Approvato
Carraretto F. AOT PD UPRI Lin		Montagner G. AOT UPRI Lin		Ferracin N. AOT PD UPRI

m010CI-LG001-r02

INDICE

1	PREMESSA	3
2	MOTIVAZIONI DELL'OPERA	3
3	UBICAZIONE DELL'INTERVENTO	3
3.1	OPERE ATTRAVERSATE.....	3
4	DESCRIZIONE DELLE OPERE	4
4.1	VINCOLI.....	7
4.2	DISTANZE DI SICUREZZA RISPETTO ALLE ATTIVITA' SOGGETTE A CONTROLLO PREVENZIONE INCENDI	8
5	CRONOPROGRAMMA	8
6	CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE OPERE	8
6.1	PREMESSA.....	8
6.2	CARATTERISTICHE ELETTRICHE DELL'ELETTRODOTTO	9
6.3	DISTANZA TRA I SOSTEGNI	9
6.4	CONDUTTORI E CORDE DI GUARDIA	9
6.4.1	Stato di tensione meccanica.....	10
6.5	CAPACITÀ DI TRASPORTO.....	11
6.6	SOSTEGNI	11
6.7	ISOLAMENTO	14
6.7.1	Caratteristiche geometriche.....	14
6.7.2	Caratteristiche elettriche.....	14
6.8	MORSETTERIA ED ARMAMENTI.....	17
6.9	FONDAZIONI.....	17
6.10	MESSE A TERRA DEI SOSTEGNI.....	18
6.11	CARATTERISTICHE DEI COMPONENTI.....	19
6.12	TERRE E ROCCE DA SCAVO	19
7	RUMORE	19
8	INQUADRAMENTO GEOLOGICO PRELIMINARE	19
9	CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	19
9.1	RICHIAMI NORMATIVI.....	19
9.2	CALCOLO DEI CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI.....	19
10	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	19
11	AREE IMPEGNATE	19
12	FASCE DI RISPETTO	20
13	SICUREZZA NEI CANTIERI	20
14	STIMA DEI COSTI	20

1 PREMESSA

La società Terna – Rete Elettrica Nazionale S.p.a. è la società responsabile in Italia della trasmissione e del dispacciamento dell'energia elettrica sulla rete ad alta e altissima tensione 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 razionalizzazione della rete elettrica AT nell'area del medio Piave

Oggetto della presente relazione tecnica è la descrizione degli aspetti specifici, non contenuti nella Relazione Tecnica Generale relativa all'intero piano di razionalizzazione (Doc. n°RU22215A1BCX14001), della nuova direttrice 220KV Polpet-Scorzè

2 MOTIVAZIONI DELL'OPERA

Si rimanda al paragrafo 2 della Relazione Tecnica Generale (Doc. n. RU22215A1BCX14001)

3 UBICAZIONE DELL'INTERVENTO

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.

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

REGIONE	PROVINCIA	COMUNE	PERCORRENZA
<i>Veneto</i>	<i>Belluno</i>	Ponte nelle Alpi	3.4 km
		Belluno	4.1 km

3.1 OPERE ATTRAVERSATE

L'elenco delle opere attraversate con il nominativo delle Amministrazioni competenti è riportato nella tabella sottostante. Gli attraversamenti principali sono altresì evidenziati nella planimetria in scala 1:10.000 Doc. n. DU22217A1BCX14142 allegata.

Campata	Codice	Opera	Proprietario
1 2	C1	Linea elettrica MT	Enel Distribuzione S.p.A
	C2	Strada comunale	Comune di Ponte nelle Alpi
	C3	Metanodotto	Consorzio B.I.M. Piave
6 7	C3	Metanodotto	Consorzio B.I.M. Piave
	C4	Rio Secco	Genio Civile Regionale (Belluno)
	C1	Linea elettrica MT	Enel Distribuzione S.p.A
7 8	C5	Ferrovia Montebelluna-Calalzo	R.F.I S.p.A.

	Razionalizzazione e sviluppo RTN nella media valle del Piave Direttrice 220KV Polpet-Scorzè Relazione tecnico illustrativa		Codifica	
			RU22217B1BCX14141 Rev. 00 del 15/09/2010	

		C6	Strada statale n°50 'del Grappa e Passo Rolle'	ANAS S.p.A.
8	9	C7	Fiume Piave	Genio Civile Regionale (Belluno)
12	13	C8	Valle detta Oltrevalle	Genio Civile Regionale (Belluno)
13	14	C9	Valle de Maiucher	Genio Civile Regionale (Belluno)
15	16	C10	Torrente Meassa	Genio Civile Regionale (Belluno)
19	20	C11	Strada provinciale n°1	Provincia di Belluno
		C12	Linea TT	Telecom Italia
20	21	C13	Strada comunale	Comune di Belluno
21	22	C13	Strada comunale	Comune di Belluno
		C1	Linea elettrica BT	Enel Distribuzione S.p.A
22	28	C1	Linea elettrica BT	Enel Distribuzione S.p.A

4 DESCRIZIONE DELLE OPERE

L'intervento consiste nel raccordo alla nuova sezione 220KV presso la stazione elettrica di Polpet della linea 220KV Soverzene-Scorzè. La nuova denominazione dell'elettrodotto sarà Linea 220KV Polpet-Scorzè.

