

**RIASSETTO DELLA RETE ELETTRICA AT NELL'AREA METROPOLITANA DI ROMA –
"QUADRANTE SUD-OVEST"**

**VARIANTE AEREA DELLA LINEA A 380 kV
"ROMA OVEST – ROMA SUD" (CD SELVOTTA) (II.9)
RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA**



Storia delle revisioni

| Rev. | Data | Descrizione |
|---------|----------------|--|
| Rev. 00 | del 15/05/2010 | Sostituisce documento RE0584QSWBER00055 del 15.05.2010 |

| Elaborato | Verificato | Approvato |
|--|----------------------------|---------------------------|
| D. Lo Russo / A. Cataldo Progetto Energia Srl | S. Barnaba ING-PRE-PRCS | V. Di Dio ING-PRE-PRCS |

m010CI-LG001-r02

INDICE

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1 | PREMESSA..... | 3 |
| 2 | MOTIVAZIONI DELL'OPERA | 3 |
| 3 | UBICAZIONE DELL'INTERVENTO | 3 |
| 3.1 | Opere attraversate..... | 3 |
| 3.2 | Compatibilità urbanistica | 4 |
| 3.3 | Vincoli | 4 |
| 3.4 | Distanze di sicurezza rispetto alle attività soggette a controllo prevenzione incendi | 4 |
| 4 | DESCRIZIONE DELLE OPERE | 4 |
| 5 | CRONOPROGRAMMA | 5 |
| 6 | CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'OPERA..... | 5 |
| 6.1 | Premessa..... | 5 |
| 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 | Elettrodotti a 380 kV..... | 6 |
| 6.4.2 | Elettrodotti a 150 kV..... | 7 |
| 6.4.3 | Stato di tensione meccanica | 7 |
| 6.5 | Capacità di trasporto..... | 8 |
| 6.6 | Sostegni..... | 8 |
| 6.7 | Isolamento | 10 |
| 6.7.1 | Elettrodotti a 380 kV..... | 10 |
| 6.7.2 | Elettrodotti a 150 kV..... | 11 |
| 6.7.3 | Caratteristiche geometriche | 11 |
| 6.7.4 | Caratteristiche elettriche | 11 |
| 6.8 | Morsetteria ed armamenti..... | 14 |
| 6.8.1 | Elettrodotti a 380 kV..... | 14 |
| 6.8.2 | Elettrodotti a 150 kV..... | 15 |
| 6.9 | Fondazioni | 16 |
| 6.10 | Messe a terra dei sostegni | 17 |
| 6.11 | Caratteristiche dei componenti | 17 |
| 7 | RUMORE..... | 17 |
| 8 | INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO PRELIMINARE | 17 |
| 9 | TERRE E ROCCE DA SCAVO | 17 |
| 10 | CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI | 17 |
| 11 | NORMATIVA DI RIFERIMENTO | 17 |
| 12 | AREE IMPEGNATE..... | 17 |
| 13 | FASCE DI RISPETTO | 17 |
| 14 | SICUREZZA CANTIERI | 17 |

1 PREMESSA

Oggetto della presente relazione tecnica è la descrizione degli aspetti specifici, non contenuti nella Relazione Tecnica Generale (Doc. n. RUER10004B_1659739), relativi alla variante di tracciato dell'esistente elettrodotto aereo a 380 kV in singola terna "Roma Ovest – Roma Sud" nei pressi della stazione elettrica di Roma Sud.

Tale variante consente di eliminare l'interferenza del suddetto elettrodotto 380 kV con l'area urbanizzata denominata Selvotta.

2 MOTIVAZIONI DELL'OPERA

L'intervento descritto nella presente relazione rientra in un più ampio piano di interventi di potenziamento e razionalizzazione della rete AT dell'area metropolitana di Roma per le cui motivazioni si rimanda al cap. 2 della Relazione Tecnica Generale (doc. n. RUER10004B_1659739).

