

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

**PIANO TECNICO DELLE OPERE – PARTE PRIMA  
*RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA*  
Direttrice 132KV Forno di Zoldo - Polpet**



**Storia delle revisioni**

Rev. 00	Del 15/09/2010	Prima emissione
Rev. 01	Del 27/07/2011	Modificato cap 4 'Descrizione delle opere'

Elaborato		Verificato		Approvato
Carraretto F.. AOT PD UPRI Lin		Laupoli V.. 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 .....	5
4.2	DISTANZE DI SICUREZZA RISPETTO ALLE ATTIVITA' SOGGETTE A CONTROLLO PREVENZIONE INCENDI .....	5
5	CRONOPROGRAMMA .....	5
6	CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE OPERE .....	6
6.1	PREMESSA.....	6
6.2	CARATTERISTICHE ELETTRICHE DELL'ELETTRODOTTO .....	6
6.3	DISTANZA TRA I SOSTEGNI .....	6
6.4	CONDUTTORI E CORDE DI GUARDIA .....	6
6.4.1	Stato di tensione meccanica.....	7
6.5	CAPACITÀ DI TRASPORTO .....	8
6.6	SOSTEGNI .....	8
6.7	ISOLAMENTO .....	10
6.7.1	Caratteristiche geometriche.....	10
6.7.2	Caratteristiche elettriche.....	11
6.8	MORSETTERIA ED ARMAMENTI.....	13
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.....	16
9	CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI.....	16
9.1	RICHIAMI NORMATIVI .....	16
9.2	CALCOLO DEI CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI.....	16
10	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	16
11	AREE IMPEGNATE.....	16
12	FASCE DI RISPETTO .....	17
13	SICUREZZA NEI CANTIERI.....	17
14	STIMA DEI COSTI.....	17

## 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.

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 direttrice 132KV Forno di Zoldo - Polpet

## 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
<b>Veneto</b>	<i>Belluno</i>	Forno di Zoldo	7.60 km
		Longarone	11.70 km
		Ponte nelle Alpi	2.80 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. DU23662A1BCX14222 allegata.

Campata	Codice	Opera	Proprietario
30 31	G1	Linea elettrica MT	Enel Distribuzione S.p.A.
35 36	G1	Linea elettrica MT	Enel Distribuzione S.p.A.
48 49	G2	Strada Comunale	Comune di Longarone
	G3	Strada provinciale n°251 'Val di Zoldo e Cellina'	Provincia di Belluno
49 50	G4	Torrente Maè	Genio Civile Regionale (Belluno)
50 51	G1	Linea elettrica MT	Enel Distribuzione S.p.A.
	G2	Strada Comunale	Comune di Longarone

	<b>Razionalizzazione e sviluppo RTN nella media valle del Piave</b> <b>Direttrice 132KV Forno di Zoldo - Polpet</b> <b>Relazione tecnico illustrativa</b>	Codifica <b>RU23662A1BCX14221</b>	
		Rev. 01 del 27/07/2011	Pag. 4 di 17

51	52	G1	Linea elettrica BT	Enel Distribuzione S.p.A.
		G2	Strada Comunale	Comune di Longarone
62	63	G5	Torrente Desedan	Genio Civile Regionale (Belluno)
64	64	G1	Linea elettrica BT	Enel Distribuzione S.p.A.
74	75	G6	Valle del Molino	Genio Civile Regionale (Belluno)
80	81	G7	Rio Salere	Genio Civile Regionale (Belluno)
		G1	Linea elettrica BT	Enel Distribuzione S.p.A.
		G8	Strada Comunale	Comune di Ponte nelle Alpi
83	84	G1	Linea elettrica MT	Enel Distribuzione S.p.A.
		G8	Strada Comunale	Comune di Ponte nelle Alpi
		G9	Metanodotto	Consorzio B.I.M. Piave

#### 4 DESCRIZIONE DELLE OPERE

L'intervento consiste nella messa in continuità, previo potenziamento, delle linee 132KV Forno di Zoldo – Desedan e Desedan – Polpet bypassando la cabina primaria di Desedan.

Questo collegamento consente di realizzare un anello tra gli impianti di Pelos, Calalzo, Forno di Zoldo, Polpet, Desedan e la nuova stazione di Gardona. Si veda lo schema di rete (Doc. n° WU22215A1BCX14003).

