

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

**PIANO TECNICO DELLE OPERE
 RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA
 Direttrice 220KV Polpet - Lienz**


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	5
4.1	VINCOLI.....	6
4.2	DISTANZE DI SICUREZZA RISPETTO ALLE ATTIVITA' SOGGETTE A CONTROLLO PREVENZIONE INCENDI	7
5	CRONOPROGRAMMA	7
6	CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE OPERE	7
6.1	PREMESSA.....	7
6.2	CARATTERISTICHE ELETTRICHE DELL'ELETTRODOTTO	8
6.3	DISTANZA TRA I SOSTEGNI	8
6.4	CONDUTTORI E CORDE DI GUARDIA	8
6.4.1	Stato di tensione meccanica.....	9
6.5	CAPACITÀ DI TRASPORTO.....	10
6.6	SOSTEGNI	10
6.7	ISOLAMENTO	12
6.7.1	Caratteristiche geometriche.....	12
6.7.2	Caratteristiche elettriche.....	12
6.8	MORSETTERIA ED ARMAMENTI.....	16
6.9	FONDAZIONI.....	16
6.10	MESSE A TERRA DEI SOSTEGNI.....	17
6.11	CARATTERISTICHE DEI COMPONENTI.....	18
6.12	TERRE E ROCCE DA SCAVO	18
7	RUMORE.....	18
8	INQUADRAMENTO GEOLOGICO PRELIMINARE.....	18
9	CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI.....	18
9.1	RICHIAMI NORMATIVI.....	18
9.2	CALCOLO DEI CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI.....	18
10	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	18
11	AREE IMPEGNATE.....	18
12	FASCE DI RISPETTO	19
13	SICUREZZA NEI CANTIERI.....	19
14	STIMA DEI COSTI.....	19

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-Lienz

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
Veneto	<i>Belluno</i>	Perarolo di Cadore	7.7 km
		Ospitale di Cadore	6.5 km
		Castellavazzo	4.1 km
		Longarone	5.6 km
		Soverzene	1.3 km
		Ponte nelle Alpi	2.7 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. DU22215A1BCX14122 allegata.

Campata	Codice	Opera	Proprietario
110 111	B1	Rù Bianco	Genio Civile Regionale (Belluno)
116 117	B2	Rù de Repor	Genio Civile Regionale (Belluno)
117 118	B3	Rù delle Fontanelle	Genio Civile Regionale (Belluno)

118	119	B4	Strada comunale	Comune di Perarolo
		B5	Linea elettrica MT	Enel Distribuzione S.p.A.
119	120	B5	Linea elettrica MT	Enel Distribuzione S.p.A.
		B6	Rù de Pianes	Enel Distribuzione S.p.A.
		B4	Strada comunale	Comune di Perarolo
122	123	B7	Rù de la ValMontina	Genio Civile Regionale (Belluno)
124	125	B8	Fiume Piave	Genio Civile Regionale (Belluno)
		B5	Linea elettrica MT	Enel Distribuzione S.p.A.
		B9	Metanodotto	Consorzio B.I.M. Piave
		B4	Strada comunale	Comune di Perarolo
		B10	Ferrovia Montebelluna - Calalzo	R.F.I. SPA
130	131	B11	Torrente Rivalgo	Genio Civile Regionale (Belluno)
135	136	B12	Torrente Vulbana	Genio Civile Regionale (Belluno)
142	143	B10	Ferrovia Montebelluna-Calalzo	R.F.I S.p.A.
		B13	Strada comunale	Comune di Ospitale di Cadore
		B9	Metanodotto	Consorzio B.I.M. Piave
		B8	Fiume Piave	Genio Civile Regionale (Belluno)
		B5	Linea elettrica MT	Enel Distribuzione S.p.A.
143	144	B14	Rui Lutrigon	
144	145	B15	Rio La Pisa	
153	154	B5	Linea elettrica MT	Enel Distribuzione S.p.A.
		B16	Strada provinciale n°251 'Val di Zoldo e Cellina'	Provincia di Belluno
155	156	B5	Linea elettrica MT	Enel Distribuzione S.p.A.
156	157	B17	Torrente Vajont	Genio Civile Regionale (Belluno)
157	158	B5	Linea elettrica MT	Enel Distribuzione S.p.A.
161	162	B18	Val de la croce	Genio Civile Regionale (Belluno)
162	163	B19	Rui del Gonte	Genio Civile Regionale (Belluno)
164	165	B20	Rui Faone	Genio Civile Regionale (Belluno)
171	172	B5	Linea elettrica MT	Enel Distribuzione S.p.A.
		B21	Linea TT	Telecom Italia
		B22	Val Gallina	Genio Civile Regionale (Belluno)
172	173	B23	Strada comunale	Comune di Soverzene
		B5	Linea elettrica MT	Enel Distribuzione S.p.A.
		B21	Linea TT	Telecom Italia
174	175	B8	Fiume Piave	Genio Civile Regionale (Belluno)
175	176	B24	Valle del Molino	Genio Civile Regionale (Belluno)
		B25	Strada comunale	Comune di Ponte nelle Alpi
		B26	Strada Statale n°51 'di Alemagna'	ANAS S.p.A.
176	177	B9	Metanodotto	Consorzio B.I.M. Piave
		B25	Strada comunale	Comune di Ponte nelle Alpi
		B10	Ferrovia Montebelluna - Calalzo	RFI SPA
179	180	B27	Rio Salere	Genio Civile Regionale (Belluno)
		B5	Linea elettrica BT	Terna S.p.A.
		B25	Strada comunale	Comune di Ponte nelle Alpi
181	182	B5	Linea elettrica MT	Enel Distribuzione S.p.A.
		B25	Strada comunale	Comune di Ponte nelle Alpi
		B9	Metanodotto	Consorzio B.I.M. Piave