3 UBICAZIONE DELL'INTERVENTO

L'intervento oggetto del presente Piano Tecnico delle Opere ricade interamente nel Comune di Roma.

| REGIONE | PROVINCIA | COMUNE | PERCORRENZA (km) | |
|---------|-----------|--------|-----------------------|-----------------------|
| | | | Tratto aereo a 380 kV | Tratto aereo a 150 kV |
| Lazio | Roma | Roma | 3,14 | 0,75 |

Lo sviluppo complessivo dei tratti di variante aerea oggetto della presente relazione è pari a circa 3,9 km.

3.1 Opere attraversate

L'elenco delle principali opere attraversate con il nominativo delle Amministrazioni competenti è riportato nel documento "Elenco opere attraversate" (Doc. n. EUER10004B_1659784).

I suddetti attraversamenti sono altresì evidenziati anche nella corografia in scala 1:5.000 allegata (Doc. n. DUER10004B_1659783).

3.2 Compatibilità urbanistica

L'elaborato Doc. n. EUER10004B_1669671, "Appendice D" – Estratto Piani Regolatori Generali Comunali riporta i tracciati dei nuovi interventi sovrapposti alle carte con gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica vigenti ed esecutivi.

3.3 Vincoli

Si rimanda al par. 3.3 della Relazione Tecnica Generale (doc. n. RUER10004B_1659739).

3.4 Distanze di sicurezza rispetto alle attività soggette a controllo prevenzione incendi

Si rimanda al par. 3.4 della Relazione Tecnica Generale (doc. n. RUER10004B_1659739).

4 DESCRIZIONE DELLE OPERE

L'opera oggetto della seguente relazione tecnica consiste nella realizzazione di una variante di tracciato all'esistente elettrodotto aereo a 380 kV in singola terna "Roma Ovest – Roma Sud" nei pressi della stazione elettrica Roma Sud. Tale variante consente di eliminare l'interferenza dell'esistente elettrodotto con l'area urbanizzata denominata "Selvotta".

Il tracciato della variante, riportato sulla corografia allegata in scala 1:5000 (Dis. n. EUER10004B_1659783), è stato progettato in armonia con quanto dettato dall'art. 121 del T.U. 11/12/1933 n°. 1775, confrontando le esigenze della pubblica utilità delle opere con gli interessi pubblici e privati coinvolti, in modo da arrecare il minor sacrificio possibile alle aree interessate.

Il tracciato si sviluppa in aree agricole destinate prevalentemente a seminativo, comprese tra la SP n. 3C "Laurentina" e Via della Selvotta, situate nel Quadrante Sud - Est del Comune di Roma, Municipio IX, interessando aree delle località "Quarto della Torre" e di "Quarto dei Radicelli".

In questo ambito è stato individuato il tracciato più idoneo e razionale avendo valutato le possibili soluzioni alternative, in funzione delle ripercussioni sull'ambiente, con riferimento alla legislazione nazionale e regionale vigente in materia.

In particolare, il tracciato della variante ha origine dall'esistente sostegno n. 63 dell'elettrodotto a 380 kV "Roma Ovest – Roma Sud" e si sviluppa in direzione sud-est, attraversando il Fosso dello Schizzanello fino a raggiungere il sostegno n. 68N in corrispondenza del quale l'elettrodotto piega verso sud sovrappassando, nella campata 69N-70N, tre elettrodotti 150 kV esistenti uscenti dalla stazione elettrica di Roma Sud.

L'elettrodotto devia verso est fino al sostegno capolinea 71N per poi attestarsi sul portale di stazione.

Lo sviluppo complessivo del tracciato è di circa 3,14 km interessando interamente il territorio del Comune di Roma.

Al fine di realizzare la variante sopra descritta, si rende necessaria anche una variante all'esistente elettrodotto 150 kV doppia terna "Roma Sud – Laurentina", in assenza della quale non sarebbe tecnicamente possibile il sovrappasso della linea a 380 kV sulla suddetta linea a 150 kV DT nemmeno utilizzando i sostegni di altezza massima disponibili in unificazione, a causa della particolare orografia del terreno e della notevole altezza dei sostegni e dei conduttori della linea interferente.

