

TRE RINNOVABILI S.r.l.

Impianto eolico "Guisina" da 29,9 MW ed opere connesse

Comuni di Monreale e Piana degli Albanesi (PA)

Progetto Definitivo Impianto di Rete per la connessione alla RTN

A.3 Relazione descrittiva Raccordi linea RTN 220 kV



Rev. 0

Luglio 2021

wood.

Indice

1	Introduzione	4
2	Inquadramento territoriale	5
2.1	Ubicazione dell'intervento	5
2.2	Analisi vincolistica e inquadramento urbanistico	5
2.3	Inquadramento geologico	5
2.4	Opere Attraversate	5
3	Descrizione dei nuovi raccordi linea a 220 kV	6
3.1	Caratteristiche principali dell'opera	6
3.2	Normativa di riferimento	6
3.3	Caratteristiche tecniche dei nuovi raccordi	7
3.3.1	Caratteristiche dei componenti	7
3.3.2	Caratteristiche elettriche	7
3.3.3	Distanza tra i sostegni	7
3.3.4	Conduttori e corde di guardia	8
3.3.5	Capacità di trasporto	9
3.3.6	Sostegni	9
3.3.7	Isolamento	10
3.3.8	Morsetteria ed armamenti	12
3.3.9	Fondazioni	13
3.3.10	Messa a terra dei sostegni	15
4	Fase di costruzione dei raccordi linea	16
5	Terre e rocce da scavo	17
5.1	Modalità di gestione delle terre e rocce da scavo	17
5.2	Stima dei volumi di scavi e rinterrati	17
6	Fase di costruzione dei raccordi linea RTN	19
6.1	Oggetto dei lavori e criteri di esecuzione	19
6.2	Accessi ed impianti di cantiere	19
6.3	Attrezzature e automezzi di cantiere	19
6.4	Impiego di manodopera in fase di cantiere	20
6.5	Controlli, certificazioni, collaudi	20

7	Prove e messa in servizio dei raccordi linea RTN	21
7.1	Attrezzature e automezzi in fase di messa in servizio	21
7.2	Impiego di manodopera in fase di commissioning	21
8	Rumore	22
9	Identificazione delle fasce di rispetto	23
9.1	Metodologia di calcolo delle fasce di rispetto	23
9.1.1	Correnti di calcolo	23
9.1.2	Calcolo della Distanza di prima approssimazione (Dpa)	23
10	Campi elettromagnetici	25
10.1	Riferimenti normativi	25
10.2	Calcolo dei campi magnetici	25
11	Aree impegnate e aree potenzialmente impegnate	27
12	Stima dei costi di costruzione	28
13	Sicurezza nei cantieri	29
14	Distanze di sicurezza - controllo prevenzione incendi	30
15	Stima dei tempi di realizzazione	31
16	Normativa di riferimento	32
16.1	Leggi	32
16.2	Norme CEI	33

**Questo documento è di proprietà di TRE RINNOVABILI S.r.l.
e il detentore certifica che il documento è stato ricevuto legalmente. Ogni utilizzo, riproduzione o
divulgazione del documento deve essere oggetto di specifica autorizzazione da parte di TRE
RINNOVABILI S.r.l.**

1 Introduzione

Il presente documento si configura come la relazione tecnico-descrittiva dei nuovi raccordi linea della RTN a 220 kV che consentiranno il collegamento in entra-esce della nuova stazione elettrica di smistamento 220 kV, denominata "**Monreale 3**", alla linea esistente a 220 kV della RTN "Partinico-Ciminna". La realizzazione di tali opere comporterà la demolizione di un tratto in singola terna della linea esistente a 220 kV "Partinico-Ciminna", nonché dei sostegni N. 80 e N. 81, che saranno sostituiti dai nuovi sostegni N. 79 A/1 e N. 81 A/1.

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

- evitare l'interessamento di aree urbanizzate o di sviluppo urbanistico;
- minimizzare la lunghezza del tracciato, compatibilmente con la morfologia del territorio;
- minimizzare l'interferenza con le zone di pregio ambientale, naturalistico, paesaggistico e archeologico;
- assicurare la continuità del servizio, la sicurezza e l'affidabilità della Rete di Trasmissione Nazionale;
- permettere il regolare esercizio e manutenzione dell'elettrodotto.

Tra le possibili soluzioni il tracciato identificato è risultato quindi il più funzionale, tenuto conto di tutte le esigenze sopra descritte e dei possibili impatti sull'ambiente.

2 Inquadramento territoriale

2.1 Ubicazione dell'intervento

Il tracciato dei nuovi raccordi aerei ricade nei Comuni di Monreale e Piana degli Albanesi (PA), sviluppandosi per una lunghezza indicativa di circa 4 km, in un territorio prettamente collinare. Tutte le aree attraversate sono attualmente ad uso agricolo o a pascolo e non si trovano nelle vicinanze agglomerati urbani o industriali. I centri abitati più prossimi al tracciato dell'elettrodotto sono il Comune di Piana degli Albanesi, ubicato 8 km a nord e il Comune di Corleone, localizzato 9 km a sud.

Per maggiori dettagli circa l'inquadramento territoriale, si rimanda alla Tav. 01 "Planimetria Generale su carta IGM – Impianto di Rete", Tav. 02a-b "Planimetria su CTR con interventi – Impianto di Rete", Tav. 03a-b "Planimetria su Ortofoto con interventi – Impianto di Rete" e Tav. 04 " Planimetria su Catastale con interventi – Impianto di Rete".

2.2 Analisi vincolistica e inquadramento urbanistico

Il tracciato dei nuovi raccordi aerei non attraversa aree soggette a vincoli ambientali, paesaggistici o archeologici, come si può osservare dalle Tav. 05a "Planimetria su CTR aree PAI - Impianto di Rete", Tav. 05b "Inquadramento generale su CTR aree RAMSAR RETE NATURA 2000 IBA" ad esclusione di un piccolo tratto in prossimità del punto di connessione con la linea "Partinico-Ciminna", soggetto a vincolo idrogeologico ai sensi del Regio Decreto 3267/1923 come da Tav.05c "Inquadramento generale su CTR vincolo idrogeologico – Impianto di Rete".

Inoltre, la quasi totalità delle opere non risulta ricadere tra le aree percorse da fuoco come censite dal Sistema Informativo Forestale (SIF) della Regione Sicilia (anni 2007-2019), ad eccezione di una breve porzione dei raccordi che insiste su aree percorse da fuoco nell'anno 2017; non essendo dette aree riconducibili a zone boscate o pascoli, come verificato nella carta uso del suolo, si ritengono non applicabili i divieti imposti dalla Legge 21 novembre 2000, n. 353 Legge-quadro in materia di incendi boschivi.

Per quanto riguarda la compatibilità urbanistica dell'intervento, si rimanda alla Tav. 06 "Planimetria con stralcio PRG – Comune di Monreale (PA)" e alla Tav. 07 "Planimetria con stralcio PRG – Comune di Piana degli Albanesi (PA)", dove il tracciato dei nuovi raccordi linea è stato sovrapposto alle tavole dei Piani Regolatori Generali dei comuni interessati dalle opere.

Relativamente ai vincoli aeroportuali si faccia riferimento all'All. C.4 "Valutazione interferenze al volo – Raccordi linea RTN".

2.3 Inquadramento geologico

Per un inquadramento geologico ed idrogeologico preliminare dell'area relativa ai raccordi alla linea RTN si rimanda alla relazione dedicata riportata in All. C.5 "Relazione Geologica, Geomorfologica e Idrogeologica – Impianto di Rete".

2.4 Opere Attraversate

L'elenco delle opere attraversate dal tracciato dei raccordi linea è sintetizzato nella Tabella 2-1, dove è stato indicato anche l'ente gestore/proprietario di ciascuna opera attraversata. Gli attraversamenti sono cartograficamente rappresentati nelle Tav. 20a-c "Inquadramento generale su CTR con indicazione Opere Attraversate – Raccordi linea RTN". In particolare le Tav. 20b e Tav. 20c mostrano anche il rilievo topografico della zona circostante i raccordi.