Unitamente all'interramento nella parte iniziale della linea 220KV Soverzene-Vellai, questo intervento consentirà la completa demolizione del tratto di elettrodotto in doppia terna 220KV che ora attraversa il centro abitato di Polpet.

Il tracciato, come risulta dalla planimetria con opere attraversate allegata (Doc. n° DU22215A1BCX14142) in scala 1:10.000, rientra nella fascia di fattibilità prevista nel protocollo d'intesa stipulato in data 31 marzo 2009 con i comuni di Soverzene, Ponte nelle Alpi e Belluno e la provincia di Belluno.

La scelta progettuale qui descritta adotta l'alternativa che costeggia il fiume Piave e si raccorda al tracciato originario presso il sostegno n°28 prima della località Castion a sud di Belluno. Questa alternativa risulta maggiormente gradita alle amministrazioni locali in particolare al comune di Belluno.

Fermo restando l'attuale livello di tensione di esercizio a 220KV l'elettrodotto verrà realizzato con sostegni e componenti relativi alle linee aeree in semplice terna classe 380KV per garantire, a questo importante collegamento, non solo una migliore efficienza in termini di riduzione delle perdite e una migliore affidabilità dal punto di vista del coordinamento dell'isolamento ma anche coerenza con possibili scenari di sviluppo della rete che saranno comunque oggetto di altri procedimenti autorizzativi.

Con riferimento alla citata planimetria il tracciato dell'elettrodotto dal portale della nuova sezione 220KV di Polpet risale subito il versante del monte Serva in modo da evitare l'area pianeggiante e urbanizzata di Polpet.

In questo tratto per circa 1500m affianca, ponendosi a valle, ad una distanza di circa 40-50m, la futura linea 132KV Polpet-Belluno.

Raggiunta la zona a monte del poligono di tiro l'elettrodotto piega bruscamente a sud-est per scendere di quota ed attraversare il fiume Piave.

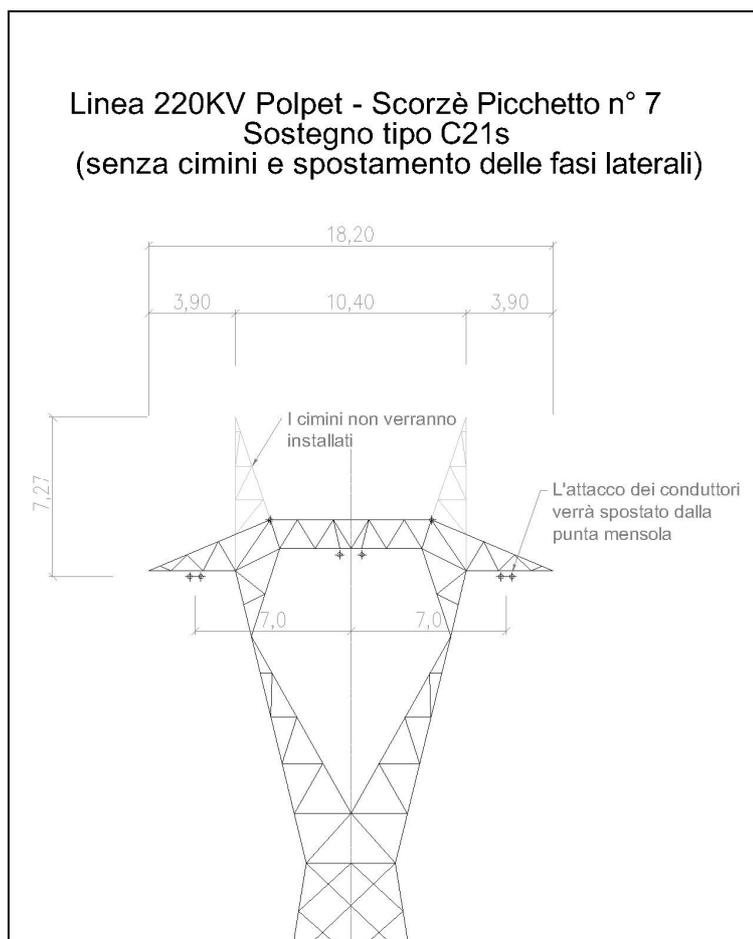
Il tracciato in questo punto è fortemente vincolato dalla presenza di abitazioni distribuite lungo la statale n° 50 'del Grappa e del passo Rolle' (che viene attraversata) e dalla vicinanza dell'aeroporto 'Arturo dell'Oro' di Belluno.