Pertanto, il suddetto elettrodotto a 150 kV "Roma Sud – Laurentina" sarà oggetto di una variante che ha origine dal nuovo sostegno 3N, da infiggere in asse linea in prossimità dell'esistente sostegno 3 che verrà demolito; il tracciato si sviluppa fino al nuovo sostegno 1N in parallelismo con la variante principale dell'elettrodotto a 380 kV, evitando così l'incrocio fra le due linee.

Lo sviluppo complessivo del tracciato della variante alla linea a 150 kV è di circa 0,75 km.

A seguito della realizzazione delle due suddette varianti, sarà possibile demolire i tratti di elettrodotto non più funzionali alla rete elettrica; in particolare, verranno demoliti 3,25 km di elettrodotto a 380 kV (corrispondenti a 7 sostegni) e 0,82 km di elettrodotto a 150 kV DT (3 sostegni).

5 CRONOPROGRAMMA

Il programma di massima dei lavori è illustrato nel cap. 5 della Relazione Tecnica Generale (doc. n. RUER10004B_1659739).

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 nel Doc. n. EUER10004B_1661258 – "Appendice E - Caratteristiche componenti".

6.2 Caratteristiche elettriche dell'elettrodotto

Le caratteristiche elettriche dell'elettrodotto 380 kV in semplice terna sono le seguenti:

| | |
|---------------------------------|--------|
| Frequenza nominale | 50 Hz |
| Tensione nominale | 380 kV |
| Portata di corrente di progetto | 2955 A |

Per la variante prevista all'esistente elettrodotto 150 kV "Roma Sud – Laurentina" le caratteristiche elettriche sono le seguenti:

| | |
|---------------------------------|--------|
| Frequenza nominale | 50 Hz |
| Tensione nominale | 150 kV |
| Portata di corrente di progetto | 870 A |

Portata di corrente di progetto: per i conduttori alluminio/acciaio, ovvero per conduttori disciplinati dalla norma CEI 11-60, è conforme a quanto prescritto da suddetta normativa e coincide con la Portata in corrente in relazione alle condizioni di progetto (PCCP).

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 per elettrodotti a 380 kV e 350 m per le linee a 150 kV.

6.4 Conduttori e corde di guardia

6.4.1 Elettrodotti a 380 kV

Il tratto di elettrodotto a 380 kV sarà costituito da una palificazione a singola terna armata con una terna di fasi composta ciascuna da un fascio di 3 conduttori di energia (con un totale di 9 conduttori) e due corde di guardia, fino al raggiungimento del sostegno capolinea; lo stesso assetto, ma con fascio di conduttori binato, si ha tra il sostegno capolinea e il portale di stazione, come meglio illustrato di seguito. 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 mm² 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.

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

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 nel Doc. n. EUER10004B_1661258 – "Appendice E - Caratteristiche componenti".

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 circa 1000 mm², composti da n. 91 fili di alluminio del diametro di 3,74 mm, con un diametro complessivo di 41,1 mm (tavola LC8 allegata nel Doc. n. EUER10004B_1661259 "Componenti elettrodotti aerei a 380 kV ST").

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

I conduttori avranno un'altezza da terra non inferiore a metri 14, arrotondamento per accesso di 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.

La prima corda di guardia sarà del tipo in acciaio zincato con diametro di 11,5 mm (tavola LC 23 Doc. n. EUER10004B_1661259 "Componenti elettrodotti aerei a 380 kV ST"); la seconda fune sarà una fune di guardia con 48 fibre ottiche con diametro di 17,9 mm (tavola LC 50 Doc. n. EUER10004B_1661259 "Componenti elettrodotti aerei a 380 kV ST").

6.4.2 Elettrodotti a 150 kV

Relativamente alla variante all'elettrodotto a 150 kV, verrà impiegata una palificazione in semplice terna armata con una terna di fasi composta da un singolo conduttore per fase da 31,5 mm di diametro, dello stesso tipo di quello utilizzato per la variante dell'elettrodotto a 380 kV; l'elettrodotto sarà inoltre equipaggiato con una fune di guardia da 48 fibre ottiche e diametro da 11,5 mm.

