

**Elettrodotto aereo a 380 kV in doppia terna**  
**"S.E. Fusina 2 - S.E. Dolo"**  
**Variante nel Comune di Venezia**

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



**Storia delle revisioni**

Rev. 00	Del 15/09/2016	Prima emissione

Elaborato	Verificato	Approvato
Alban A. ING-REA-PRI NE	Scarietto S. ING-REA-PRI NE	Bennato M. ING-REA-PRI NE

m010CI-LG001-r02

Questo documento contiene informazioni di proprietà di Terna Rete Italia SpA e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. E' vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Terna Rete Italia SpA

## INDICE

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

## 1 PREMESSA

Oggetto della presente relazione tecnica è la descrizione degli aspetti specifici, non contenuti nella Relazione Tecnica Generale, del nuovo collegamento a 380 kV da realizzarsi tra le esistenti stazioni elettriche di Fusina 2 e di Dolo.

## 2 MOTIVAZIONI DELL'OPERA

Tale intervento rientra nel più ampio piano di razionalizzazione della rete elettrica di alta tensione nelle aree di Venezia e Padova per le cui motivazioni si rimanda al par. 2 del doc. n. RUCR10100BGL20002 "Relazione Tecnica Generale"; più in particolare l'intervento in oggetto, associato all'area "Malcontenta/Fusina" di cui al par. 4.2 della sopra citata Relazione Tecnica Generale, è individuato col codice identificativo "C5".

## 3 UBICAZIONE DELL'INTERVENTO E OPERE ATTRAVERSAE

Tra le possibili soluzioni sono stati individuati i tracciati più funzionali, che tengano conto di tutte le esigenze e delle possibili ripercussioni sull'ambiente, con riferimento alla legislazione nazionale e regionale vigente in materia.

Il percorso dell'elettrodotto è stato studiato in armonia con quanto dettato dall'art.121 del T.U. 11/12/1933 n.1775, comparando le esigenze della pubblica utilità delle opere con gli interessi pubblici e privati coinvolti, cercando in particolare di:

- contenere per quanto possibile la lunghezza del tracciato per occupare la minor porzione possibile di territorio;
- minimizzare l'interferenza con le zone di pregio ambientale, naturalistico, paesaggistico e archeologico;
- recare minor sacrificio possibile alle proprietà interessate, avendo cura di vagliare le situazioni esistenti sui fondi da asservire rispetto anche alle condizioni dei terreni limitrofi;
- evitare, per quanto possibile, l'interessamento di aree urbanizzate o di sviluppo urbanistico;
- assicurare la continuità del servizio, la sicurezza e l'affidabilità della Rete di Trasmissione Nazionale;
- permettere il regolare esercizio e manutenzione degli elettrodotti.

Inoltre, al fine di contenere ulteriormente l'impatto, è stata scelta la tipologia di sostegni unificati TERNA tubolari monostelo caratterizzati da un ingombro alla base ridotto rispetto ai sostegni a traliccio tradizionali.

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

REGIONE	PROVINCIA	COMUNE	PERCORRENZA
VENETO	VENEZIA	VENEZIA	4.7 km
		MIRA	0.1 km

Le opere attraversate, indicate nel doc. n. DUCR10100BGL20020 "Corografia con tracciato e opere attraversate", sono elencate nel doc. n. EUCR10100BGL20021 "Elenco opere attraversate".

#### **4 DESCRIZIONE DELLE OPERE**

L'opera oggetto della presente relazione tecnica consiste nella realizzazione di una variante a 380 kV in doppia terna tra le esistenti stazioni elettriche di Fusina 2 e di Dolo, nel Comune di Venezia.