	Razionalizzazione e sviluppo RTN nella media valle del Piave Direttrice 220KV Polpet-Lienz Relazione tecnico illustrativa	Codifica RU22215A1BCX14121	
		Rev. 00 del 15/09/2010	Pag. 5 di 19

4 DESCRIZIONE DELLE OPERE

L'intervento consiste nella ricostruzione in variante del tratto tra i comuni di Perarolo e Ponte nelle Alpi dell'elettrodotto aereo in semplice terna 220KV Soverzene – Lienz comprensivo del raccordo alla nuova sezione 220KV presso la stazione elettrica di Polpet. La nuova denominazione del collegamento sarà pertanto linea 220KV semplice terna Polpet-Lienz.

Il tracciato, come risulta dalla planimetria con opere attraversate allegata (Doc. n° DU22215A1BCX14122) in scala 1:10.000, rientra nella fascia di fattibilità prevista nei protocolli d'intesa stipulati in data 31 marzo 2009 con i comuni di Soverzene, Ponte nelle Alpi e Belluno e la provincia di Belluno e in data 21 luglio 2010 con i comuni di Perarolo, Ospitale, Castellavazzo e Longarone e la provincia di Belluno.

La scelta progettuale qui descritta adotta l'alternativa a ovest nei comuni di Perarolo e Ospitale maggiormente gradita alle amministrazioni comunali in particolare al comune di Perarolo.

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 in variante inizia presso il confine nord del comune di Perarolo raccordandosi al sostegno n° 110 dell'attuale linea 220KV Soverzene-Lienz.

Il tracciato in progetto è posto a monte della linea attuale in modo da evitare l'attraversamento del centro abitato di Caralte e, successivamente, dell'area industriale di Ansogne.

L'attraversamento del fiume Piave si effettua circa 550m più a valle dell'attuale dopo aver attraversato il rio Val Montina.

Nella campata di attraversamento del Piave viene attraversata anche la ferrovia 'Montebelluna-Calalzo'.

Sulla sponda destra del Piave il nuovo tracciato è posto parallelo a quello attuale a circa 100m a monte ed entra in comune di Ospitale sfruttando il più possibile le 'opportunità' orografiche dei luoghi. In questo tratto l'attuale elettrodotto verrà riutilizzato, previo declassamento, dalla nuova direttrice 132KV Pelos-Gardona-Desedan (rif. Doc. RU23670B1CBX14161)

Raggiunta località I Ronci in comune di Ospitale di Cadore il tracciato piega ulteriormente a monte (sempre affiancato dalla direttrice Pelos-Gardona ora su nuova palificazione) in modo da allontanarsi dalle zone a sviluppo turistico di Ronci e Piandegne.

Tra le località di Davestra e Termine di Cadore, sempre in comune di Ospitale di Cadore, viene riattraversato il Piave per continuare il percorso sulla sponda sinistra fino a Soverzene.

	Razionalizzazione e sviluppo RTN nella media valle del Piave Direttrice 220KV Polpet-Lienz Relazione tecnico illustrativa	Codifica RU22215A1BCX14121	
		Rev. 00 del 15/09/2010	Pag. 6 di 19

Nella campata di attraversamento del Piave vengono incrociati gli elettrodotti 132KV Pelos-Gardona (inserita nel piano di razionalizzazione) e 132KV Gardona-Ospitale per il quale si rende necessaria la realizzazione di una breve variante proprio per rendere compatibili le due opere (rif. Doc. RU23670B1CBX14161).