I conduttori avranno un'altezza da terra non inferiore a metri 10, arrotondamento per accesso di quella minima prevista dall'art. 2.1.05 del D.M. 16/01/1991.

6.4.3 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

Entrambi le varianti in oggetto sono situate in “**ZONA A**”.

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 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.

La portata di corrente degli elettrodotti alle condizioni di progetto, ai sensi della norma CEI 11-60, risulta pari a 2955 A per il tratto in variante a 380 kV e a 870 A per il tratto in variante a 150 kV.

6.6 Sostegni

I sostegni che tipicamente saranno utilizzati per il tratto in variante a 380 kV sono del tipo a traliccio a delta rovescio in configurazione semplice terna, mentre sul tratto in variante a 150 kV sono previsti sostegni a traliccio con configurazione doppia terna, di varie altezze secondo le caratteristiche altimetriche del terreno, in angolari di acciaio ad elementi zincati a caldo e bullonati, raggruppati in

elementi strutturali. Ogni sostegno è costituito da un numero diverso di elementi strutturali in funzione della sua altezza. Il calcolo delle sollecitazioni meccaniche ed il dimensionamento delle membrature sono stati eseguiti 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 dal suolo o i 45 m dall'acqua.

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.

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 dagli elementi strutturali: mensole, parte comune, tronchi, base e piedi. Ad esse sono applicati gli armamenti (cioè l'insieme di elementi che consente di ancorare meccanicamente i conduttori al sostegno pur mantenendoli elettricamente isolati da esso) che possono essere di sospensione o di amarro. Vi sono infine i cimini, atti a sorreggere le corde di guardia.

I piedi 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 sarà quindi 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 54 m).

I tipi di sostegno standard utilizzati e le loro prestazioni nominali (riferiti alla zona A), con riferimento al conduttore utilizzato alluminio-acciaio Φ 31,5 mm, in termini di campata media (Cm), angolo di deviazione (δ) e costante altimetrica (K) sono i seguenti:

SOSTEGNI 380 kV Semplice Terna a delta rovescio - ZONA A EDS 21 %

| TIPO | ALTEZZA | CAMPATA MEDIA | ANGOLO DEVIAZIONE | COSTANTE ALTIMETRICA |
|-----------------|-----------|---------------|-------------------|----------------------|
| "L" Leggero | 15 ÷ 42 m | 400 m | 0°43' | 0,1647 |
| "N" Normale | 15 ÷ 42 m | 400 m | 4° | 0,2183 |
| "M" Medio | 15 ÷ 54 m | 400 m | 8° | 0,2762 |
| "P" Pesante | 15 ÷ 42 m | 400 m | 16° | 0,3849 |
| "V" Vertice | 15 ÷ 54 m | 400 m | 32° | 0,3849 |
| "C" Capolinea | 15 ÷ 42 m | 400 m | 60° | 0,3849 |
| "E" Eccezionale | 15 ÷ 42 m | 400 m | 100° | 0,3849 |

L'elettrodotto a 150 kV in doppia terna sarà 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 12 a 33 m).

I tipi di sostegno 150 kV utilizzati e le loro prestazioni nominali riferiti alla zona A con riferimento al conduttore utilizzato alluminio-acciaio Φ 31,5 mm, in termini di campata media (Cm), angolo di deviazione (δ) e costante altimetrica (k) sono le seguenti:

SOSTEGNI 150 kV Doppia Terna - ZONA A EDS 21 %

| TIPO | ALTEZZA | CAMPATA MEDIA | ANGOLO DEVIAZIONE | COSTANTE ALTIMETRICA |
|-----------------|-----------|---------------|-------------------|----------------------|
| "L" Leggero | 12 ÷ 33 m | 315 m | 0° | 0,19020 |
| "N" Normale | 12 ÷ 45 m | 350 m | 3°24' | 0,24000 |
| "M" Medio | 12 ÷ 33 m | 350 m | 11°28' | 0,36000 |
| "V" Vertice | 12 ÷ 42 m | 350 m | 35°40' | 0,36000 |
| "E" Eccezionale | 12 ÷ 33 m | 350 m | 90° | 0,36000 |

Ogni tipo di sostegno ha un campo di impiego rappresentato da un diagramma di utilizzazione nel quale sono rappresentate le prestazioni lineari (campate media), trasversali (angolo di deviazione) e verticali (costante altimetrica K).