Con riferimento al doc. n. DUCR10100BGL20007 "Corografia in scala 1:10.000 area di intervento Malcontenta/Fusina "C" – interventi previsti", il tracciato del nuovo tratto di elettrodotto a 380 kV doppia terna, parte dalla S.E. Fusina 2 e si sviluppa in direzione ovest, sfruttando un corridoio infrastrutturale posto tra la parte nord del "Vallone Moranzani" e lo scolo Fondi a Est, in parallelo a Via dell'Elettronica.

Dopo circa 3 km, il tracciato giunge in prossimità della proprietà San Marco Petroli: a questo punto, al fine di evitare l'attraversamento di zone antropizzate, il tracciato effettua una prima deviazione verso nord, attraversando via dell'Elettronica e costeggiando il retro dell'area industriale prospiciente a Via della Meccanica.

Successivamente, giunto in prossimità del nuovo svincolo sulla S.P. n. 24 (denominato "nodo di Via Malcontenta"), devia ancora verso ovest, attraversa la S.P. n. 24, e raggiunge l'incrocio con la S.S. n. 309 "Romea", che attraversa 2 volte al fine di evitare l'interferenza con un recettore.

Giunto nelle vicinanze dell'attuale asse linea, il tracciato devia definitivamente ad ovest, per congiungersi con l'elettrodotto in doppia terna esistente "C.le Fusina - S.E. Dolo" (n. 21.350/22.349), attestandosi al sostegno esistente n. 19.

Alla conclusione di tale intervento, sarà possibile demolire il tratto di linea esistente (n. 21.350/21.349), della lunghezza di circa 4,0 km, che attualmente sovrappassa l'abitato di via Malcontenta

La lunghezza complessiva della nuova parte di tracciato è di circa 4,8 km.

##### **4.1 VINCOLI**

Per quanto concerne i vincoli, si rimanda a quanto riportato nel par. 4.5 del doc. n. RUCR10100BGL20002 "Relazione Tecnica Generale".

#### **5 CRONOPROGRAMMA**

Il programma di massima dei lavori è illustrato nel par. 5 del doc. n. RUCR10100BGL20002 "Relazione Tecnica Generale".

## 6 CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'OPERA

### 6.1 PREMESSA

I calcoli delle frecce e delle sollecitazioni dei conduttori di energia, delle corde di guardia, dell'armamento, dei sostegni e delle fondazioni, sono rispondenti alla Legge n. 339 del 28/06/1986 ed alle norme contenute nei Decreti del Ministero dei LL.PP. del 21/03/1988 e del 16/01/1991 con particolare riguardo agli elettrodotti di classe terza, così come definiti dall'art. 1.2.07 del Decreto del 21/03/1988 suddetto; per quanto concerne le distanze tra conduttori di energia e fabbricati adibiti ad abitazione o ad altra attività che comporta tempi di permanenza prolungati, queste sono conformi anche al dettato del D.P.C.M. 08/07/2003.

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) e tenendo conto delle Norme Tecniche per le Costruzioni, Decreto 14/09/2005.

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 sono riportate in Appendice "E" doc. n. EUCR10100BGL10059 "Caratteristiche componenti elettrodotti aerei".

L'elettrodotto a 380 kV sarà costituito da una palificazione a doppia terna armata con 3 fasi ciascuna, composte da un fascio di 3 conduttori, per un totale di 18 conduttori di energia e con una corda di guardia, fino al raggiungimento dei sostegni capolinea, mentre da essi fino ai portali di ingresso in stazione, saranno impiegati 12 conduttori di energia e 2 corde di guardia, come meglio illustrato di seguito.

### 6.2 CARATTERISTICHE ELETTRICHE DELL'ELETTRODOTTO

Per le caratteristiche principali dell'elettrodotto a 380 kV in parola, si faccia riferimento alle relative voci del par. 6 del doc. n. RUCR10100BGL20002 "Relazione Tecnica Generale".

La portata in corrente in servizio normale del conduttore sarà conforme a quanto prescritto dalla norma CEI 11-60, con riferimento alla zona B.