Nella stessa campata viene attraversata inoltre la ferrovia 'Montebelluna-Calalzo'

Raggiunta la sponda sinistra del Piave il tracciato entra in comune di Castellavazzo e dopo circa 1500m si ricongiunge all'attuale elettrodotto mantenendosi però sempre a monte allontanandosi dal centro abitato di Codissago-

In questo tratto il tracciato è fortemente vincolato dall'orografia particolarmente accidentata e dalla presenza di alcune baite e costruzioni isolate.

Superato Codissago si attraversa la strada statale n° 251 'di Zoldo e Val Cellina' quindi la valle del Vajont e si entra in comune di Longarone.

Anche in comune di Longarone il nuovo tracciato è spostato più a monte per la presenza nel fondovalle dei centri abitati di Dogna e Provagna ora attraversati dall'attuale elettrodotto.

Raggiunto il confine con il comune di Soverzene si attraversa la Val Gallina e si abbandona definitivamente l'attuale tracciato, che attraversa il centro abitato di Soverzene, per dirigere verso la stazione elettrica di Polpet effettuando l'ultimo attraversamento del Piave..

In questo punto il Piave ha un'ampiezza tale che necessariamente alcuni sostegni sono infissi in area golenale.

Nelle valutazioni circa la scelta della posizione dei sostegni si è cercato di limitare al massimo le possibili conseguenze in caso di piene anche eccezionali:

In particolare, in fase esecutiva, verranno studiate fondazioni a trivellati che dovranno prevedere eventuali scalzamenti provocati dalla corrente e, per ridurre al minimo l'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.

Nell'ultima campata di attraversamento del Piave si entra in comune di Ponte nelle Alpi e viene attraversata la strada statale n° 51 'di Alemagna' appena a nord dello svincolo di raccordo con l'autostrada A27 'Venezia-Pian di Vedoià' quindi attraversa ancora la ferrovia 'Montebelluna-Calalzo' ed incrocia, sovrappassandolo, il futuro elettrodotto 132KV Forno di Zoldo-Polpet.

Da questo punto il tracciato si mantiene sulle pendici del monte Serva affiancando il già citato elettrodotto 132KV e, nelle ultime campate, il nuovo collegamento 220KV Polpet-Soverzene fino alla stazione elettrica di Polpet dove si attesterà al portale della nuova sezione 220KV in progetto.

4.1 VINCOLI

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

	Razionalizzazione e sviluppo RTN nella media valle del Piave Direttrice 220KV Polpet-Lienz Relazione tecnico illustrativa	Codifica RU22215A1BCX14121	
		Rev. 00 del 15/09/2010	Pag. 7 di 19

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 aerei 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 opererà 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

	Razionalizzazione e sviluppo RTN nella media valle del Piave Direttrice 220KV Polpet-Lienz Relazione tecnico illustrativa	Codifica RU22215A1BCX14121	
		Rev. 00 del 15/09/2010	Pag. 10 di 19

Per fronteggiare le conseguenze dell'assestamento dei conduttori, si rende necessario maggiore 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 – Portate 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

Come già accennato al punto 4 e nelle motivazioni riportate al punto 2 della Relazione tecnica Generale i sostegni saranno del tipo a delta rovescio a semplice terna della classe 380KV di varie altezze secondo le caratteristiche altimetriche del terreno, in angolari di acciaio ad elementi zincati a caldo e bullonati. Gli angolari di acciaio sono raggruppati in elementi strutturali. Il calcolo delle sollecitazioni meccaniche ed il dimensionamento delle membrature è stato eseguito conformemente a quanto disposto dal D.M. 21/03/1988 e le verifiche sono state effettuate per l'impiego sia in zona "A" che in zona "B". Essi avranno un'altezza tale da garantire, anche in caso di massima freccia del conduttore, il franco minimo prescritto dalle vigenti norme; l'altezza totale fuori terra sarà di norma inferiore a 61 m. Nei casi in cui ci sia l'esigenza tecnica di superare tale limite, si provvederà, in conformità alla normativa sulla segnalazione degli ostacoli per il volo a bassa quota, alla verniciatura del terzo superiore dei sostegni e all'installazione delle sfere di segnalazione sulle corde di guardia limitatamente alle campate in cui la fune di guardia eguaglia o supera i 61 m. I sostegni saranno provvisti di difese parasalita. La tipologia dei sostegni con testa a delta rovesciato, proprio in virtù della disposizione orizzontale dei conduttori, consente una drastica riduzione dell'ingombro verticale e quindi dell'impatto visivo ed inoltre, viste le caratteristiche climatiche dell'area, la maggiore separazione orizzontale delle fasi garantisce distanze maggiori in caso di sovraccarichi di neve e ghiaccio sui conduttori..