Tabella 2-1: elenco delle opere attraversate

Numero attraversamento	Tipo attraversamento	Ente gestore/proprietario
ST-01	Linea BT	ENEL
ST-02	Linea MT	ENEL

3 Descrizione dei nuovi raccordi linea a 220 kV

3.1 Caratteristiche principali dell'opera

Il collegamento in entra-esce della nuova stazione RTN "Monreale 3" alla dorsale esistente in linea aerea a 220 kV "Partinico - Ciminna" verrà realizzato attraverso due nuovi raccordi linea in semplice terna ("Raccordi RTN"), affiancati l'uno all'altro per la quasi totalità del tracciato, che andranno ad intercettare una delle due terne esistenti della dorsale "Partinico - Ciminna" in corrispondenza dei sostegni N. 80 e N. 81. I nuovi raccordi avranno le seguenti caratteristiche:

- Raccordo Ovest, verso la stazione RTN di Partinico, che si svilupperà per circa 3.910 m, con la realizzazione di N. 11 nuovi sostegni in doppia terna (incluso il sostegno identificato con la sigla N. 81 A/1, come specificato in seguito);
- Raccordo Est, verso la stazione di Ciminna, che si svilupperà per circa 3.980 m con la realizzazione di N. 12 nuovi sostegni in doppia terna (incluso il sostegno identificato con la sigla N. 79 A/1, come specificato in seguito).

I sostegni di ciascun raccordo saranno della serie unificata a 220 kV DT (doppia terna), della stessa tipologia di quelli attualmente installati per la dorsale "Partinico-Ciminna" (come da indicazioni di Terna), in amarro e con altezze utili in coerenza con l'andamento orografico e altimetrico del terreno. La scelta dei sostegni in doppia terna è basata sulle indicazioni ricevute dal Gestore di Rete, essendo così già predisposti per un eventuale secondo entra-esce alla linea "Partinico-Ciminna".

Le campate dei raccordi linea avranno una lunghezza variabile tra 100 e 590 m.

Per poter effettuare l'entra-esce sulla linea esistente, al fine di garantire le prestazioni meccaniche adeguate agli sforzi a cui saranno sottoposti i sostegni, sarà necessario rimuovere i sostegni N. 80 e 81 della linea "Partinico-Ciminna", sostituendoli con due nuovi sostegni che saranno costruiti nelle immediate vicinanze degli stessi (ad una distanza di circa 11-12 m), denominati rispettivamente N. 79 A/1 e 81 A/1 (si veda Tav. 19a "Profilo altimetrico - Raccordi linea RTN"). Detti sostegni avranno, di conseguenza, la funzione di raccordare le due tratte provenienti dagli esistenti sostegni N. 79 e N. 82, con i nuovi raccordi linea, ed indirizzarle verso i portali dei due rispettivi stalli a 220 kV della futura stazione RTN "Monreale 3".

I sostegni N. 80 e 81 saranno demoliti congiuntamente con una delle due terne costituenti la campata compresa tra i sostegni medesimi; l'altra terna esistente, non interessata dalla demolizione, verrà ritenuta tra i nuovi sostegni 79 A/1 e 81 A/1.

Per maggiori dettagli relativi al tracciato dei raccordi linea si rimanda alle Tav. 02a-b "Planimetria su CTR con interventi - Impianto di Rete".

3.2 Normativa di riferimento

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 n. 449 del 21/03/1988 e n. 1260 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, inclusivo di tutti i componenti (sostegni e fondazioni, conduttori, morsetteria, isolatori, ecc.) con le relative modalità di impiego, è conforme al Progetto Unificato TERNA ("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, D.M. 17 gennaio 2018.

3.3 Caratteristiche tecniche dei nuovi raccordi

3.3.1 Caratteristiche dei componenti

Le tavole grafiche dei componenti impiegati che costituiscono i nuovi raccordi linea con le loro caratteristiche sono riportate nell'All. C.3 "Caratteristiche Componenti – Raccordi linea RTN".

3.3.2 Caratteristiche elettriche

Le principali caratteristiche elettriche dell'elettrodotto sono riportate in Tabella 3-1:

Tabella 3-1: Caratteristiche elettriche delle linee aeree

Caratteristiche elettriche elettrodotto	
Tensione nominale	220 kV c.a.
Frequenza nominale	50 Hz

Ai sensi della norma CEI 11-60, al fine di individuare la portata in corrente di una data linea, l'Italia è stata suddivisa in due zone:

- Zona A, comprendente le località ad altitudine non maggiore di 800 m s.l.m. dell'Italia Centrale, Meridionale ed Insulare;
- Zona B, comprendente tutte le località dell'Italia Settentrionale e le località ad altitudine maggiore di 800 m s.l.m. dell'Italia Centrale, Meridionale ed Insulare.

La portata in corrente in servizio normale (PCSN) del conduttore sarà conforme a quanto prescritto dalla norma CEI 11-60, per elettrodotti a 220 kV ricadenti in zona A. Sebbene vi siano limitate zone aventi altitudine di poco superiore a 800 m s.l.m. in vicinanza dell'intercettazione della dorsale esistente "Partinico-Ciminna", si è presa come riferimento la zona A in quanto considerata più conservativa in termini di campo magnetico generato e dimensionamento. Si riporta la Tabella 3-2, estratta dalla normativa precedentemente menzionata, per entrambi i periodi stagionali C¹ e F.

Tabella 3-2: Portate in corrente in servizio normale del conduttore di riferimento nelle due zone climatiche A e B e nei rispettivi periodi stagionali per le linee 220 kV

Tensione nominale della linea (kV)	Portata in corrente in servizio normale del conduttore di riferimento (A)			
	Zona A		Zona B	
	Periodo C	Periodo F	Periodo C	Periodo F
220	665	905	610	710

La portata in corrente in servizio normale del conduttore, corrispondente al Periodo F, pari a 905 A, sarà utilizzata ai fini della valutazione del campo di induzione magnetica e delle fasce di rispetto.

3.3.3 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 per il livello di tensione 220 kV si può ritenere essere circa pari a 400 ÷ 500 m. Nello specifico, per il tracciato identificato, la distanza dei sostegni è riportata nelle Tav. 19b "Profilo altimetrico Raccordi linea

¹ Ai sensi della Norma CEI 11-60 si definisce:

- periodo C, caldo, comprendente i mesi di maggio, giugno, luglio, agosto e settembre
- periodo F, freddo, comprendente i mesi di ottobre, novembre, dicembre, gennaio, febbraio, marzo e aprile

RTN per il raccordo ovest "Monreale 3 - Partinico" e nella Tav. 19c "Profilo altimetrico Raccordi linea RTN" per il raccordo est "Monreale 3 - Ciminna".

3.3.4 Conduttori e corde di guardia

I conduttori di energia LC2 UE sono n. 6. Ciascuna fase elettrica sarà infatti costituita da N. 1 conduttore di energia formato da una corda di alluminio-acciaio della sezione complessiva di 585,3 mmq composta da N. 19 fili di acciaio del diametro 2,10 mm e da N. 54 fili di alluminio del diametro di 3,5 mm, risultante in un diametro di 31,50 mm.

Il carico di rottura della corda del conduttore di energia, secondo le norme CEI 7-2, sarà di 16.852 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 nell'All. C.3 "Caratteristiche Componenti – Raccordi linea RTN". Ciascuna fase appartenente alle campate tra i sostegni di raccordo alla linea esistente (capolinea) e i portali della stazione sarà costituita dallo stesso conduttore.

I conduttori avranno un'altezza da terra non inferiore a metri 9, arrotondamento per eccesso dell'altezza minima prescritta 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 e potrà essere di uno dei seguenti tipi:

- acciaio zincato del diametro di 11,50 mm e sezione di 78,94 mmq, costituita da N. 19 fili del diametro di 2,30 mm, del tipo rappresentato nella tavola LC 23 dell'All. C.3 "Caratteristiche Componenti – Raccordi linea RTN". Il carico di rottura teorico della corda di guardia sarà di 10.645 daN;
- acciaio rivestito di alluminio avente diametro 11,5 mm e sezione 80,65 mm², costituita da N. 7 fili del diametro 3,83, del tipo rappresentato nella tavola LC 51 dell' All. C.3 "Caratteristiche Componenti – Raccordi linea RTN". Il carico di rottura teorico della corda sarà di 9.000 daN;
- alluminio-acciaio del diametro di 10,5 mm, con 48 fibre ottiche da utilizzarsi per il sistema di protezione, controllo e conduzione degli impianti. Il carico di rottura teorico della corda di guardia è di 5.200 daN.