In particolare i vincoli aeronautici hanno costretto già in fase preliminare nella costruzione della fascia di fattibilità a definire con molta precisione la posizione dei sostegni n° 6, 7 e 8 che intercettano il piano di atterraggio/decollo (take off surface) dell'aeroporto.

Il posizionamento esatto del sostegno n°7 e la modifica della struttura in modo da ridurre l'altezza totale¹ ha consentito, avallato in seguito dallo studio aeronautico allegato al progetto, di affermare la compatibilità dell'opera con i vincoli aeronautici presenti senza porre limitazioni al traffico aereo.

I sostegni posti all'interno delle aree di vincolo aeroportuale, salvo diverse disposizioni delle autorità competenti, verranno verniciati nel terzo superiore a fasce bianche ed arancioni e le funi di guardia saranno dotate di sfere di segnalazione ostacolo aereo.

Inoltre, vista la vicinanza di una abitazione nella campata 7-8, al fine di ridurre ulteriormente le emissioni elettromagnetiche dell'elettrodotto, verranno ridotte le distanze relative tra le fasi dei conduttori al sostegno n°7 spostandone gli attacchi come indicato nella figura sottostante:



¹ per questo sostegno vengono eliminati i cimini e le funi di guardia verranno assicurate direttamente sulla parte superiore della trave riducendo l'altezza totale del sostegno di 4.5m a parità di altezza utile dei conduttori dal suolo

Oltre alla già citata strada statale n°50 'del Gra ppa e del Passo Rolle' nella stessa campata viene attraversata la ferrovia 'Montebelluna-Calalzo'. I franchi imposti nell'attraversamento dell'opera ferroviaria garantiscono anche una sua eventuale elettrificazione.

L'attraversamento del fiume Piave viene effettuato con due sostegni posti in area golenale.

In fase esecutiva per questi sostegni verranno progettate fondazioni trivellate che dovranno tener conto di eventuali scalzamenti del terreno dovuti alla corrente di piena e, per ridurre ostacolo al deflusso delle acque, posizionano la struttura metallica del traliccio ad una altezza superiore alla quota delle onde di piena prevista con ritorni di 100 anni.

Da studi e simulazioni su documenti visionati anche presso Autorità di Bacino si può stimare che tali fondazioni potranno emergere dal piano campagna attuale di 1 o 2 metri.

Superato il Piave il tracciato piega bruscamente a sud-ovest ponendosi parallelo al Piave affiancato in questo tratto dal nuovo raccordo aereo della linea 220KV Polpet-Vellai.

In questo tratto, pressoché rettilineo e pianeggiante su aree coltivate a seminativo viene utilizzata una palificazione tubolare monostelo a mensole isolanti che compatta il fascio dei conduttori e riduce l'impatto visivo dell'elettrodotto.

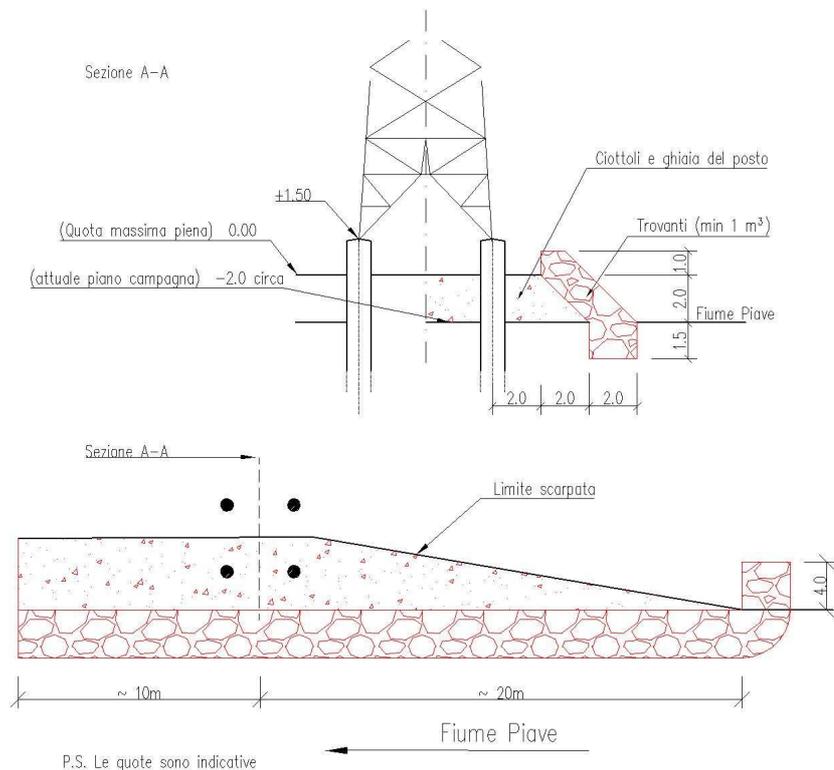
Questa scelta è possibile grazie all'orografia del territorio che consente l'impiego di questo tipo di palificazione non adatta invece nei tracciati con forti dislivelli (problematiche legate alla stabilità degli armamenti) e con forti angoli di deviazione (problematiche legate alla capacità portante delle strutture tubolari).