### 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 400 m.

### 6.4 CONDUTTORI E CORDE DI GUARDIA

Fino al raggiungimento dei sostegni capolinea, ciascuna fase elettrica sarà costituita da un fascio di 3 conduttori (trinato) collegati fra loro da distanziatori. Ciascun conduttore di energia sarà costituito da una corda di alluminio-acciaio della sezione complessiva di 585,3 mm<sup>2</sup> composta da n. 19 fili di

acciaio del diametro 2,10 mm e da n. 54 fili di alluminio del diametro di 3,50 mm, con un diametro complessivo di 31,50 mm<sup>1</sup>.

Il carico di rottura teorico del conduttore sarà di 16852 daN.

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 mm<sup>2</sup>, con un diametro complessivo di 41,1 mm.

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

I conduttori avranno un'altezza da terra non inferiore a metri 12,0, arrotondamento per eccesso di quella massima prevista dall'art. 2.1.05 del D.M. 16/01/1991.

L'elettrodotto sarà inoltre equipaggiato con una corda di guardia destinata, oltre che a proteggere l'elettrodotto stesso dalle scariche atmosferiche, a migliorare la messa a terra dei sostegni. Tale corda di guardia, in acciaio rivestito di alluminio del diametro di 11,50 mm e sezione di 80,65 mm<sup>2</sup>, sarà costituita da n. 7 fili del diametro di 3,83 mm.

Il carico di rottura teorico della corda di guardia sarà di 9000 daN.

In alternativa è possibile l'impiego di una corda di guardia in alluminio-acciaio con fibre ottiche, del diametro di 17,9 mm, 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

---

<sup>1</sup> Per zone ad alto inquinamento salino può essere impiegato in alternativa il conduttore con l'anima a "zincatura maggiorata" ed ingrassato fino al secondo mantello di alluminio. Le caratteristiche tecniche del conduttore sono riportate nella tavola RQUT0000C2 rev. 01, allegata.

- **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

Nel seguente prospetto sono riportati i valori dei tiri in EDS per i conduttori, in valore percentuale rispetto al carico di rottura:

- **ZONA A** EDS=21% per il conduttore tipo RQUT0000C2 conduttore alluminio-acciaio
- **ZONA B** EDS=20% per il conduttore tipo RQUT0000C2 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 A** EDS=15% per corda di guardia tipo LC 60  
EDS=12,75% per corda di guardia tipo LC 51
- **ZONA B** EDS=13,96% per corda di guardia tipo LC 60  
EDS=11,82% per corda di guardia tipo LC 51

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) pari a:

- 16°C in zona A
- 25°C in zona B.

La linea in oggetto è situata in “**ZONA B**”

## 6.5 CAPACITÀ DI TRASPORTO

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

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

## 6.6 SOSTEGNI

I sostegni saranno del tipo a doppia terna tubolari monostelo di varie altezze secondo le caratteristiche altimetriche del terreno.

Il calcolo delle sollecitazioni meccaniche ed il dimensionamento delle strutture 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. Nei casi in cui ci sia l'esigenza tecnica di superare tale limite, si provvederà, in conformità alla normativa sulla segnalazione degli ostacoli per il volo a bassa quota, alla verniciatura del terzo superiore dei sostegni e all'installazione delle sfere di segnalazione sulle corde di guardia. I sostegni saranno provvisti di difese parasalita.

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

Ciascun sostegno si può considerare composto, fundamentalmente, dalla base, da un tronco intermedio, della quale fanno parte le mensole alle quali 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, e dalla punta alla cui sommità si trovano i cimini, atti a sorreggere le corde di guardia.