3.3.4.1 Stato di tensione meccanica

Il tiro dei conduttori e delle corde di guardia viene 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).

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
- CVS1 – Condizione di verifica sbandamento catene : 0°C, vento a 26 km/h
- 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 alluminio-acciaio \varnothing 31,5 mm
- ZONA B EDS=18% per il conduttore alluminio-acciaio \varnothing 31,5 mm

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 in condizione EDS.

Sono stati ottenuti i seguenti valori:

- ZONA A EDS=12,9% per la corda di guardia
- ZONA B EDS=11,2% per la corda di guardia

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 nel calcolo delle tabelle di tesatura:

- • -16°C in zona A
- • -25°C in zona B.

Come indicato al paragrafo 3.3.2, si è considerato che la linea in oggetto sia situata in "ZONA A".

3.3.5 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 (si veda paragrafo 3.3.2 per ulteriori dettagli).

3.3.6 Sostegni

Ogni raccordo aereo sarà costituito da una palificazione con sostegni del tipo a doppia terna a tiro pieno, tronco-piramidali, analoghi a quelli esistenti della dorsale "Partinico-Ciminna"; i sostegni saranno realizzati con angolari di acciaio ad elementi zincati a caldo e bullonati, e saranno di varie altezze in funzione delle caratteristiche altimetriche del terreno.

Ai fini della distribuzione dei sostegni, si considera che il franco minimo in massima freccia deve essere rispondente a quanto previsto dal D.M. 21/03/1988 e ss.mm.ii e in ogni caso compatibile con quanto richiesto ai fini della vigente normativa sui campi elettrici e magnetici. Le distanze di rispetto orizzontali minime per i sostegni sono quelle di cui allo stesso D.M. 21/03/1988 e ss.mm.ii.

Il calcolo delle sollecitazioni meccaniche ed il dimensionamento delle membrature è stato eseguito conformemente a quanto disposto dal D.M. 21/03/1988 e le verifiche sono state effettuate per l'impiego sia in zona "A" che in zona "B". Essi avranno un'altezza tale da garantire, anche in caso di massima freccia del conduttore, il franco minimo prescritto dalle vigenti norme; l'altezza totale fuori terra non sarà in ogni caso superiore a 50 m. I sostegni saranno provvisti di difese parasalita.

Per quanto concerne detti sostegni, fondazioni e relativi calcoli di verifica, si riserva la possibilità 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 220 kV doppia terna è realizzato utilizzando una serie unificata di tipi di sostegno, 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 variabili da 15 a 42 m con passo di 3 metri).

I tipi di sostegni standard utilizzati e le loro prestazioni nominali sono riferite alla zona A, con riferimento al:

- conduttore utilizzato (alluminio-acciaio \varnothing 31,5 mm)
- campata media (Cm)
- angolo di deviazione (α)
- costante altimetrica (K)

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

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

- 1) Partendo dai valori di Cm, α e K relativi alle prestazioni nominali, si calcolano le forze (azione trasversale e azione verticale) che i conduttori trasferiscono all'armamento;
- 2) Successivamente, con i valori delle azioni così calcolate, per ogni valore di campata media, si vanno a determinare i valori di α 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, α e K, ricade o meno all'interno dell'area delimitata dal diagramma di utilizzazione stesso.

3.3.7 Isolamento

L'isolamento degli elettrodotti, previsto per una tensione massima di esercizio di 245 kV, potrà essere realizzato con isolatori a cappa e perno in vetro temprato, con carico di rottura di 120 kN nei due tipi "normale" e "antisale" rispettivamente riportati nella tabella LJ1 e LJ2 contenute nell' All. C.3 "Caratteristiche Componenti – Raccordi linea RTN". Tali isolatori saranno connessi tra loro a formare catene di almeno 16 elementi negli amarrati e nelle sospensioni, come indicato nei seguenti paragrafi. Le catene di sospensione saranno del tipo a I (semplici o doppie per ciascuno dei rami), mentre le catene in amarro saranno sempre due in parallelo. Le caratteristiche degli isolatori rispondono a quanto previsto dalle norme CEI.

3.3.7.1 Caratteristiche geometriche

Nella tabella LJ1 contenuta nell' All. C.3 "Caratteristiche Componenti – Raccordi linea RTN" sono riportate le caratteristiche geometriche tradizionali ed inoltre le due distanze "dh" e "dv" (si veda la Figura 3-1) atte a caratterizzare il comportamento a sovratensione di manovra sotto pioggia.

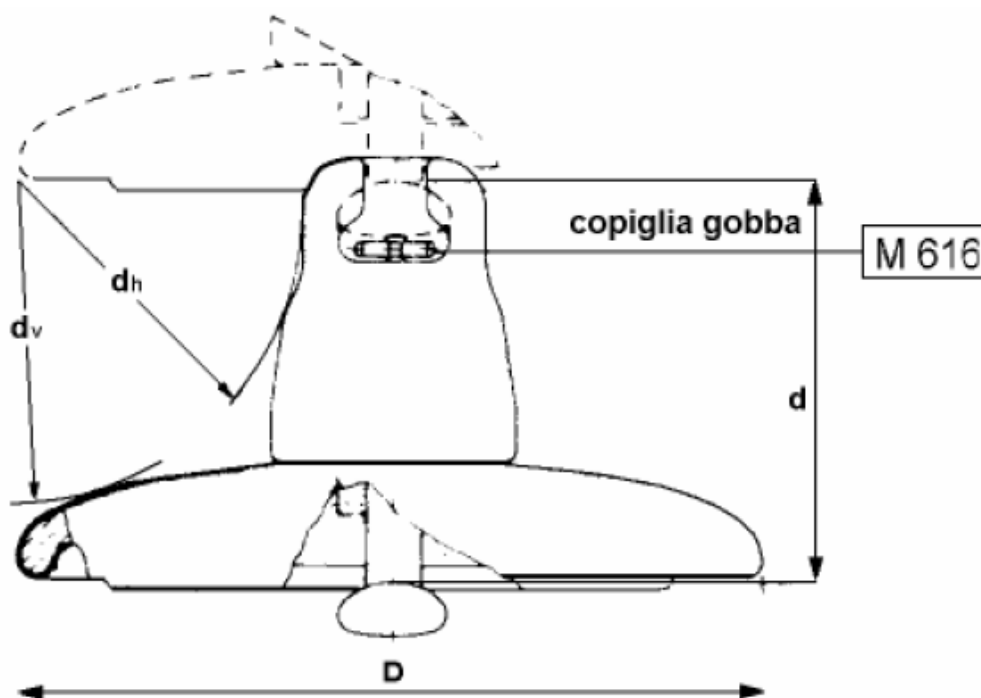


Figura 3-1 – Caratteristiche geometriche isolatori cappa e perno di tipo normale in vetro temprato

3.3.7.2 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 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.

Le caratteristiche della zona interessata dall'elettrodotto in esame sono di inquinamento atmosferico medio e quindi in base alla zona si è scelta la soluzione dei 16 isolatori (passo 146) tipo J 2/2 (antisale) e degli isolatori compositi, dove necessario, del tipo antisale per tutti gli armamenti, sia in sospensione che in amarro.

Tabella 3-3 – Criterio per l'individuazione del tipo di isolatore e il numero di elementi da impiegare

LIVELLO DI INQUINAMENTO NOMINALE	DEFINIZIONE	MINIMA SALINITA' DI TENUTA (kg/m ²)
I – Nullo o leggero ²	<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. 	10

² 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.