Dopo circa 2500m di palificazione tubolare monostelo al sostegno n° 17 si riprende la tradizionale palificazione a traliccio.

Il traliccio n° 17, per evitare un gruppo di abitazioni, dovrà essere posto ai margini della zona golenale.

Per questo sostegno oltre agli accorgimenti già previsti per i sostegni di attraversamento del Piave e sopra descritti si dovrà provvedere alla salvaguardia della sponda del fiume adottando una protezione con massi ciclopici secondo uno schema già adottato in condizioni analoghe e indicativamente rappresentato nella figura sottostante:

Sostegno n° 17 tipico protezione delle fondazioni)



L'elettrodotto prosegue il percorso lungo il Piave affiancato dall'elettrodotto 220KV Polpet-Vellai evitando il centro abitato di Levego. Superato l'abitato piega a sud, sovrappassa l'elettrodotto 220KV e la strada provinciale n°1 ed infine si riacorda al tracciato originario al sostegno n°28.

4.1 VINCOLI

L'elettrodotto, ricade in aree caratterizzate da vincoli sull'altezza di nuovi ostacoli derivanti dalla presenza dell'aeroporto 'Arturo dell'Oro' di Belluno,

In particolare ricade all'interno della Superficie Conica ed Orizzontale Interna (IHS) definita dal "Regolamento per la costruzione e l'esercizio degli aeroporti" predisposto dall'ENAC, con alcuni sostegni che foreranno tali superfici.

A riguardo è stato predisposto uno specifico studio aeronautico che dimostra la compatibilità dell'opera con le operazioni di volo dell'aeroporto.

Si riportano in calce le note conclusive dello studio aeronautico il cui documento (doc. DA22217B1BCX13575) è allegato al presente progetto:

Dalle analisi condotte sulla base del modello tridimensionale dello scenario aeroportuale e attraverso l'applicazione delle normative aeronautiche, possiamo concludere che dei nuovi elettrodotti in progetto, la linea 798 risulta essere influente ai fini della sicurezza in quanto ricade in un'area occupata dalle pendici del Monte Serva che la rendono di fatto area interdotta alla circuitazione. Lo stesso si può dire per il tratto iniziale della linea 217 prima dell'attraversamento del prolungamento asse pista. Per la parte restante di linea 217 nelle due varianti A e B, in entrambi i casi i tralicci che attraversano le superfici ostacolo non diminuiscono

la sicurezza delle operazioni in quanto, nel caso della variante A, tali ostacoli non vanno a diminuire la separazione minima richiesta nell'area di circuitazione di 90 m ed inoltre il numero complessivo di attraversamenti dei panni ostacoli diminuisce rispetto allo stato di fatto. Nel caso B i tralicci si trovano in un'area, che con la sua orografia (in alcuni punti più alta della cima dei più alti ostacoli) non rispetta la separazione richiesta. Quindi, o viene considerato questo settore come area di non circuitazione o viene rivista la quota di circuitazione considerando come ostacolo prevalente il terreno, in entrambi i casi la presenza dei tralicci è ininfluente.

Relativamente ai vincoli di carattere paesaggistico, ambientale e archeologico che interessano l'area oggetto dell'intervento si faccia riferimento allo studio di impatto ambientale redatto dallo Studio Mastella (doc. n°22215A1BCX11380).

4.2 DISTANZE DI SICUREZZA RISPETTO ALLE ATTIVITA' SOGGETTE A CONTROLLO PREVENZIONE INCENDI

Si faccia riferimento al punto 4.6 della Relazione Tecnica Generale (Doc. n. RU22215A1BCX14001).