L'elettrodotto a 380 kV doppia terna in parola e' stato progettato utilizzando la serie unificata TERNA di sostegni tubolari monostelo con armamenti di sospensione a mensole isolanti e di amarro, 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 utilizzati e le loro prestazioni nominali, con riferimento al conduttore utilizzato alluminio-acciaio  $\Phi$  31,5 mm, in termini di campata media (Cm), angolo di deviazione ( $\delta$ ) e costante altimetrica (K), sono i seguenti:

#### **SOSTEGNI 380 kV Doppia Terna TUBOLARI, ZONA B - EDS 20 %**

TIPO	ALTEZZA	CAMPATA MEDIA	ANGOLO DEVIAZIONE	COSTANTE ALTIMETRICA
<b>MDT</b>	18 ÷ 51 m	300 m	6°	0,15
<b>PDT</b>	18 ÷ 51 m	300 m	12°	0,20
<b>AL</b>	18 ÷ 51 m	600 m	15°	0,20
<b>AN</b>	18 ÷ 51 m	600 m	22°	0,20
<b>AP</b>	18 ÷ 51 m	600 m	45°	0,30
<b>AC</b>	18 ÷ 51 m	600 m	66°	0,35

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,  $\delta$  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 almetrica 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.

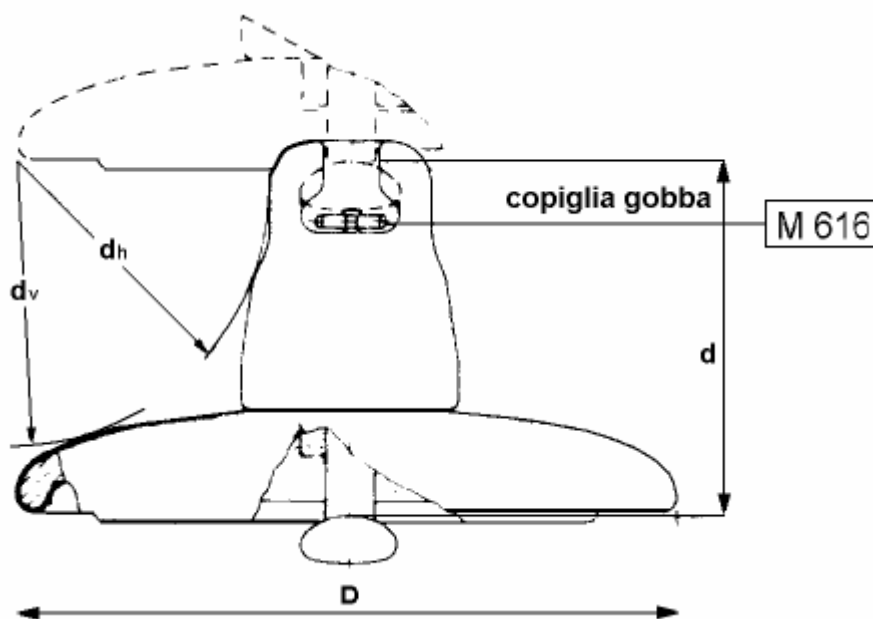
## 6.7 ISOLAMENTO

L'isolamento degli elettrodotti, previsto per una tensione massima di esercizio di 420 kV, sarà realizzato con isolatori a cappa e perno in vetro temprato, con carico di rottura di 160 e 210 kN nei due tipi "normale" (LJ1) e "antisale" (LJ2), connessi tra loro a formare catene di almeno 18 elementi negli amari e 21 nelle sospensioni, come indicato nel grafico riportato al successivo paragrafo 9.7.2. Le catene di amarro saranno tre in parallelo mentre quelle di sospensione saranno del tipo a mensole isolanti e, pertanto, saranno utilizzati anche gli isolatori a bastone in porcellana (LJ 21).

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.