Il tratto iniziale dell'elettrodotto Forno di Zoldo-Desedan dal portale della stazione elettrica di Forno di Zoldo fino al sostegno n° 33, a seguito di manutenzioni avvenute negli anni '90, ha già le caratteristiche tecniche (sostegni, armamenti e conduttori) previsti nel progetto.

In questo tratto, ubicato in comune di Forno di Zoldo con eccezione del sostegno n° 33 posto in comune di Longarone in prossimità dei confini comunali, non risultano recettori sensibili all'interno della fascia relativa alle distanze di prima approssimazione (DPA) determinate dalla nuova corrente di riferimento (cfr. doc. n° DU22215A1BCX14052 tav. 4).

Gli interventi si intendono autorizzati ai sensi della Lg. 99/09 pertanto per tale tratto si richiede la sola autorizzazione ai fini dell'esercizio con la nuova corrente di riferimento indicata in progetto.

Il restante tratto dal sostegno n° 33 fino a Desedan e l'elettrodotto Desedan-Polpet verranno ricostruiti e collegati tra loro pressoché sullo stesso tracciato, salvo i tratti descritti nel seguito, con sostegni e componenti in classe 132KV.

Il tracciato, come risulta dalla planimetria con opere attraversate allegata (Doc. n° DU23662A1BCX14222) 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 ed in data 21 luglio 2010 con i comuni di Perarolo, Ospitale, Castellavazzo, Longarone e la provincia di Belluno.

Fanno eccezione due brevi tratti: il primo, ai margini occidentali del comune di Longarone la cui variante si rende necessaria per spostare l'elettrodotto da alcune abitazioni sottostanti, il secondo, in comune di Ponte nelle Alpi, per consentire la continuità del collegamento aereo non prevista in fase di stesura del primo protocollo d'intesa.

	<b>Razionalizzazione e sviluppo RTN nella media valle del Piave</b> <b>Direttrice 132KV Forno di Zoldo - Polpet</b> <b>Relazione tecnico illustrativa</b>	Codifica <b>RU23662A1BCX14221</b>	
		Rev. 01 del 27/07/2011	Pag. 5 di 17

Nel posizionamento dei sostegni nei tratti in cui si utilizza il tracciato esistente, quando possibile, si sono privilegiate soluzioni che permettono la realizzazione dei nuovi sostegni (in particolare le fondazioni degli stessi) a distanza di sicurezza dalla linea elettrica attuale in esercizio in modo da ridurre al minimo i tempi di fuori servizio del servizio elettrico durante i lavori.

La ricostruzione inizia in località Mezzocanale in comune di Longarone con la breve variante al tracciato esistente per evitare alcune abitazioni ora attraversate dalla linea quindi prosegue pressoché sul tracciato della linea esistente fino all'abitato di Igne.

Ad Igne il tracciato devia a nord ponendosi ai margini dell'area pianeggiante evitando così sia l'attuale centro abitato sia la prevista area di espansione urbanistica.

Superata Igne si rientra nel tracciato originario, viene attraversata la strada Statale n°251 'di Zoldo e della Val Cellina', il torrente Maè e raggiunge la località Pirago

Nel tratto da Pirago a Pian de Sedego viene affiancata dalla futura 132KV Gardona-Desedan.; I tracciati degli elettrodotti in questo tratto utilizzano la fascia ora occupata dai tre elettrodotti 132KV Polpet-Pelos, Forno di Zoldo-Desedan e Desedan-Ospitale che verranno demoliti.

Raggiunta la località Pian di Sedego il tracciato devia a monte per liberare l'area in sviluppo urbanistico ed attraversa il torrente Desedan circa 80m a monte dell'attuale attraversamento risalendo l'altura che sovrasta la centrale idroelettrica di Desedan per poi riprendere il tracciato dell'attuale linea Polpet-Desedan fino a Polpet.

Nel tratto finale, in comune di Ponte nelle Alpi, l'elettrodotto sottopassa le future linee 220KV Polpet-Lienz e Polpet-Soverzene posizionandosi a valle delle stesse prima di attestarsi al portale della stazione elettrica di Polpet.

#### **4.1 VINCOLI**

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

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 alla realizzazione del collegamento in cavo interrato 132KV Polpet-Desedan.