LIVELLO DI INQUINAMENTO NOMINALE	DEFINIZIONE	MINIMA SALINITA' DI TENUTA (kg/m ²)
	<ul style="list-style-type: none"> - Zone agricole ³ - Zone montagnose - Occorre che tali zone distino almeno 10-20 km dal mare e non siano direttamente esposte a venti marini ⁴ 	
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) ⁴ 	40
III - Pesante	<ul style="list-style-type: none"> - Zone ad alta densità industriale e periferie di grandi agglomerati urbani ad alta densità di impianti di riscaldamento produttori sostanze inquinanti - Zone prossime al mare e comunque esposte a venti marini di entità relativamente forte 	160
IV – Eccezionale	<ul style="list-style-type: none"> - Zone di estensione relativamente modesta, soggette a polveri o fumi industriali che causano depositi particolarmente conduttivi - Zone di estensione relativamente modesta molto vicine a coste marine e battute da venti inquinanti molto forti - Zone desertiche, caratterizzate da assenza di pioggia per lunghi periodi, esposte a tempeste di sabbia e sali, e soggette a intensi fenomeni di condensazione 	(⁵)

3.3.8 Morsetteria ed armamenti

Gli elementi di morsetteria per linee a 220 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;
- 120 kN utilizzato per i rami semplici degli armamenti di amarro di un singolo conduttore.

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 220 kV si distinguono i tipi di equipaggiamento riportati nella tabella seguente, graficamente rappresentati

³ 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.

⁴ Le distanze dal mare sono strettamente legate alle caratteristiche topografiche della zona e dalle condizioni di vento più severe.

⁵ (*) 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.

nell' All. C.3 "Caratteristiche Componenti - Raccordi linea RTN".

Tabella 3-4: Tipo di equipaggiamenti per linee 220 kV

ARMAMENTI 220 kV	TIPO	CARICO DI ROTTURA (kN)	SIGLA
Doppio amarro	LM132	2 x 120 kN	DA
Doppia sospensione	LM 32	2 x 120 kN	DS

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).

3.3.9 Fondazioni

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

La fondazione è la struttura interrata (mista in acciaio-calcestruzzo) incaricata di trasmettere gli sforzi generati dai conduttori e dal peso proprio del sostegno (compressione e trazione) al sottosuolo. Le fondazioni unificate sono utilizzabili su terreni normali, di buona o media consistenza.

Ciascun piedino di fondazione è composto di tre parti:

1. 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;
2. un colonnino a sezione circolare, inclinato secondo la pendenza del montante del sostegno;
3. 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.

Saranno inoltre realizzati dei piccoli scavi in prossimità del sostegno per la posa dei dispersori di terra con successivo reinterro e costipamento.

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. 17 gennaio 2018 Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni";
- D.M. Infrastrutture e Trasporti 14 settembre 2005 n. 159 "Norme tecniche per le costruzioni";
- 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";
- Decreto Interministeriale 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). 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.

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.

Di seguito sono descritte le principali attività relative alle varie tipologie di fondazione utilizzate.

3.3.9.1 Fondazioni a plinto con riseghe

Predisposti gli accessi alle piazzole per la realizzazione dei sostegni, si procede alla pulizia del terreno e allo scavo delle fondazioni. Queste saranno in genere di tipo diretto e dunque si limitano alla realizzazione di 4 plinti agli angoli dei tralicci (fondazioni a piedini separati).

Ognuna delle quattro buche di alloggiamento della fondazione è realizzata utilizzando un escavatore e avrà dimensioni di circa 3x3 m con una profondità non superiore a 4 m, per un volume medio di scavo pari a circa 30 mc; una volta realizzata l'opera, la parte che resterà in vista sarà costituita dalla parte fuori terra dei colonnini di diametro di circa 1 m.

Pulita la superficie di fondo scavo si getta, se ritenuto necessario per un migliore livellamento, un sottile strato di "magrone". Nel caso di terreni con falda superficiale, si procederà all'aggottamento della fossa con una pompa di esaurimento.

In seguito si procede con il montaggio dei raccordi di fondazione e dei piedi, il loro accurato livellamento, la posa dell'armatura di ferro e delle casserature, il getto del calcestruzzo.

Trascorso il periodo di stagionatura dei getti, si procede al disarmo delle casserature. Si esegue quindi il reinterro con il materiale proveniente dagli scavi, se ritenuto idoneo, ripristinando il preesistente andamento naturale del terreno. Il materiale di risulta, mediamente meno del 10% di quello scavato, può essere utilizzato in loco per la successiva sistemazione del sito o allocato in discarica.

3.3.9.2 Pali trivellati

La realizzazione delle fondazioni con pali trivellati avviene come segue:

- Pulizia del terreno;
- posizionamento della macchina operatrice;
- realizzazione di un fittone per ogni piedino mediante trivellazione fino alla quota prevista in funzione della litologia del terreno desunta dalle prove geognostiche eseguite in fase esecutiva (mediamente 15 m) con diametri che variano da 1,5 a 1,0 m, per complessivi 15 mc circa per ogni fondazione;
- posa dell'armatura;
- getto del calcestruzzo fino alla quota di imposta del traliccio;

A fine stagionatura del calcestruzzo del trivellato si procederà:

- al montaggio e posizionamento della base del traliccio;

- alla posa dei ferri d'armatura ed al getto di calcestruzzo per realizzare il raccordo di fondazione al trivellato;
- al ripristino del piano campagna ed all'eventuale rinverdimento.

Durante la realizzazione dei trivellati, per limitare gli inconvenienti dovuti alla presenza di falda, verrà utilizzata, in alternativa al tubo forma metallico, della bentonite che, a fine operazioni, dovrà essere recuperata e smaltita secondo le vigenti disposizioni di legge. Anche in questo caso il materiale di risulta può essere riutilizzato per la sistemazione del sito o smaltito in discarica autorizzata.

3.3.9.3 Micropali

La realizzazione delle fondazioni con micropali avviene come segue:

- Pulizia del terreno;
- posizionamento della macchina operatrice;
- realizzazione di una serie di micropali per ogni piedino con trivellazione fino alla quota prevista;
- posa dell'armatura;
- iniezione malta cementizia;
- scavo per la realizzazione dei dadi di raccordo micropali-traliccio;
- messa a nudo e pulizia delle armature dei micropali;
- montaggio e posizionamento della base del traliccio;
- posa in opera delle armature del dado di collegamento;
- getto del calcestruzzo.

Il volume di scavo complessivo per ogni piedino è circa 4 mc. A fine stagionatura del calcestruzzo si procederà:

- al disarmo dei dadi di collegamento;
- al ripristino del piano campagna ed all'eventuale rinverdimento.

Durante la realizzazione dei micropali, per limitare gli inconvenienti dovuti alla presenza di falda, verrà utilizzato un tubo forma metallico, per contenere le pareti di scavo, che contemporaneamente alla fase di getto sarà recuperato. Anche in questo caso il materiale di risulta può essere riutilizzato per la sistemazione del sito o smaltito in discarica autorizzata.

3.3.10 Messa 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.

4 Fase di costruzione dei raccordi linea

La realizzazione di ciascun sostegno prende avvio con l'allestimento dei cosiddetti "microcantieri" nelle aree dove sarà ubicato ciascun sostegno. Essi sono destinati alle operazioni di scavo, getto in cemento armato delle fondazioni, reinterro ed infine all'assemblaggio degli elementi costituenti la tralicciatura del sostegno.

Durante la realizzazione delle opere, il criterio di gestione del materiale scavato prevede il suo deposito temporaneo presso ciascun "micrositi" e successivamente il suo utilizzo per il reinterro degli scavi, previo accertamento, durante la fase esecutiva, dell'idoneità di detto materiale per il riutilizzo in sito. In caso contrario, saranno eseguiti appositi campionamenti e il materiale scavato sarà destinato ad idonea discarica, con le modalità previste dalla normativa vigente (si veda per ulteriori dettagli il par. 5).

Per tutte le tipologie di fondazioni, l'operazione successiva consiste nel montaggio dei sostegni, ove possibile sollevando con una gru elementi premontati a terra a tronchi, a fiancate o anche ad aste sciolte. Ove richiesto, si procede alla verniciatura dei sostegni.

Infine, una volta realizzato il sostegno, si procederà alla risistemazione dei "microcantieri", previo minuzioso sgombero da ogni materiale di risulta, rimessa in pristino delle pendenze del terreno costipato ed idonea piantumazione e ripristino del manto erboso.

Nel complesso, tipicamente, i tempi necessari per la realizzazione di un sostegno non superano il mese e mezzo, tenuto conto anche della sosta necessaria per la stagionatura dei getti.