5 CRONOPROGRAMMA

Per la direttrice in oggetto l'attività realizzativa è vincolata al completamento della nuova sezione a 220KV della stazione di Polpet e alle modifiche sulla rete 132KV per le parti che interferiscono con il tracciato.

Il programma di massima dei lavori è riportato nel documento TU22215A1BCX14005.

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 per gli elettrodotti elaborato fin dalla prima metà degli anni '70 a cura della Direzione delle Costruzioni di ENEL, aggiornato nel pieno rispetto della normativa prevista dal DM 21-10-2003 (Presidenza del Consiglio di Ministri Dipartimento Protezione Civile).

Per quanto attiene gli elettrodotti, nel Progetto Unificato ENEL, sono inseriti tutti i componenti (sostegni e fondazioni, conduttori, morsetteria, isolatori, ecc.) con le relative modalità di impiego.

Le tavole grafiche dei componenti impiegati con le loro caratteristiche è riportato nel Doc. n° EU22215A1BCX14047 "Caratteristiche componenti elettrodotti classe 380KV".

Per le motivazioni espresse al punto 2 della Relazione Tecnica Generale sopra citata l'elettrodotto sarà costituito da una palificazione in classe 380KV a semplice terna del tipo a delta rovesciato.

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.

6.2 CARATTERISTICHE ELETTRICHE DELL'ELETTRODOTTO

Le caratteristiche elettriche dell'elettrodotto sono le seguenti:

Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	220 kV
Corrente nominale (per fase)	1500 A
Potenza nominale	600 MVA

6.3 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 350m.

6.4 CONDUTTORI E CORDE DI GUARDIA

Per l'elettrodotto in oggetto si opterà per l'utilizzo del fascio binato che risponde meglio alle problematiche legate a possibile formazione di manicotti di ghiaccio rispetto al tradizionale fascio trinato impiegato negli elettrodotti della stessa tipologia.

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 mm² 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 LC 4 allegata).

Il carico di rottura teorico del conduttore sarà di 27430 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.

Nelle campate comprese tra i sostegni capolinea ed i portali della stazione elettrica ciascuna fase sarà costituita da un fascio di 2 conduttori collegati fra loro da distanziatori (fascio binato). I conduttori di energia saranno in corda di alluminio di sezione complessiva di 999,70 mm², con un diametro complessivo di 41,1 mm (tavola LC 8 allegata).

Il carico di rottura teorico di tale conduttore sarà di 14486 daN.

I conduttori avranno un'altezza da terra non inferiore a metri 13,00, con un extrafranco di 1.5m rispetto a quella 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. Ciascuna corda di guardia, in acciaio zincato del diametro di 11,50 mm e sezione di 78,94 mm², sarà costituita da n. 19 fili del diametro di 2,30 mm (tavola LC 23).

Il carico di rottura teorico della corda di guardia sarà di 12231 daN.

In alternativa è possibile l'impiego di una o di due corde di guardia in alluminio-acciaio incorporante fibre ottiche, del diametro di 17,9 mm (tavola LC 50), da utilizzarsi per il sistema di protezione, controllo e conduzione degli impianti.

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
- **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:

- **ZONA B** EDS=20% 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=11.82% per corda di guardia tipo LC 51
EDS=13,96 % per corda di guardia tipo LC 50

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.

6.5 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.

Il 'conduttore di riferimento' è la corda in alluminio acciaio del diametro di 31.50mm formazione 54X3.50+19X3.50.

Al conduttore in progetto sono stati applicati quindi i seguenti coefficienti previsti dalle norme:

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

Punto 3.3.1 CEI 11-60 – Portte in corrente in funzione del parametro

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

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 saranno del tipo a delta rovescio a semplice terna, ad eccezione del tratto dal sostegno n°9 al sostegno n°17 per il quale sono impiegati sostegni tubolari monostelo a mensole isolanti.

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.

Per i sostegni che rientrano nelle aree di vincolo aeronautico dell'aeroporto di Belluno, 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.

I sostegni a traliccio sono 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.

La tipologia dei sostegni con testa a delta rovesciato, proprio in virtù della disposizione orizzontale dei conduttori, consente una drastica riduzione dell'ingombro verticale minimizzando al massimo l'ostacolo aereo della struttura.

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 a 380 kV semplice terna a delta e' 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 380 kV semplice terna - ZONA B EDS 20 %

TIPO	ALTEZZA	CAMPATA MEDIA	ANGOLO DEVIAZIONE	COSTANTE ALTIMETRICA
"L" Leggero	18 ÷ 42 m	400 m	0°43'	0,1647
"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

I sostegni tubolari monostelo sono di varie altezze secondo le caratteristiche altimetriche del terreno, composti da più elementi poligonali in acciaio zincato che si innestano uno sull'altro a comporre l'altezza richiesta.