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°EU22215A1BCX14045 "Caratteristiche componenti elettrodotti aerei classe 132KV".

### 6.2 CARATTERISTICHE ELETTRICHE DELL'ELETTRODOTTO

Le caratteristiche elettriche dell'elettrodotto sono le seguenti:

Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	132 kV
Corrente nominale (per fase)	375 A
Potenza nominale	85 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 250m.

### 6.4 CONDUTTORI E CORDE DI GUARDIA

Ciascuna fase elettrica sarà costituita da un conduttore costituito da una corda di alluminio-acciaio della sezione complessiva di 307.7 mm<sup>2</sup> composta da n. 7 fili di acciaio del diametro 2,80 mm e da n. 26 fili di alluminio del diametro di 3.60 mm, con un diametro complessivo di 22.80 mm (Tavola LC 1 allegata).

Il carico di rottura teorico del conduttore sarà di 9752 daN.

	<b>Razionalizzazione e sviluppo RTN nella media valle del Piave</b> <b>Direttrice 132KV Forno di Zoldo - Polpet</b> <b>Relazione tecnico illustrativa</b>	Codifica <b>RU23662A1BCX14221</b>	
		Rev. 01 del 27/07/2011	Pag. 7 di 17

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

I conduttori avranno un'altezza da terra non inferiore a metri 11,00 superiore 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 (una corda di guardia nel tratto su palificazione esistente in comune di Forno di Zoldo) 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 10,50 mm e sezione di 65.81 mm<sup>2</sup>, sarà costituita da n. 19 fili del diametro di 2,10 mm (tavola LC 21).

Il carico di rottura teorico della corda di guardia sarà di 10196 daN.

La fune di allumoweld (LC51) del diametro di 11.50 mm, sezione 80.66 mm<sup>2</sup> avendo conducibilità elettrica doppia della fune di acciaio sarà installata nelle prime campate in uscita-ingresso dalle stazioni elettriche.

In alternativa è possibile l'impiego di una o di due corde di guardia in alluminio-acciaio con fibre ottiche, del diametro di 11.5 mm (tavola UX LC 59), 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=18% per il conduttore tipo LC 1

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=11.4% per corda di guardia LC21  
EDS=11.2% per corda di guardia LC51

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

- -9°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 3.1.3 CEI 11-60 – Portate in corrente dei conduttori bimetallici

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 esistenti del tratto in comune di Forno di Zoldo sono del tipo in semplice terna con testa a triangolo della serie unificata già predisposti per il nuovo conduttore.



Nel tratto che verrà ricostruito nei comuni di Longarone e Ponte nelle Alpi i sostegni saranno del tipo a delta rovescio a semplice terna di varie altezze secondo le caratteristiche altimetriche del terreno, in angolari di acciaio ad elementi zincati a caldo e bullonati. Gli angolari di acciaio sono raggruppati in elementi strutturali. Il calcolo delle sollecitazioni meccaniche ed il dimensionamento delle membrature è stato eseguito conformemente a quanto disposto dal D.M. 21/03/1988 e le verifiche sono state effettuate per l'impiego 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 132 kV semplice terna è 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, in termini di campata media (Cm), angolo di deviazione ( $\delta$ ) e costante altimetrica (K) sono i seguenti:

**SOSTEGNI 132 kV semplice terna a delta - ZONA B**  
**Conduttore All-Acc D=22.80mm EDS 18 %**

TIPO	ALTEZZA	CAMPATA MEDIA	ANGOLO DEVIAZIONE	COSTANTE ALTIMETRICA
"MY" Normale	10 ÷ 34 m	350 m	9°	0,2077

	<b>Razionalizzazione e sviluppo RTN nella media valle del Piave</b> <b>Direttrice 132KV Forno di Zoldo - Polpet</b> <b>Relazione tecnico illustrativa</b>	Codifica <b>RU23662A1BCX14221</b>	
		Rev. 01 del 27/07/2011	Pag. 10 di 17

“VY” Vertice	10 ÷ 34 m	350 m	29°30'	0,4155
“EY” Capolinea	10 ÷ 34 m	350 m	90°	0,4155

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  $C_m$ ,  $\delta$  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  $\delta$  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  $C_m$ ,  $\delta$  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.