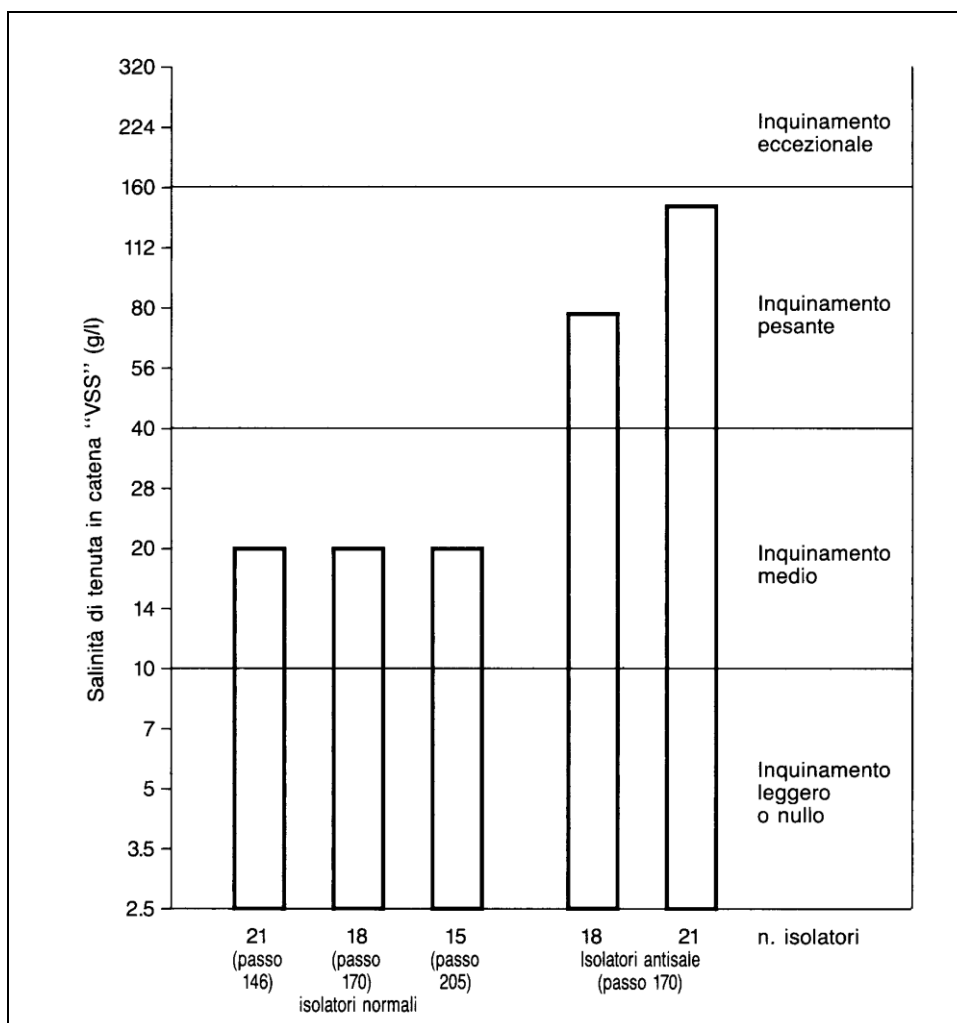
### 6.7.2 Caratteristiche elettriche

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 <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> <li>• Zone esposte ai venti marini, ma non troppo vicine alla costa (distanti almeno alcuni chilometri) (3)</li> </ul>	40
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.



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 pesante e quindi si è scelta la soluzione dei 19 isolatori (passo 170) tipo J2/4 (antisale) per gli armamenti in amarro mentre per quelli in sospensione, essendo realizzati con mensole isolanti, si è scelta la soluzione dei 21 isolatori (passo 170) tipo J2/4 (antisale) e 3 isolatori (3x1350) tipo J21/2 (normale).

## 6.8 MORSETTERIA ED ARMAMENTI

Gli elementi di morsetteria per linee a 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 a 380 kV si distinguono i tipi di equipaggiamento riportati nella tabella seguente.