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 da più elementi poligonali di lunghezza adatte al trasporto e alla movimentazione con mezzi meccanici (11-12m) i cui elementi superiori sono dotati di dispositivi che consentono l'ancoraggio delle mensole isolanti. (cioè l'insieme di elementi che consente di ancorare meccanicamente i conduttori al sostegno pur mantenendoli elettricamente isolati da esso).

Alla sommità del sostegno è fissato il dispositivo per sorreggere la corda di guardia.

All'elemento di base è saldata una flangia forata che verrà assicurata alla fondazione tramite tirafondi annegati in essa.

L'elettrodotto a 380 kV semplice terna tubolare monostelo e' 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 380 kV semplice terna TUBOLARI, ZONA B - EDS 20 %

TIPO	ALTEZZA	CAMPATA MEDIA	ANGOLO DEVIAZIONE	COSTANTE ALTIMETRICA
"MST" Tubolare Monostelo	18 ÷ 30 m	300 m	6°	0,15
"PST" Tubolare Monostelo	18 ÷ 30 m	300 m	12	0,20

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.

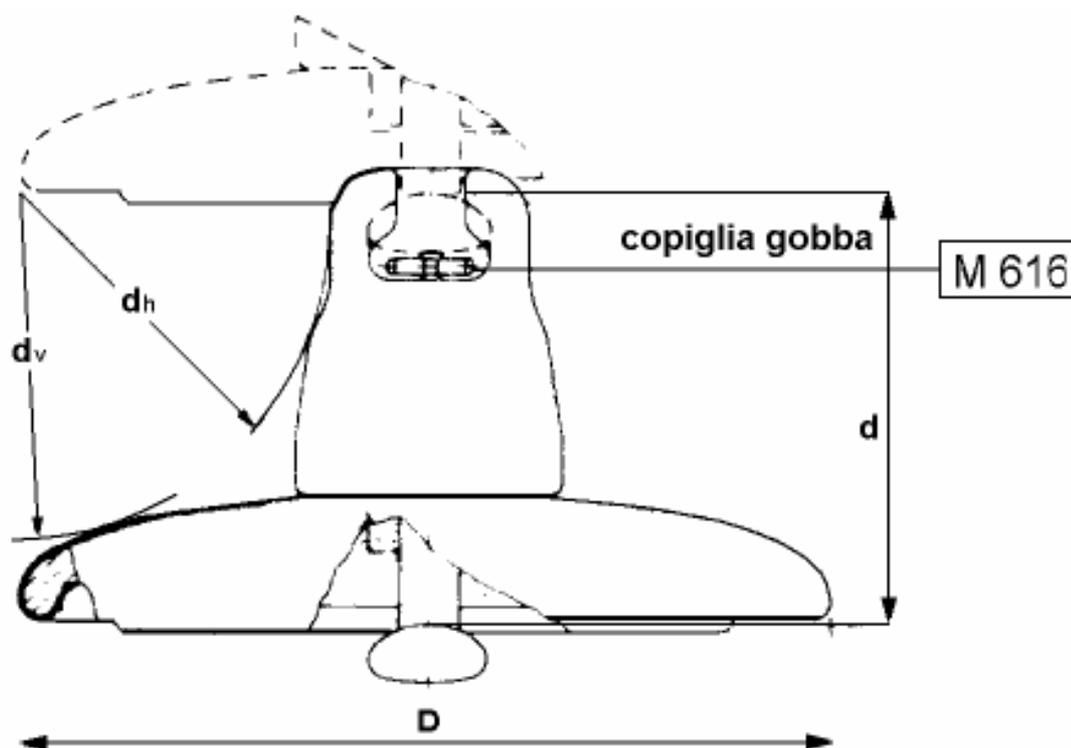
6.7 ISOLAMENTO

L'isolamento dell'elettrodotto in progetto, 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 e 210 kN nei due tipi "normale" e "antisale", connessi tra loro a formare catene di almeno 19 elementi negli amari e 21 nelle sospensioni, come indicato nel grafico riportato al successivo paragrafo 5.7.2. 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 tre in parallelo.

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

6.7.1 Caratteristiche geometriche

Nelle tabelle LJ1 e LJ2 allegate sono riportate le caratteristiche geometriche tradizionali ed inoltre le due distanze "dh" e "dv" (vedi figura) atte a caratterizzare il comportamento a sovratensione di manovra sotto pioggia.