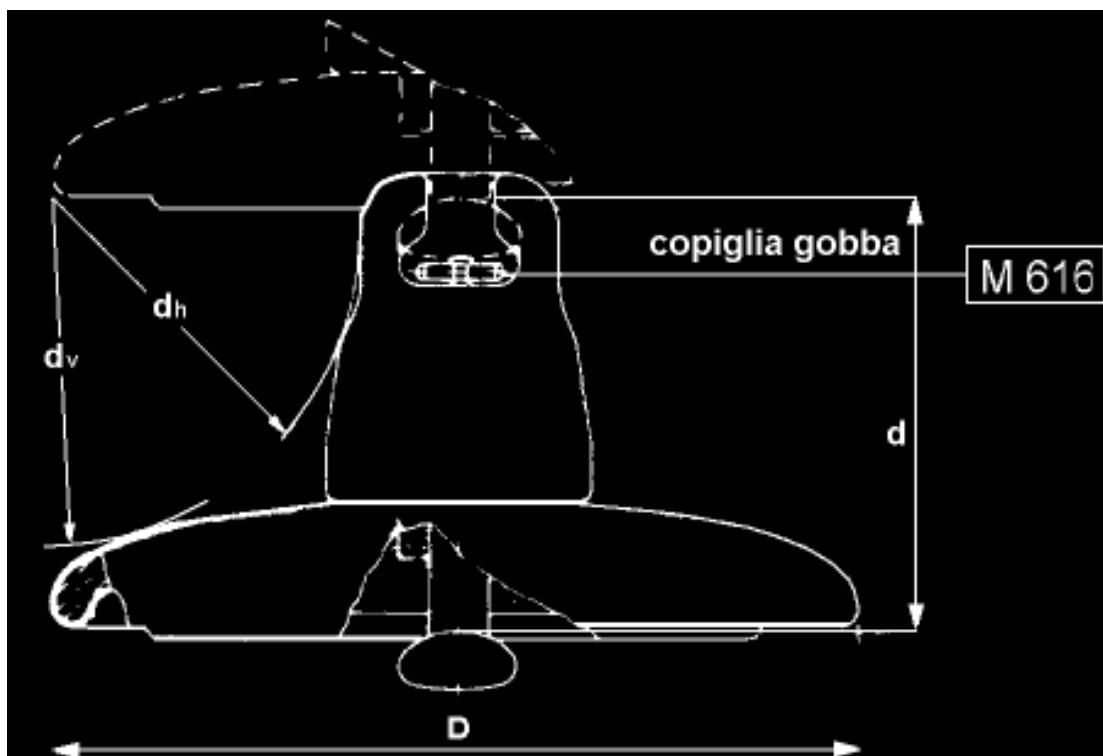
## 6.7 ISOLAMENTO

L'isolamento dell'elettrodotto in progetto, previsto per una tensione massima di esercizio di 170 kV, sarà realizzato con isolatori a cappa e perno in vetro temprato, con carico di rottura di 120 kN nei due tipi “normale” e “antisale”, connessi tra loro a formare catene di almeno 9 elementi come indicato nel grafico riportato al successivo paragrafo 5.7.2. Le catene di sospensione saranno del tipo a I (semplici o doppie per ciascuno dei rami) mentre le catene in amarro saranno due in parallelo.