5 Terre e rocce da scavo

5.1 Modalità di gestione delle terre e rocce da scavo

La normativa di riferimento in materia di gestione delle terre e rocce da scavo derivanti da attività finalizzate alla realizzazione di un'opera, è costituita dal DPR 120 del 13 giugno 2017. Tale normativa prevede, in estrema sintesi, tre modalità di gestione delle terre e rocce da scavo:

- riutilizzo in situ, tal quale, di terreno non contaminato ai sensi dell'art. 185 comma 1 lett. c) del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. (esclusione dall'ambito di applicazione dei rifiuti);
- gestione di terre e rocce come "sottoprodotto" ai sensi dell'art. 184-bis del D.Lgs. 152/06 e s.m.i., con possibilità di riutilizzo diretto o senza alcun intervento diverso dalla normale pratica industriale, nel sito stesso o in siti esterni;
- gestione delle terre e rocce come rifiuti.

Nel caso specifico, il progetto in esame prevederà di privilegiare, per quanto possibile, il totale riutilizzo del terreno tal quale in situ, senza necessità di conferimento dei materiali scavati a siti esterni come sottoprodotti/rifiuti, in accordo all'art. 185 comma 1 lett. c) del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. che, nello specifico, esclude dall'ambito di applicazione della disciplina dei rifiuti:

[...] c) il suolo non contaminato e altro materiale allo stato naturale escavato nel corso di attività di costruzione, ove sia certo che esso verrà riutilizzato a fini di costruzione allo stato naturale e nello stesso sito in cui è stato escavato. [...]

In ottemperanza alla normativa vigente, è necessario presentare un piano preliminare di utilizzo in situ delle terre e rocce da scavo, redatto ai sensi dell'art. 24 c. 3 del DPR sopra richiamato. Per il progetto in esame si è pertanto predisposto l'All. C.8 "Piano preliminare di utilizzo in situ delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti: Impianto di Rete", al quale si rimanda per maggiori approfondimenti. Il suddetto piano è relativo sia alla Stazione RTN "Monreale 3" che ai raccordi linea.

Di seguito viene fornita una stima dei quantitativi di scavi e rinterri previsti per la realizzazione dei nuovi raccordi linea, mentre per la stima dei quantitativi per la realizzazione della Stazione RTN "Monreale 3" si rimanda alla relazione A.2 dell'Impianto di Rete.

5.2 Stima dei volumi di scavi e rinterri

Dalle stime effettuate, i volumi provenienti dalle attività di scavo/scotico saranno superiori rispetto al materiale necessario per i livellamenti ed i ripristini delle aree dei nuovi raccordi linea. Il materiale in eccesso sarà conferito a soggetti terzi autorizzati alla gestione dei rifiuti, privilegiando operazioni di recupero anziché di smaltimento.

La seguente tabella riassume una stima dei volumi di terre e rocce da scavo che saranno movimentate per la realizzazione dei nuovi raccordi linea.

Tabella 5.1 Stima dei volumi di scavo e rinterro per la realizzazione dei raccordi linea

Descrizione		Quantità (m ³)
1	SCOTICO	
1.1	Scotico per nuovi tralicci dei raccordi linea	1.150
	TOTALE SCOTICO	1.150
2	SCAVI	
2.1	Scavi per nuovi tralicci dei raccordi linea	5.290
2.2	Scavi per tralicci della linea "Partinico-Ciminna" da dismettere	400
	TOTALE SCAVI	5.690

Descrizione		Quantità (m ³)
3	RIPORTI E RINTERRI	
3.1	Rinterro per nuovi tralicci dei raccordi linea	4.600
3.2	Rinterro per tralicci della linea "Partinico-Ciminna" da dismettere	560
	TOTALE RINTERRI	5.160
4	MATERIALI ACQUISTATI	
4.1	Calcestruzzo per fondazioni dei nuovi tralicci dei raccordi linea	1.840
	TOTALE MATERIALI ACQUISTATI	1.840
5	RIPRISTINI	
5.1	Non previsti	-
	TOTALE RIPRISTINI	-
6	MATERIALI A DISCARICA	
6.1	Avanzo scavi/riporti da realizzazione nuovi tralicci	530
6.2	Calcestruzzo da demolizione tralicci della linea "Partinico-Ciminna" da dismettere	160
	TOTALE MATERIALI A RECUPERO/SMALTIMENTO	690

6 Fase di costruzione dei raccordi linea RTN

6.1 Oggetto dei lavori e criteri di esecuzione

Le opere da realizzare relative ai raccordi linea sono le seguenti:

- realizzazione delle fondazioni dei sostegni;
- trasporto in situ dei componenti elettromeccanici;
- montaggi elettromeccanici;
- ripristino delle aree.

6.2 Accessi ed impianti di cantiere

Per l'accesso al cantiere saranno adottate le soluzioni tecnico-logistiche più appropriate e congruenti con le scelte di progetto. Si provvederà alla realizzazione, manutenzione e rimozione dell'impianto di cantiere e di tutte le opere provvisorie (quali ad esempio protezioni, slarghi, adattamenti, opere di sostegno, ecc).

6.3 Attrezzature e automezzi di cantiere

Per la realizzazione dei nuovi raccordi linea si prevede l'impiego delle attrezzature elencate nella seguente tabella, nelle diverse fasi di installazione e messa in esercizio.

Tabella 6-1: Elenco delle attrezzature previste in fase di cantiere – Raccordi linea RTN

Attrezzatura di cantiere
Funi di canapa, nylon e acciaio, con ganci a collare
Attrezzi portatili manuali
Attrezzi portatili elettrici: avvitatori, trapani, smerigliatrici
Scale portatili
Gruppo elettrogeno
Saldatrici del tipo a elettrodo o a filo 380 V
Ponteggi mobili, cavalletti e pedane
Tranciacavi e pressacavi
Tester, megger e strumenti di misura multifunzione

Si riporta di seguito l'elenco degli automezzi necessari alle varie fasi di lavorazione del cantiere.

Tabella 6-2: Elenco degli automezzi utilizzati in fase di cantiere – Raccordi linea RTN

Tipologia	N. di automezzi impiegati
Escavatore cingolato	2
Autocarro mezzo d'opera	1
Camion con gru	1
Furgoni e auto da cantiere	1
Autobetoniera	1

Tipologia	N. di automezzi impiegati
Pompa per calcestruzzo	1

6.4 Impiego di manodopera in fase di cantiere

La realizzazione dei raccordi linea, a partire dalle fasi di progettazione esecutiva e fino all'entrata in esercizio, prevede un significativo impiego di personale: tecnici qualificati per la progettazione esecutiva ed analisi preliminari di campo, personale per le attività di acquisti ed appalti, manager ed ingegneri per la gestione del progetto, supervisione e direzione lavori, esperti in materia di sicurezza, tecnici qualificati per lavori civili ed elettromeccanici.

Nella successiva tabella si riassumono, per le diverse tipologie di attività da svolgere, il numero di persone che saranno indicativamente impiegate.

Tabella 6-3: Elenco del personale impiegato in fase di cantiere – Raccordi linea RTN

Descrizione attività	N. di persone impiegate
Progettazione esecutiva ed analisi in campo	2
Acquisti ed appalti	2
Project Management, Direzione lavori e supervisione	3
Sicurezza	2
Lavori civili	6
Lavori elettromeccanici	6
TOTALE	21

6.5 Controlli, certificazioni, collaudi

I vari materiali e componenti impiegati dovranno essere rispondenti alle caratteristiche richieste dalla legislazione vigente; a tal fine dovranno giungere in cantiere accompagnati dalla documentazione atta a dimostrarne tale rispondenza ed a certificarne la conformità a quanto previsto dalla Legislazione vigente.

7 Prove e messa in servizio dei raccordi linea RTN

Al fine di assicurare che l'impianto venga installato secondo quanto previsto da progetto e nel rispetto degli standard di riferimento, sarà necessario eseguire delle prove sulle apparecchiature e sui componenti costituenti i raccordi linea RTN, in parte prima ed in parte dopo l'installazione.

La messa in servizio della linea RTN sarà in accordo alle specifiche del Gestore.