6.7.2 Caratteristiche elettriche

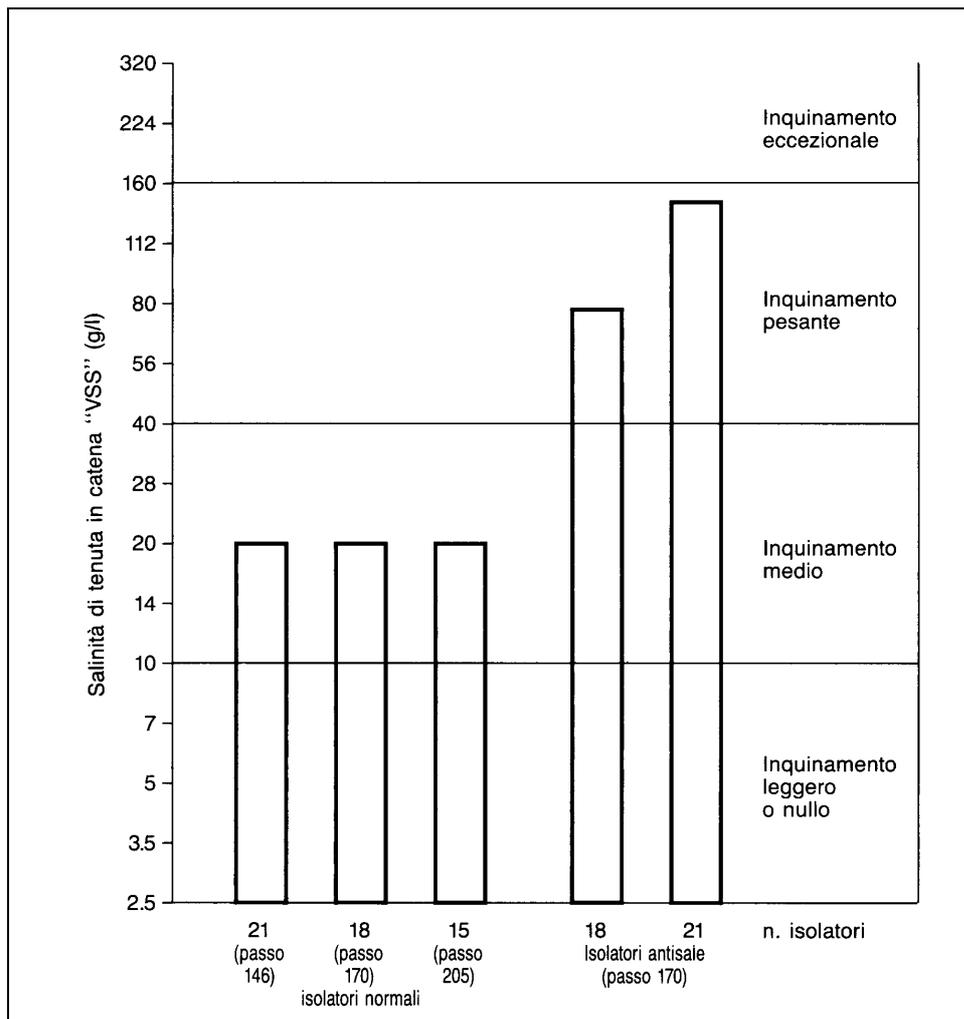
Le caratteristiche geometriche di cui sopra sono sufficienti a garantire il corretto comportamento delle catene di isolatori a sollecitazioni impulsive dovute a fulminazione o a sovratensioni di manovra.

Per quanto riguarda il comportamento degli isolatori in presenza di inquinamento superficiale, nelle tabelle LJ1 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 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 nullo o leggero e quindi si è scelta la soluzione dei 21 isolatori (passo 146) tipo J1/3 (normale) per tutti gli armamenti in sospensione e quella dei 18 isolatori (passo 170) tipo J1/4 (normale) per gli armamenti in amarro.

6.8 MORSETTERIA ED ARMAMENTI

Gli elementi di morsetteria per linee in classe 380 kV sono stati dimensionati in modo da poter sopportare gli sforzi massimi trasmessi dai conduttori al sostegno.

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

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

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

EQUIPAGGIAMENTO	TIPO	CARICO DI ROTTURA (kN)		SIGLA
		Ramo 1	Ramo 2	
a "V" semplice	380/1	210	210	VSS
a "V" doppio	380/2	360	360	VDD
a "L" semplice	380/3	210	210	LSS
a "L" semplice-doppio	380/4	210	360	LSD
a "L" doppio-semplce	380/5	360	210	LDS
a "L" doppio	380/6	360	360	LDD
triplo per amarro	385/1	3 x 210		TA
triplo per amarro rovescio	385/2	3 x 210		TAR
ad "I" per richiamo collo morto	392/1	30		IR
a "V" semplice per richiamo collo morto	392/1	210	210	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 a traliccio è dotato di quattro piedi e delle relative fondazioni.