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

### 6.7.1 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.

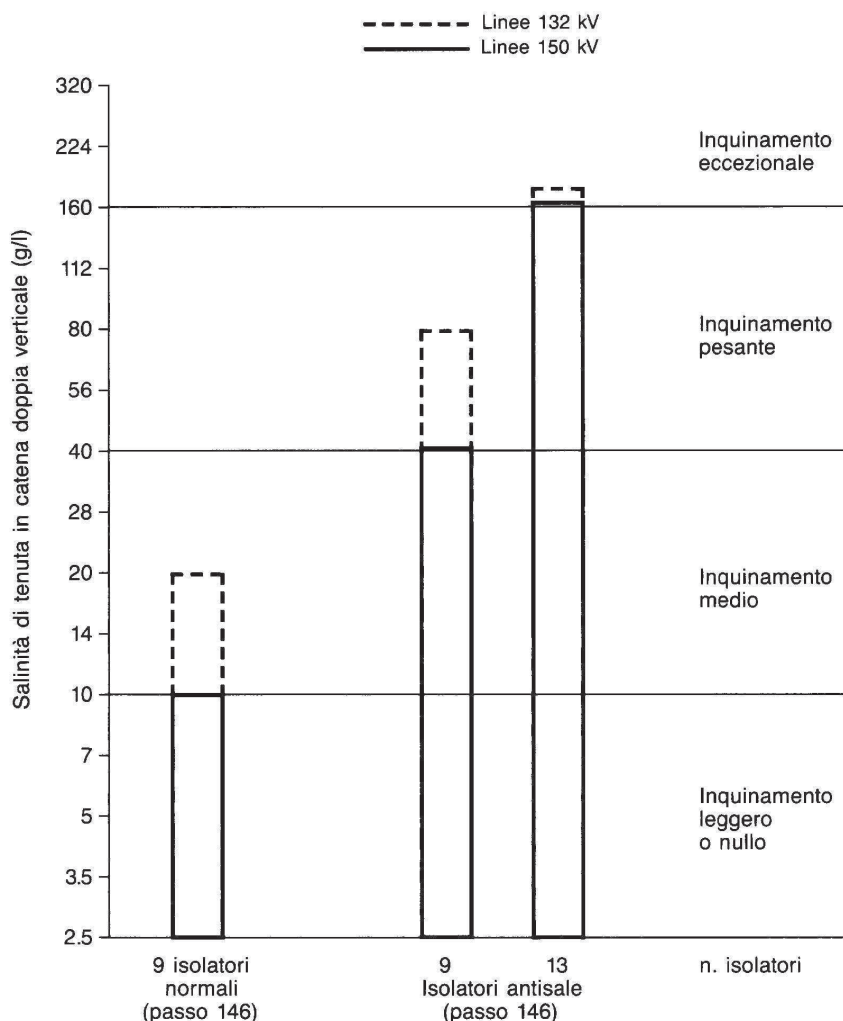
Per quanto riguarda il comportamento degli isolatori in presenza di inquinamento superficiale, nelle tabelle LJ1 e LJ2 allegate sono riportate, per ciascun tipo di isolatore, le condizioni di prova in nebbia salina, scelte in modo da porre ciascuno di essi in una situazione il più possibile vicina a 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 <sup>2</sup> )
I – Nullo o leggero (1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zone prive di industrie e con scarsa densità di abitazioni dotate di impianto di riscaldamento</li> <li>• Zone con scarsa densità di industrie e abitazioni, ma frequentemente soggette a piogge e/o venti.</li> <li>• Zone agricole (2)</li> <li>• Zone montagnose</li> </ul> <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"> <li>• Zone con industrie non particolarmente inquinanti e con media densità di abitazioni dotate di impianto di riscaldamento</li> <li>• Zone ad alta densità di industrie e/o abitazioni, ma frequentemente soggette a piogge e/o venti.</li> </ul>	40

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zone esposte ai venti marini, ma non troppo vicine alla costa (distanti almeno alcuni chilometri) (3)</li> </ul>	
III - Pesante	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zone ad alta densità industriale e periferie di grandi agglomerati urbani ad alta densità di impianti di riscaldamento produttori sostanze inquinanti</li> <li>• Zone prossime al mare e comunque esposte a venti marini di entità relativamente forte</li> </ul>	160
IV – Eccezionale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zone di estensione relativamente modesta, soggette a polveri o fumi industriali che causano depositi particolarmente conduttivi</li> <li>• Zone di estensione relativamente modesta molto vicine a coste marine e battute da venti inquinanti molto forti</li> <li>• Zone desertiche, caratterizzate da assenza di pioggia per lunghi periodi, esposte a tempeste di sabbia e sali, e soggette a intensi fenomeni di condensazione</li> </ul>	(*)

- (1) Nelle zone con inquinamento nullo o leggero una prestazione dell'isolamento inferiore a quella indicata può essere utilizzata in funzione dell'esperienza acquisita in servizio.
- (2) Alcune pratiche agricole quali la fertirrigazione o la combustione dei residui, possono produrre un incremento del livello di inquinamento a causa della dispersione via vento delle particelle inquinanti.
- (3) Le distanze dal mare sono strettamente legate alle caratteristiche topografiche della zona ed alle condizioni di vento più severe.
- (4) (\*) per tale livello di inquinamento non viene dato un livello di salinità di tenuta, in quanto risulterebbe più elevato del massimo valore ottenibile in prove di salinità in laboratorio. Si rammenta inoltre che l'utilizzo di catene di isolatori antisale di lunghezze superiori a quelle indicate nelle tabelle di unificazione (criteri per la scelta del numero e del tipo degli isolatori) implicherebbe una linea di fuga specifica superiore a 33 mm/kV fase-fase oltre la quale interviene una non linearità nel comportamento in ambiente inquinato.