EQUIPAGGIAMENTO	TIPO	CARICO DI ROTTURA (kN)		SIGLA
		Ramo 1	Ramo 2	
a mensole isolanti	LM91	2x210	300	MI
triplo per amarro	385/1	3 x 210		TA
doppio per amarro	387/2	2 x 120		DA
ad "I" per richiamo collo morto - conduttori binati	392/1	30		IR
ad "I" per richiamo collo morto - conduttori trinati	382/1	30		IR

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

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

Per quanto attiene i sostegni tubolari monostelo, le fondazioni sono a blocco unico, formate da parallelepipedi di base quadrata. Talvolta per adeguare la fondazione alla morfologia del terreno ed agli spazi, si ricorre al contributo con delle fondazioni profonde come trivellati, micropali, ancoraggi (di profondità variabile in funzione della litologia del terreno), collegati con un unico dado come blocco di fondazione.

L'abbinamento tra ciascun sostegno e la relativa fondazione è determinato nel Progetto Unificato Terna mediante apposite "tabelle delle corrispondenze" tra sostegni e fondazioni.

Dal punto di vista del calcolo dimensionale è stata seguita la normativa di riferimento per le opere in cemento armato di seguito elencata:

- D.M. 9 gennaio 1996, "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche";
- D.M. 14 febbraio 1992: "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche";
- D.M. 16 Gennaio 1996: Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi";
- Circolare Ministero LL.PP. 14 Febbraio 1974 n.11951: Applicazione delle norme sul cemento armato L. 5/11/71 n. 1086;
- Circolare Min. LL.PP. 4 Luglio 1996 n.156AA.GG./STC.: Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" di cui al Decreto Ministeriale 16 gennaio 1996.

Sono inoltre 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.

I sostegni utilizzati sono tuttavia stati verificati anche secondo le disposizioni date dal D.M. 9/01/96 (Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche)

Poiché le fondazioni unificate sono utilizzabili solo su terreni normali di buona e media consistenza, per sostegni posizionati su terreni con scarse caratteristiche geomeccaniche, su terreni instabili o su terreni allagabili si procederà all'esecuzione di indagini geologiche e sondaggi mirati; le fondazioni di tali sostegni saranno progettate ad hoc, in sede di progettazione esecutiva, sulla base dei risultati ottenuti dalle suddette indagini.

## **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'Appendice "E" doc. n. EUCR10100BGL20059 "Caratteristiche componenti elettrodotti aerei".

## **6.12 TERRE E ROCCE DA SCAVO**

Si faccia riferimento all'Appendice "H" doc. n. RGCR10100BSA00602 " Relazione Terre e Rocce da Scavo".

## **7 RUMORE**

Si faccia riferimento al par. 7 del doc. n. RUCR10100BGL20002 "Relazione Tecnica Generale".

## **8 INQUADRAMENTO GEOLOGICO PRELIMINARE**

Si faccia riferimento al par. 8 del doc. n. RUCR10100BGL20002 "Relazione Tecnica Generale".

## **9 CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI**

### **9.1 RICHIAMI NORMATIVI**

Si faccia riferimento al par. 10.1 del doc. n. RUCR10100BGL20002 "Relazione Tecnica Generale".

### **9.2 CALCOLO DEI CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI**

Si faccia riferimento al par. 10.2 del doc. n. RUCR10100BGL20002 "Relazione Tecnica Generale".

## **10 NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Si faccia riferimento al par. 11 del doc. n. RUCR10100BGL20002 "Relazione Tecnica Generale".

## **11 AREE IMPEGNATE**

Si faccia riferimento al par. 12 del doc. n. RUCR10100BGL20002 "Relazione Tecnica Generale".

## **12 FASCE DI RISPETTO**

Si faccia riferimento al par. 13 del doc. n. RUCR10100BGL20002 "Relazione Tecnica Generale".

## **13 SICUREZZA NEI CANTIERI**

Si faccia riferimento al par. 14 del doc. n. RUCR10100BGL20002 "Relazione Tecnica Generale".