Il diagramma di utilizzazione di ciascun sostegno è costruito secondo il seguente criterio.

Partendo dai valori di Cm, δ e K relativi alle prestazioni nominali, si calcolano le forze (azione trasversale e azione verticale) che i conduttori trasferiscono all'armamento.

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

In ragione di tale criterio, all'aumentare della campata media diminuisce sia il valore dell'angolo di deviazione sia la costante altimetrica con cui è possibile impiegare il sostegno.

La disponibilità dei diagrammi di utilizzazione agevola la progettazione, in quanto consente di individuare rapidamente se il punto di lavoro di un sostegno, di cui si siano determinate la posizione lungo il profilo della linea e l'altezza utile, e quindi i valori a picchetto di Cm, δ e K, ricade o meno all'interno dell'area delimitata dal diagramma di utilizzazione stesso.

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

6.7.1 Elettrodotti a 380 kV

L'isolamento degli elettrodotti a 380 kV, 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 amarri e 21

nelle sospensioni, come indicato nel grafico riportato al successivo paragrafo 6.7.1. 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.

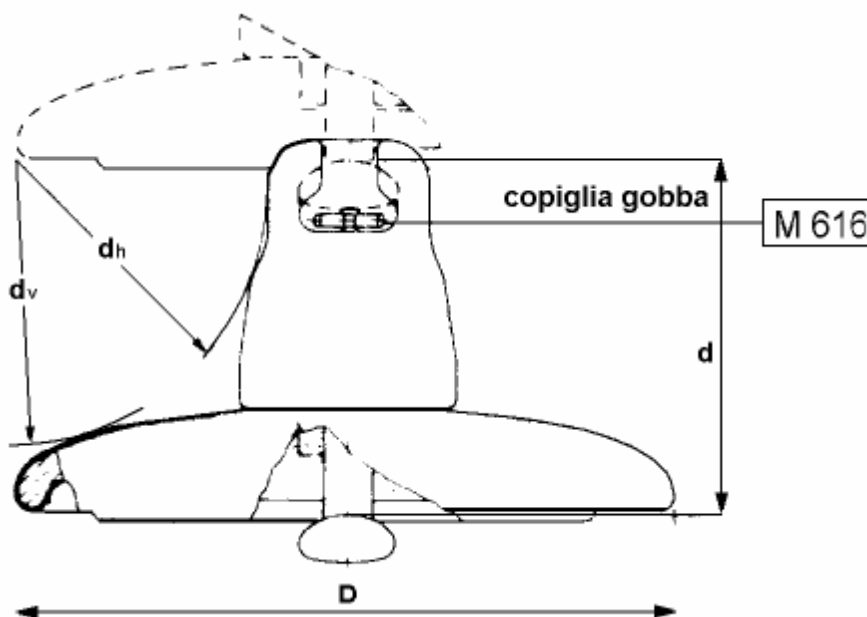
6.7.2 Elettrodotti a 150 kV

L'isolamento degli elettrodotti a 150 kV, 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 70 kN (o in alternativa 120 kN) nei due tipi "normale" e "antisale", connessi tra loro a formare catene di almeno 9 elementi. Le catene di sospensione saranno del tipo a I, semplice o doppia, mentre le catene in amarro saranno doppie.

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

6.7.3 Caratteristiche geometriche

Nei documenti LIN_000000J1 e LIN_000000J2 allegati 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.