Per le linee che attraversano zone con inquinamento nullo o leggero si impiegano catene composte da 9 elementi di tipo 'normale'.

Negli altri casi l'aumento del numero di elementi è sconsigliato poiché si ridurrebbero l'altezza utile del sostegno e le prestazioni geometriche dei gruppi mensola. Perciò nel caso risultassero insufficienti 9 isolatori 'normali' si passerà direttamente a 9 elementi 'Antisale' e se ancora insufficiente si potranno adottare fino a 13 elementi 'Antisale' che garantiscono la completa copertura del livello di inquinamento 'pesante'. (In questo caso bisogna tener conto delle mutate prestazioni dei gruppi mensola e dell'altezza utile del sostegno).

Nei rari casi di inquinamento 'eccezionale' si dovrà ricorrere a soluzioni particolari quali lavaggi periodici, in grassaggi ecc.

Le caratteristiche della zona interessata dall'elettrodotto in esame sono di inquinamento atmosferico nullo o leggero e quindi si è scelta la soluzione dei 9 isolatori (passo 146) tipo J1/1 (normale) per tutti gli armamenti.

## 6.8 MORSETTERIA ED ARMAMENTI

Gli elementi di morsetteria per linee in classe 132 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:

- 70 kN utilizzato per singolo ramo degli armamenti.
- 120 kN utilizzato per i componenti e le morse 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 132 kV si distinguono i tipi di equipaggiamento riportati nella tabella seguente.

EQUIPAGGIAMENTO	TIPO	CARICO DI ROTTURA	SIGLA
		(kN)	
a "I" semplice	360/1	70	SS
a "I" doppio	360/2	120	DS
a "M" semplice	360/3	120	M
Singolo per amarro	362/1	70	SA
Doppio per amarro	362/2	120	DA

La scelta degli equipaggiamenti viene effettuata, per ogni singolo sostegno, fra quelli disponibili nel progetto unificato, in funzione delle azioni (trasversale, verticale e longitudinale) determinate dal tiro dei conduttori e dalle caratteristiche di impiego del sostegno esaminato (campata media, dislivello a monte e a valle, ed angolo di deviazione).

## 6.9 FONDAZIONI

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

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

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

Ciascun piedino di fondazione è composto 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

	<b>Razionalizzazione e sviluppo RTN nella media valle del Piave</b> <b>Direttrice 132KV Forno di Zoldo - Polpet</b> <b>Relazione tecnico illustrativa</b>	Codifica <b>RU23662A1BCX14221</b>	
		Rev. 01 del 27/07/2011	Pag. 15 di 17

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.

## **6.11 CARATTERISTICHE DEI COMPONENTI**

Si rimanda alla consultazione dell'elaborato Doc. n. EU22215A1BCX14045 "Caratteristiche Componenti linee in classe 132KV"

## **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)

	<b>Razionalizzazione e sviluppo RTN nella media valle del Piave</b> <b>Direttrice 132KV Forno di Zoldo - Polpet</b> <b>Relazione tecnico illustrativa</b>	Codifica <b>RU23662A1BCX14221</b>	
		Rev. 01 del 27/07/2011	Pag. 16 di 17

## 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 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 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 16 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 30 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.



	<b>Razionalizzazione e sviluppo RTN nella media valle del Piave</b> <b>Direttrice 132KV Forno di Zoldo - Polpet</b> <b>Relazione tecnico illustrativa</b>	Codifica <b>RU23662A1BCX14221</b>	
		Rev. 01 del 27/07/2011	Pag. 17 di 17

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 € 3,6 milioni, di cui € 3.4 milioni di costo dei lavori al netto di IVA e € 0.2 milioni di spese generali al netto di IVA.