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

Ciascun sostegno si può considerare composto dai piedi, dalla base, da un tronco e dalla testa, della quale fanno parte le mensole. Ad esse sono applicati gli armamenti (cioè l'insieme di elementi che consente di ancorare meccanicamente i conduttori al sostegno pur mantenendoli elettricamente isolati da esso) che possono essere di sospensione o di amarro. Vi sono infine i cimini, atti a sorreggere le corde di guardia. I piedi del sostegno, che sono l'elemento di congiunzione con il terreno, possono essere di lunghezza diversa, consentendo un migliore adattamento, in caso di terreni acclivi.

L'elettrodotto a 380 kV semplice terna 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 classe 380 kV semplice terna - ZONA B EDS 20 %

TIPO	ALTEZZA	CAMPATA MEDIA	ANGOLO DEVIAZIONE	COSTANTE ALTIMETRICA
"L" Leggero	18 ÷ 42 m	400 m	0°3'	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

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

Terna si riserva la possibilità di impiegare in fase realizzativa sostegni tubolari monostelo; le caratteristiche di tali sostegni saranno, in tal caso, dettagliate nel progetto esecutivo.

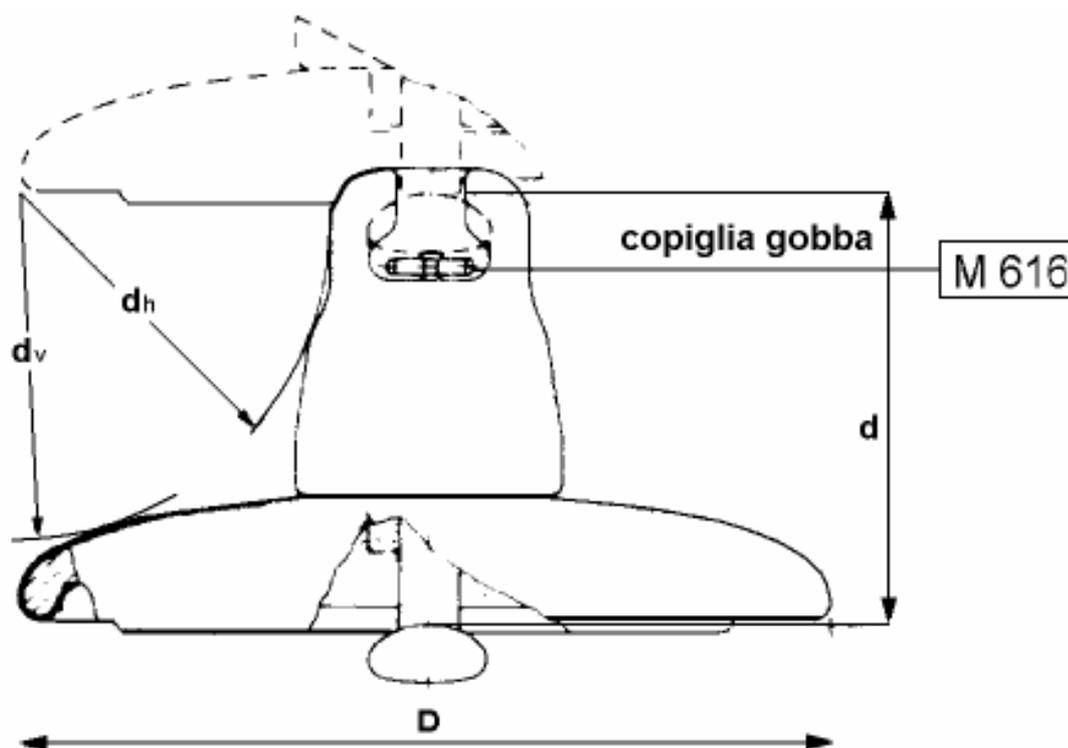
6.7 ISOLAMENTO

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 " d_h " e " d_v " (vedi figura) atte a caratterizzare il comportamento a sovratensione di manovra sotto pioggia.