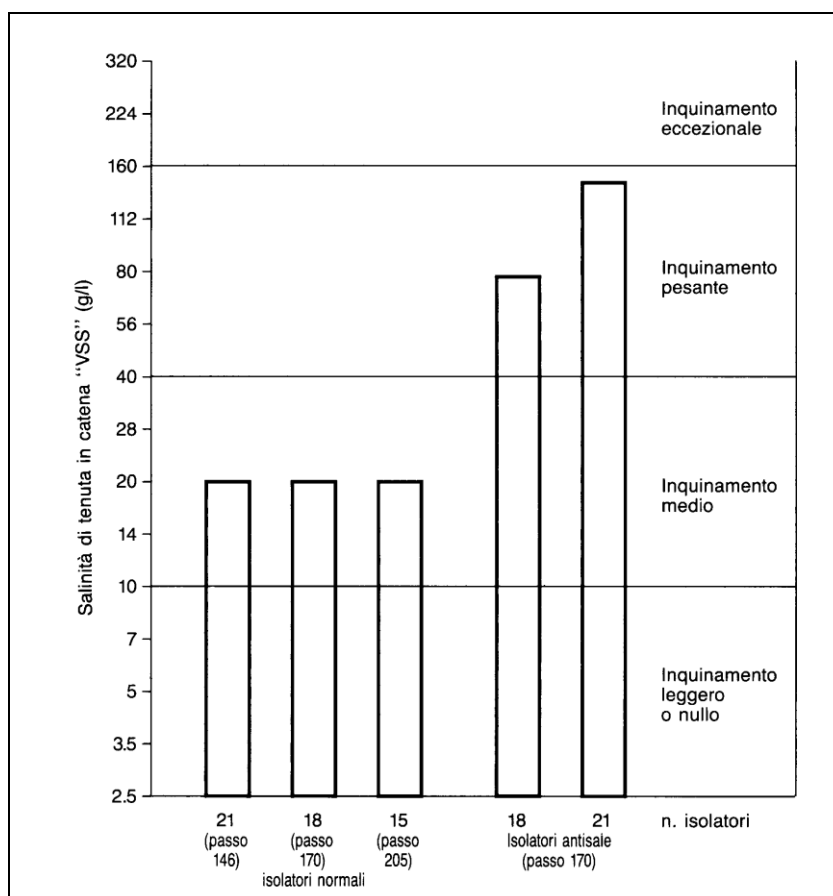
6.7.4 Caratteristiche elettriche

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, documenti LIN_000000J1 e LIN_000000J2 allegati, 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 producenti 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.



Le caratteristiche della zona interessata dall'elettrodotto a 380 kV in esame sono di inquinamento atmosferico medio e quindi si è scelta la soluzione dei 21 isolatori (passo 146) tipo J 1/3 (normale) per tutti gli armamenti in sospensione e quella dei 18 isolatori (passo 170) tipo J1/4 (normale) per gli armamenti in amarro.

Per le linee a 150 kV che attraversano zone prive di inquinamento atmosferico è previsto l'impiego di catene (di sospensione o di amarro) composto da 9 elementi di tipo "normale".

Tale scelta rimane invariata, come si vede dal diagramma sopra riportato, per inquinamento "molto leggero" e che può essere accettata anche per inquinamento "leggero" (linee a 150 kV) secondo la classificazione riportata nella tabella precedente.

Negli altri casi, al crescere dell'inquinamento, occorrerebbe aumentare il numero di elementi per catena. L'allungamento delle catene, d'altra parte, riduce ovviamente l'altezza utile del sostegno, ed anche le prestazioni geometriche dei gruppi mensole. Si ha perciò un aumento dei costi dello stesso ordine di quello derivante dall'impiego degli "antisale". Perciò se risultano insufficienti 9 elementi di tipo "normale" si passerà direttamente a 9 elementi "antisale". Nei pochi casi in cui anche tale soluzione risulta insufficiente si adotteranno fino a 13 elementi "antisale" che garantiscono una completa "copertura" del livello di inquinamento "pesante" (tenendo in conto le necessarie modifiche alle prestazioni dei gruppi mensole e all'altezza utile dei sostegni). Nei rari casi di caso di inquinamento "eccezionale" si dovrà ricorrere a soluzioni particolari quali lavaggi periodici, ingrassaggi, ecc.

Le caratteristiche della zona interessata dall'elettrodotto a 150 kV in esame sono di inquinamento atmosferico medio e quindi si è scelta la soluzione dei n. 9 isolatori (passo 146) tipo J1/1 (normale) per tutti gli armamenti in sospensione e quella dei n. 9 isolatori (passo 146) tipo J1/1.