7.1 Attrezzature e automezzi in fase di messa in servizio

Si riporta di seguito l'elenco delle attrezzature necessarie durante la messa in servizio dei raccordi.

Tabella 7-1: Elenco delle attrezzature previste in fase di commissioning e avvio – Raccordi linea RTN

Attrezzatura di commissioning e avvio
Chiavi dinamometriche
Tester multifunzionali
Avvitatori elettrici
Scale portatili
Ponteggi mobili, cavalletti e pedane
Gruppo elettrogeno
Termocamera
Megger

Si riporta di seguito l'elenco degli automezzi utilizzati durante la fase di messa in servizio dei raccordi.

Tabella 7-2: Elenco degli automezzi utilizzati in fase di commissioning e avvio – Raccordi linea RTN

Tipologia	N. di automezzi impiegati
Furgoni e autovetture da cantiere	1

7.2 Impiego di manodopera in fase di commissioning

Durante la fase di commissioning è previsto essenzialmente l'impiego di tecnici qualificati (ingegneri elettromeccanici), per i collaudi e le verifiche di campo, come indicato nella tabella seguente.

Tabella 7-3: Elenco del personale impiegato in fase di commissioning e avvio – Raccordi linea RTN

Descrizione attività	N. di persone impiegate
Collaudo e avvio	2

8 Rumore

La produzione di rumore da parte di un elettrodotto in esercizio è dovuta essenzialmente a due fenomeni fisici: il vento e l'effetto corona. Il vento, se particolarmente intenso, può provocare il "fischio" dei conduttori, fenomeno peraltro locale e di modesta entità. L'effetto corona, invece, è responsabile del leggero ronzio che viene talvolta percepito nelle immediate vicinanze dell'elettrodotto, soprattutto in condizioni di elevata umidità dell'aria.

Per quanto riguarda l'emissione acustica di una linea si è preso a riferimento il caso di una linea a 380 kV in configurazione standard: misure sperimentali effettuate in condizioni controllate, alla distanza di 15 m dal conduttore più esterno, in condizioni di simulazione di pioggia, hanno fornito valori pari a 40 dB(A).

Occorre rilevare che il rumore si attenua con la distanza in ragione di 3 dB(A) al raddoppiare della distanza stessa e che, a detta attenuazione, va aggiunta quella provocata dalla vegetazione e/o dai manufatti. In queste condizioni, tenendo conto dell'attenuazione con la distanza, si può affermare che già a poche decine di metri dalla linea risultano rispettati anche i limiti più restrittivi fissati dal D.P.C.M. marzo 1991 e dalla Legge quadro sull'inquinamento acustico (Legge n. 447 del 26/10/1995).

Confrontando i valori acustici relativi alla rumorosità di alcuni ambienti tipici (rurale, residenziale senza strade di comunicazione, suburbano con traffico, urbano con traffico) si constata che tale rumorosità ambientale è dello stesso ordine di grandezza, quando non superiore, dei valori indicati per una linea a 380 kV.

Per una corretta analisi dell'esposizione della popolazione al rumore prodotto dall'elettrodotto in fase di esercizio, si deve infine tenere conto del fatto che il livello del fenomeno è sempre modesto e che l'intensità massima è legata a cattive condizioni meteorologiche (vento forte e pioggia battente) alle quali corrispondono una minore propensione della popolazione alla vita all'aperto e l'aumento del naturale rumore di fondo (sibilo del vento, scroscio della pioggia, tuoni). Fattori, questi ultimi, che riducono sia la percezione del fenomeno che il numero delle persone interessate.

9 Identificazione delle fasce di rispetto

Per "fasce di rispetto" si intendono quelle definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n° 36, all'interno delle quali non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore, da determinare in conformità alla metodologia di cui al D.P.C.M. 08/07/2003.

Tale DPCM prevede (art. 6 comma 2) che l'APAT, sentite le ARPA, definisca la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto con l'approvazione del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

Con Decreto 29 maggio 2008 (pubblicato in G.U. n. 156 del 05/07/2008 – Supplemento Ordinario n. 160) il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha approvato la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti.

Scopo dei paragrafi seguenti è il calcolo delle fasce di rispetto, tramite l'applicazione della suddetta metodologia di calcolo, per la linea in oggetto e la rappresentazione delle stesse fasce sulla corografia del tracciato.

9.1 Metodologia di calcolo delle fasce di rispetto

9.1.1 Correnti di calcolo

Ai sensi dell'art. 6 comma 1 del DPCM 8 luglio 2003, la corrente da utilizzare nel calcolo è la portata in corrente in servizio normale relativa al periodo stagionale in cui essa è più elevata (periodo freddo).

Per le linee aeree con tensione superiore a 100 kV la portata di corrente in servizio normale viene calcolata ai sensi della norma CEI 11-60.

La portata in corrente del conduttore di riferimento nel periodo freddo è pari a quanto riportato in 3.3.2 per il livello di tensione a 220 kV.

9.1.2 Calcolo della Distanza di prima approssimazione (Dpa)

Al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto, il Decreto 29 Maggio 2008 prevede che il gestore debba calcolare la distanza di prima approssimazione, definita come "la distanza in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea, che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più di Dpa si trovi all'esterno delle fasce di rispetto".

Al fine di determinare la Dpa per le linee in oggetto si è applicata l'ipotesi più cautelativa considerando per il calcolo sostegni di tipo E; per il calcolo è stato utilizzato un programma sviluppato in aderenza alla norma CEI 211-4, inoltre i calcoli sono stati eseguiti in conformità a quanto disposto dal D.P.C.M. 08/07/2003.

I valori di Dpa ottenuti nella configurazione che prevede un sostegno in doppia terna (esercito con una sola terna come stabilito da progetto) risultano, considerando come origine dell'asse x di riferimento l'asse del sostegno, pari a circa 28,2 m sul lato sinistro ("sx") e circa 18,6 m sul lato destro (dx). Questo corrisponde a circa 24 metri (arrotondamento per eccesso) per lato rispetto all'asse linea identificato dal centro dei conduttori.

Si sono, inoltre, calcolati i valori di Dpa considerando la presenza di due sostegni in doppia terna eserciti con una singola terna, come previsto da progetto, e distanziati di 38 m, considerando come origine dell'asse x l'asse del sostegno sinistro, da cui risulta una Dpa di circa 29,5 m sul lato sx e circa 67,5 m sul lato dx. Questo corrisponde a circa 25 metri (arrotondamento per eccesso) di fascia esterna rispetto all'asse linea identificato dal centro dei conduttori.

In fase di progetto esecutivo dell'opera si procederà ad una definizione più esatta della distanza di prima approssimazione che rispecchi la situazione post-realizzazione, in conformità col par. 5.1.3 dell'allegato al Decreto 29 Maggio 2008, con conseguente riduzione delle aree interessate.

In corrispondenza di cambi di direzione, parallelismi e derivazioni, le aree di prima approssimazione sono state calcolate applicando i procedimenti semplificati riportati nella metodologia di calcolo di cui al par. 5.1.4 dell'allegato al Decreto 29 Maggio 2008.

La rappresentazione di tali distanze ed aree di prima approssimazione, sulle quali dovranno essere apposte le necessarie

misure di salvaguardia, è riportata nella Tav. 22 "Planimetria catastale con DPA- Impianto di Rete".

Come si può osservare, all'interno delle distanze di prima approssimazione non ricadono ambienti abitativi, scolastici o luoghi adibiti a permanenze prolungate.

Nei grafici seguenti è illustrato il risultato del calcolo, effettuato utilizzando i valori delle correnti nei conduttori pari alla portata massima definita secondo la norma CEI 11-60.