6.7.2 Caratteristiche elettriche

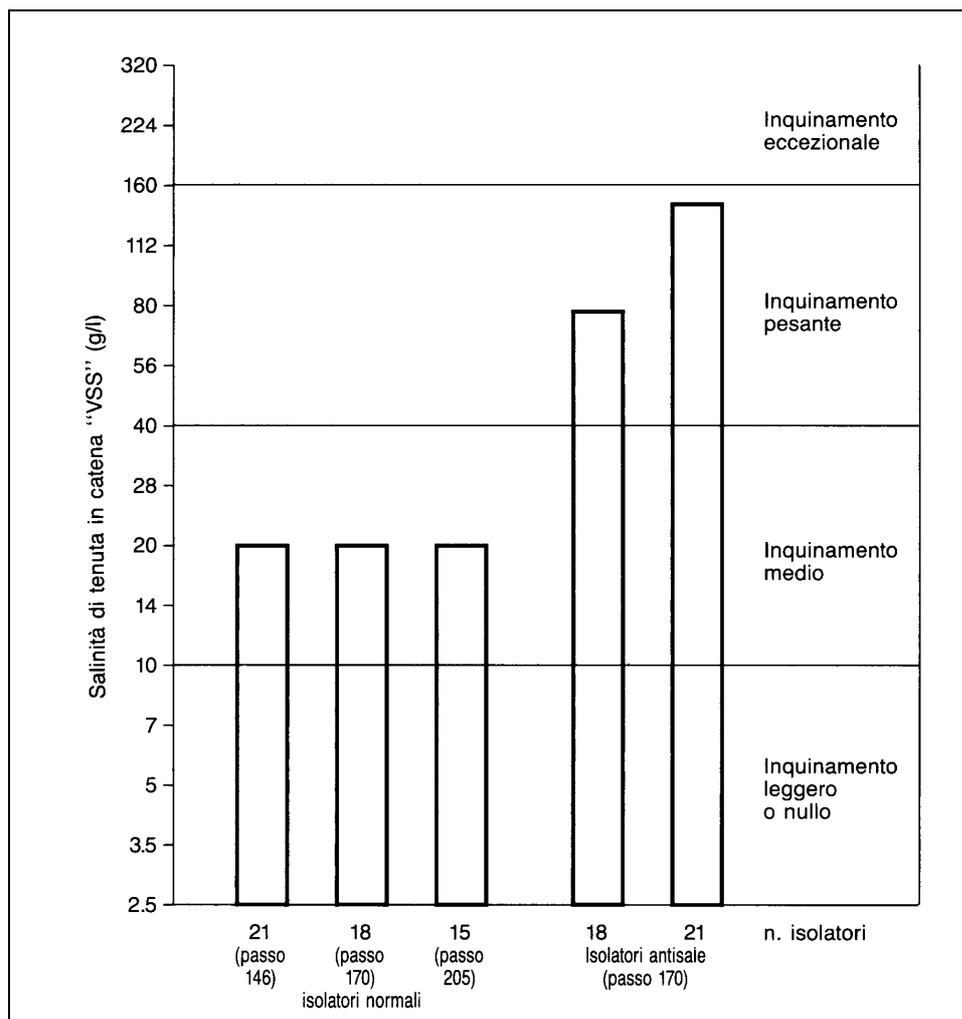
Le caratteristiche geometriche di cui sopra sono sufficienti a garantire il corretto comportamento delle catene di isolatori a sollecitazioni impulsive dovute a fulminazione o a sovratensioni di manovra.

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 è dotato di quattro piedi e delle relative fondazioni.

	Razionalizzazione e sviluppo RTN nella media valle del Piave Direttrice 220KV Polpet-Lienz Relazione tecnico illustrativa	Codifica RU22215A1BCX14121	
		Rev. 00 del 15/09/2010	Pag. 17 di 19

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

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

Ciascun piedino di fondazione è composto di tre parti:

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

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

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

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

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

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

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

Il Progetto Unificato ne prevede di 6 tipi, adatti ad ogni tipo di terreno.

	Razionalizzazione e sviluppo RTN nella media valle del Piave Direttrice 220KV Polpet-Lienz Relazione tecnico illustrativa	Codifica RU22215A1BCX14121	
		Rev. 00 del 15/09/2010	Pag. 18 di 19

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

	Razionalizzazione e sviluppo RTN nella media valle del Piave Direttrice 220KV Polpet-Lienz Relazione tecnico illustrativa	Codifica RU22215A1BCX14121	
		Rev. 00 del 15/09/2010	Pag. 19 di 19

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 € 18,0 milioni, di cui € 17.2 milioni di costo dei lavori al netto di IVA e € 0.8 milioni di spese generali al netto di IVA.