6.8 Morsetteria ed armamenti

6.8.1 Elettrodotti a 380 kV

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 "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 |
| a mensole isolanti | LM90 | 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 | 392/1 | 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).

A seguito delle verifiche di dettaglio, degli armamenti in sospensione, potranno essere utilizzati dei contrappesi agganciati in corrispondenza delle morse di sospensione per garantire il mantenimento delle distanze elettriche tra i conduttori e le strutture di sostegno.

6.8.2 Elettrodotti a 150 kV

Gli elementi di morsetteria per linee a 150 kV sono stati dimensionati in modo da poter sopportare gli sforzi massimi trasmessi dai conduttori agli isolatori, ovvero da questi alle mensole.

Sono stati previsti cinque tipi di equipaggiamento: tre impiegabili in sospensione e due in amarro. Per gli equipaggiamenti di amarro e di sospensione dei conduttori è stato previsto un unico carico di rottura pari a 120 kN.

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.

Nella tabella seguente sono riportati i carichi di rottura delle varie parti che costituiscono gli armamenti, (considerando un conduttore da 31,5 mm); ciascun armamento è suddiviso nelle seguenti parti:

1. Catene di isolatori
2. Equipaggiamento
3. Morse
4. Contrappeso

| CATENA DI ISOLATORI | | ISOLATORI TIPO | CARICO DI ROTTURA kg | N° ELEMENTI IN SERIE |
|---------------------|----------|----------------|----------------------|----------------------|
| NORMALI | SEMPLICE | J 1/1 | 7.000 | 9 N |
| | DOPPIA | J 1/1 | 2 X 7.000 | 9 N |
| ANTISALE | SEMPLICE | J 2/1 | 7.000 | 9 AS |
| | DOPPIA | J 2/1 | 2 X 7.000 | 9 AS |
| EQUIPAGGIAMENTO | | TIPO | CARICO DI ROTTURA kg | SIGLA |
| DOPPIO PER AMARRO | | 362/2 | 12.000 | DA |
| MORSA | | TIPO | CARICO DI ROTTURA kg | SIGLA |
| DI AMARRO | | 521/2 | 17.160 | A |

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 (mista in acciaio-calcestruzzo) 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 da:

- 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 ad hoc.

Concorrono alla scelta della tipologia di fondazione da realizzare anche valutazioni inerenti le aree e suoli interessati dai lavori, l’accessibilità al cantiere da parte delle macchine operatrici, la morfologia del terreno, la litologia del terreno, la presenza della falda acquifera, l’opportunità di ridurre i movimenti terra.

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 per la parte relativa ai livelli di tensione 380 kV e 150 kV alla consultazione dell'elaborato EUER10004B_1661258 – "Appendice E - Caratteristiche componenti".

7 RUMORE

Si faccia riferimento al cap. 9 della Relazione Tecnica Generale (Doc. n. RUER10004B_1659739).

8 INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO PRELIMINARE

Si faccia riferimento al cap. 8 della Relazione Geologica preliminare (Doc. n. RGER10004B1824804).

9 TERRE E ROCCE DA SCAVO

Per le informazioni sulla gestione delle terre e rocce da scavo si rimanda al documento "Piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti" (Doc. n. RGER10004B1818504) e relative tavole, che tratta in maniera dettagliata tale argomento.

10 CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

Si rimanda alla consultazione della relazione Doc. n. RUER10004B_1669667 contenuta nell'Appendice C.

11 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si faccia riferimento al cap. 11 della Relazione Tecnica Generale (Doc. n. RUER10004B_1659739).

12 AREE IMPEGNATE

Si faccia riferimento al cap. 12 della Relazione Tecnica Generale (Doc. n. RUER10004B_1659739).

13 FASCE DI RISPETTO

Si faccia riferimento al cap. 13 della Relazione Tecnica Generale (Doc. n. RUER10004B_1659739).

14 SICUREZZA CANTIERI

Si faccia riferimento al cap. 14 della Relazione Tecnica Generale (Doc. n. RUER10004B_1659739).