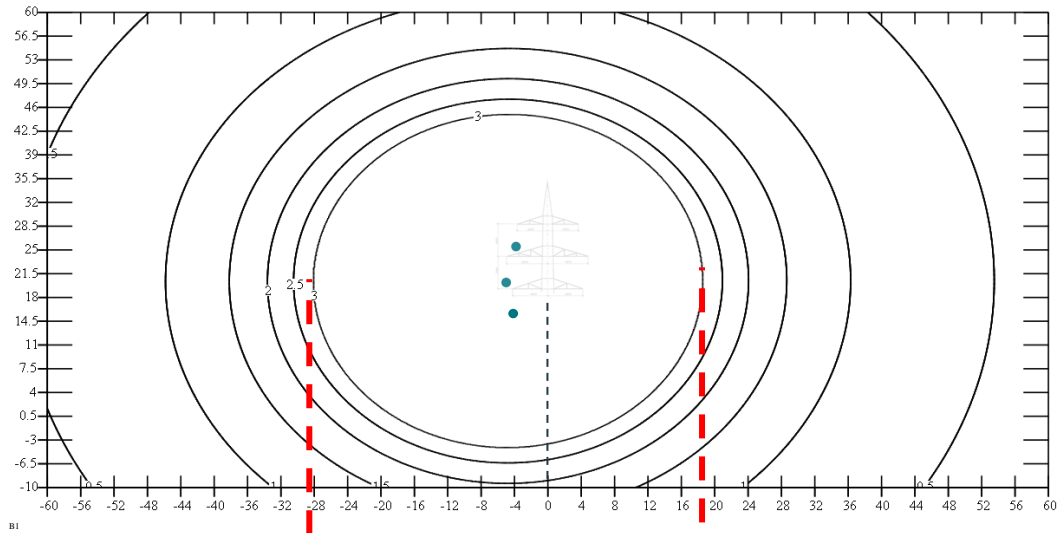


Figura 9-1 – Dpa rispetto all'asse di un sostegno tipo E ($x=0$)

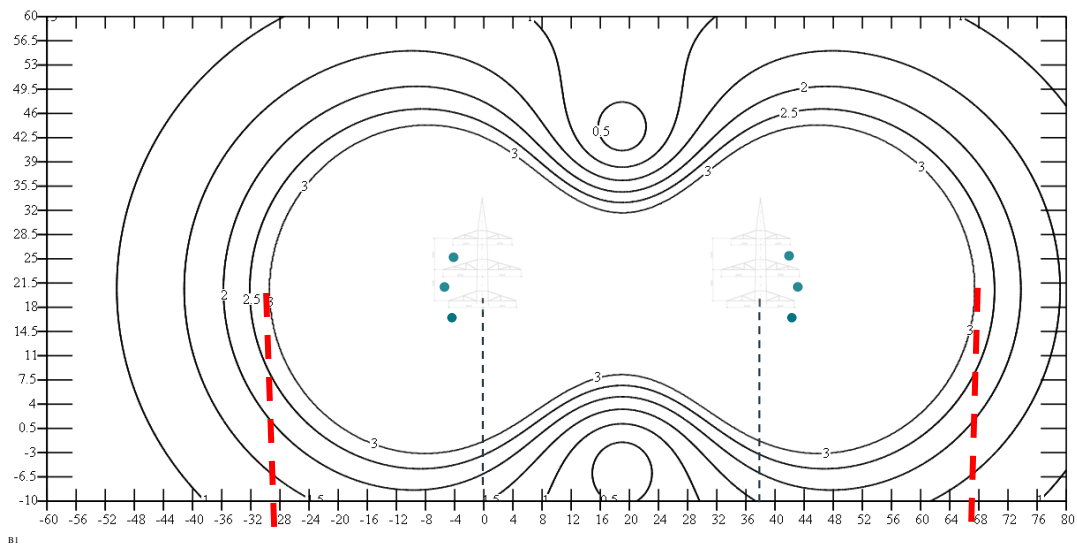


Figura 9-2 – Dpa rispetto all'asse del sostegno sx ($x=0$) considerando 2 sostegni tipo E aventi interasse pari a 38 m

10 Campi elettromagnetici

10.1 Riferimenti normativi

Le linee guida per la limitazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici variabili nel tempo ed ai campi elettromagnetici sono state indicate nel 1998 dalla ICNIRP. Successivamente è intervenuta, con finalità di riordino e miglioramento della normativa allora vigente in materia, la Legge quadro 36/2001, che ha individuato ben tre livelli di esposizione ed ha affidato allo Stato il compito di determinare e di aggiornare periodicamente i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità, in relazione agli impianti suscettibili di provocare inquinamento elettromagnetico.

L'art. 3 della Legge 36/2001 ha definito:

- limite di esposizione il valore di campo elettromagnetico da osservare ai fini della tutela della salute da effetti acuti;
- valore di attenzione, come quel valore del campo elettromagnetico da osservare quale misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine;
- l'obiettivo di qualità come criterio localizzativo e standard urbanistico, oltre che come valore di campo elettromagnetico ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione.

Tale legge quadro italiana (36/2001), come ricordato sempre dal citato Comitato, è stata emanata nonostante che le raccomandazioni del Consiglio della Comunità Europea del 12/7/99 sollecitassero gli Stati membri ad utilizzare le linee guida internazionali stabilite dall'ICNIRP; tutti i paesi dell'Unione Europea, hanno accettato il parere del Consiglio della CE, mentre l'Italia ha adottato misure più restrittive di quelle indicate dagli Organismi internazionali.

In esecuzione della predetta Legge, è stato infatti emanato il D.P.C.M. 08.07.2003, che ha fissato:

- il limite di esposizione in 100 microtesla per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico;
- il valore di attenzione di 10 microtesla, a titolo di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere;
- quale obiettivo di qualità, da osservare nella progettazione di nuovi elettrodotti, il valore di 3 microtesla.

È stato altresì esplicitamente chiarito che tali valori sono da intendersi come mediana di valori nell'arco delle 24 ore, in condizioni normali di esercizio. Non si deve dunque fare riferimento al valore massimo di corrente eventualmente sopportabile da parte della linea.

Al riguardo è opportuno anche ricordare che, in relazione ai campi elettromagnetici, la tutela della salute viene attuata – nell'intero territorio nazionale – esclusivamente attraverso il rispetto dei limiti prescritti dal D.P.C.M. 08.07.2003, al quale soltanto può farsi utile riferimento. In tal senso, con sentenza n. 307 del 7.10.2003 la Corte Costituzionale ha dichiarato l'illegittimità di alcune leggi regionali in materia di tutela dai campi elettromagnetici, per violazione dei criteri in tema di ripartizione di competenze fra Stato e Regione stabiliti dal nuovo Titolo V della Costituzione. Come emerge dal testo della sentenza, una volta fissati i valori-soglia di cautela per la salute, a livello nazionale, non è consentito alla legislazione regionale derogarli neanche in melius.

10.2 Calcolo dei campi magnetici

La linea elettrica durante il suo normale funzionamento genera un campo magnetico proporzionale alla corrente che vi circola che decresce molto rapidamente con la distanza, come riportato nel grafico seguente.

Al fine di determinare l'andamento dell'induzione magnetica lungo il tracciato generato da una linea a 220 kV, si è applicata l'ipotesi più cautelativa considerando per il calcolo due raccordi con sostegni di tipo E aventi interasse pari a 38 m e un'altezza minima dei conduttori dal suolo pari a 9 m, corrispondente cioè all'approssimazione per eccesso del valore indicato dal D.M. 1991 per le aree ove è prevista la presenza prolungata di persone sotto la linea. Tale ipotesi è conservativa, in quanto la loro altezza è, per scelta progettuale, sempre maggiore di tale valore.

Le condizioni di carico considerate per il calcolo sono quelle della norma CEI 11-60, per la zona A nel periodo freddo (correnti massime), come riportato al paragrafo 3.3.2. Si nota che le condizioni utilizzate per i calcoli sono conservative rispetto al valore di corrente di normale utilizzo.

Per il calcolo è stato utilizzato un programma apposito sviluppato in conformità alla norma CEI 211-4; i calcoli dei campi elettrico e magnetico sono stati eseguiti secondo quanto disposto dal D.P.C.M. 08/07/2003.

I valori esposti si intendono calcolati ad una distanza di 1,5 metri dal suolo.