	Razionalizzazione e sviluppo RTN nella media valle del Piave Direttrice 220KV Polpet-Scorzè Relazione tecnico illustrativa	Codifica RU22217B1BCX14141	
		Rev. 00 del 15/09/2010	Pag. 18 di 20

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.

Per i sostegni tubolari sono previste fondazioni a blocco unico a riseghe nella quale sono annegati i tirafondi a cui verranno imbullonate le flange dell’elemento poligonale di base.

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, tiranti in roccia).

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.

	Razionalizzazione e sviluppo RTN nella media valle del Piave Direttrice 220KV Polpet-Scorzè Relazione tecnico illustrativa	Codifica RU22217B1BCX14141	
		Rev. 00 del 15/09/2010	Pag. 19 di 20

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. EU22215A1BCX14047 "Caratteristiche Componenti linee in classe 380KV"

6.12 TERRE E ROCCE DA SCAVO

Si faccia riferimento a punto 6.1 della Relazione Tecnica Generale e alla Relazione Terre e Rocce da Scavo (Doc. n°RU22215A1BCX11383)

7 RUMORE

Si faccia riferimento al punto 7.1 della relazione Tecnica Generale (Doc. RU22215A1BCX14001)

8 INQUADRAMENTO GEOLOGICO PRELIMINARE

Per l'inquadramento geologico dell'area si rimanda alla Relazione Geologica Preliminare (Doc. n°RU22215A1BCX11382).

9 CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

9.1 RICHIAMI NORMATIVI

Si rimanda al punto 10.1 della Relazione Tecnica Generale (Doc. n°RU22215A1BCX14001).

9.2 CALCOLO DEI CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

La linea elettrica durante il suo normale funzionamento genera un campo elettrico ed un campo magnetico. Il primo è proporzionale alla tensione della linea stessa, mentre il secondo è proporzionale alla corrente che vi circola, ed entrambi decrescono molto rapidamente con la distanza.

Per l'analisi e i calcoli relativi all'andamento del campo elettrico e del campo magnetico prodotto si faccia riferimento riferimento all'Appendice 'C' - " Valutazioni sui valori di induzione magnetica e campo elettrico generati" (doc. n. EU22215A1BCX14050).

10 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si faccia riferimento al punto 10 della Relazione Tecnica Generale (Doc. n. RU22215A1BCX14001).

11 AREE IMPEGNATE

In merito all'attraversamento di aree da parte dell'elettrodotto, si possono individuare, con riferimento al Testo Unico 327/01, le **aree impegnate**, cioè le aree necessarie per la sicurezza

	Razionalizzazione e sviluppo RTN nella media valle del Piave Direttrice 220KV Polpet-Scorzè Relazione tecnico illustrativa	Codifica RU22217B1BCX14141	
		Rev. 00 del 15/09/2010	Pag. 20 di 20

dell'esercizio e manutenzione dell'elettrodotto che sono di norma pari a circa 25 m per parte dall'asse linea.

Il vincolo preordinato all'esproprio sarà apposto sulle **“aree potenzialmente impegnate”** (previste dalla L. 239/04).

L'estensione dell'area potenzialmente impegnata sarà di circa 50 m per parte dall'asse linea.

Tali aree si fondono con le aree generate dai vicini elettrodotti previsti nell'intervento complessivo. Le planimetrie catastali 1:2000 riportano l'asse indicativo del tracciato con il posizionamento preliminare dei sostegni e la fascia delle aree potenzialmente impegnate sulle quali sarà apposto il vincolo preordinato all'imposizione della servitù di elettrodotto.

I proprietari dei terreni interessati dalle aree potenzialmente impegnate (ed aventi causa delle stesse) sono stati censiti tramite visura presso l'Agenzia del Territorio' e riportati nelle tabelle allegati.

Per la consultazione delle planimetrie e dell'elenco proprietari si rimanda all'Appendice A (Doc. n° EU22215A1BCX14030).

12 FASCE DI RISPETTO

Si faccia riferimento al punto 12 della Relazione Tecnica Generale (Doc. n° RU22215A1BCX14001).

13 SICUREZZA NEI CANTIERI

Si faccia riferimento al punto 13 della Relazione Tecnica Generale (Doc. n° RU22215A1BCX14001).

14 STIMA DEI COSTI

L'importo stimato dell'opera oggetto della presente relazione è di € 6,0 milioni, di cui € 5.7 milioni di costo dei lavori al netto di IVA e € 0.3 milioni di spese generali al netto di IVA.