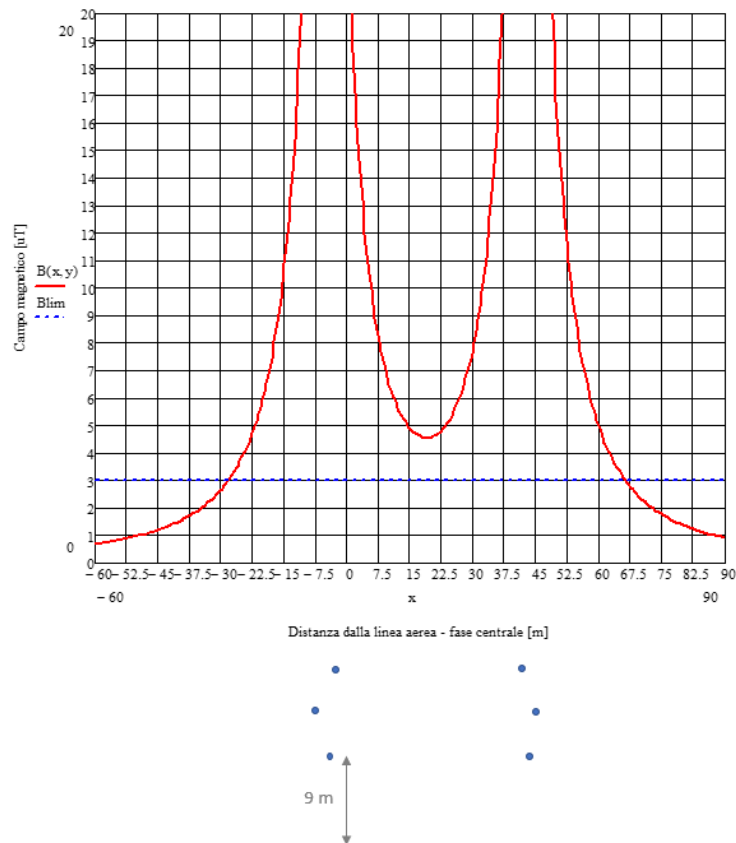


Figura 10-1 – Calcolo del campo magnetico ad 1,5 metri dal suolo

Come si vede dal grafico nei casi di carico previsti dalla norma CEI 11-60, considerando come origine dell'asse x l'asse del sostegno sinistro, si raggiunge l'obiettivo di qualità di 3 μT intorno ai 28,4 m sul lato sinistro e a circa 66,4 m sul lato destro.

Dalle valutazioni su esposte, considerate le distanze delle abitazioni e dei luoghi destinati a permanenza prolungata della popolazione dell'elettrodotto in progetto, si dimostra ovunque il rispetto con margine dei limiti di esposizione stabiliti dalla normativa vigente.

11 Aree impegnate e aree potenzialmente 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, aventi una larghezza della fascia di asservimento pari a 40 metri per gli elettrodotti a 220 kV (20 metri dall'asse linea per parte).

Il vincolo preordinato all'esproprio sarà invece apposto sulle "Aree potenzialmente impegnate" (previste dalla L. 239/04), equivalenti alle "zone di rispetto" di cui all'articolo 52 quater, comma 6, dello stesso testo unico (come integrato dal Decreto Legislativo 27 dicembre 2004, n. 330), all'interno delle quali poter inserire eventuali modeste varianti al tracciato dell'elettrodotto senza che le stesse comportino la necessità di nuove autorizzazioni.

Nella fattispecie, il "Vincolo preordinato all'esproprio" sarà apposto sui fondi interessati dalla realizzazione delle opere, con una larghezza della fascia di asservimento pari a 80 metri (40 metri dall'asse linea per parte), per ciascun raccordo aereo, come rappresentato nelle Tav. 21a-d "Planimetria catastale con Area Potenzialmente Impegnata – Impianto di Rete".

In fase di progetto esecutivo dell'opera si procederà alla delimitazione delle aree effettivamente impegnate dalla stessa, con conseguente riduzione delle porzioni di territorio soggette a vincolo preordinato all'esproprio e servitù.

L'elenco delle particelle catastali interessate dall'apposizione del vincolo preordinato all'esproprio, con l'indicazione dei nominativi dei proprietari come da risultanze catastali, è riportato nell'All. C.1 "Piano particellare di esproprio – Impianto di Rete".

12 Stima dei costi di costruzione

Il costo totale dell'investimento per l'Impianto di Rete (Stazione RTN "Monreale 3" e Raccordi Linea) ammonterà a circa 12.000.000 Euro. Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione A.2 "Relazione Descrittiva Stazione RTN" all'All. C.9 "Quadro Economico e Computo metrico estimativo: Impianto di Rete".

La dismissione dei Raccordi Linea, così come della Stazione RTN non è prevista, in quanto l'opera è progettata per avere una vita utile molto lunga in quanto sarà a servizio di altri impianti che entreranno in servizio successivamente.

13 Sicurezza nei cantieri

I lavori di realizzazione dei raccordi linea si svolgeranno in ossequio alla normativa del D.Lgs. 81/08 e s.m.i.. Pertanto, in fase di progettazione, la Società proponente provvederà a nominare un Coordinatore per la sicurezza, abilitato ai sensi della predetta normativa, che redigerà il Piano di Sicurezza e Coordinamento. Successivamente, in fase di realizzazione dell'opera, sarà nominato un Coordinatore per la esecuzione dei lavori, anch'esso abilitato, che vigilerà durante tutta la durata dei lavori sul rispetto da parte delle ditte appaltatrici delle norme di legge in materia di sicurezza e delle disposizioni previste nel Piano di Sicurezza e Coordinamento.

14 Distanze di sicurezza - controllo prevenzione incendi

Recependo quanto richiesto dal Ministero dell'Interno, Dipartimento Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile, con Circolare Prot. lett. circ. 6 marzo 2019, prot. n. 3300 – “Rete nazionale di trasporto dell'energia elettrica. Autorizzazioni ai sensi della legge 23 agosto 2004, n. 239” (Allegati n. 1 e n. 2), si è prestata particolare attenzione al rispetto delle distanze di sicurezza tra il tracciato dell'elettrodotto in progetto e le attività soggette al controllo dei Vigili del Fuoco o a rischio di incidente rilevante; in particolare in occasione dei sopralluoghi non sono state rilevate attività soggette al controllo dei Vigili del Fuoco nelle vicinanze dell'elettrodotto in progetto. Per ulteriori dettagli si faccia riferimento all'All. C.4 “Relazione di compatibilità VVF”.

15 Stima dei tempi di realizzazione

I tempi di realizzazione dei raccordi alla linea RTN indicati da Terna sono di 8 mesi + 1 mese/ km e quindi, considerata la lunghezza dei raccordi pari a circa 8 km (circa 4 km per il raccordo ovest e 4 km per il raccordo est), sono stimati pari a 16 mesi (per una visione complessiva delle tempistiche di realizzazione dell'intero Impianto di Rete si veda l'All. C.2 "Cronoprogramma Generale").

16 Normativa di riferimento

Tutte le opere, se non diversamente specificato nel presente documento, dovranno essere realizzate in osservanza alla legislazione vigente e alle Norme CEI, IEC, CENELEC, ISO, UNI in vigore al momento della realizzazione dell'impianto.

Si riportano altresì nel seguito un elenco, esemplificativo e non esaustivo, delle principali norme di riferimento da prendere in considerazione per la progettazione, la costruzione e l'esercizio dell'intervento oggetto del presente documento. S'intendono comprese nello stesso tutte le varianti, le errata corrige, le modifiche ed integrazioni alle Leggi e alle Norme elencate, successivamente pubblicate fino alla data di realizzazione dell'impianto.

16.1 Leggi

- Regio Decreto 11 dicembre 1933 n° 1775 "Testo Unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici;
- Legge 5 novembre 1971 n. 1086. "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica. Applicazione delle norme sul cemento armato"
- Circolare Ministero LL.PP. 14 Febbraio 1974 n.11951: Applicazione delle norme sul cemento armato L. 5/11/71 n. 1086;
- Decreto Interministeriale 21 marzo 1988 n. 449 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne"
- Legge 24 luglio 1990 n° 241, "Norme sul procedimento amministrativo in materia di conferenza dei servizi" 15/2005 come modificato dalla Legge 11 febbraio 2005, n. 15, dal Decreto legge 14 marzo 2005, n. 35 e dalla Legge 2 aprile 2007, n. 40.
- Decreto Interministeriale 16 gennaio 1991 n. 1260 "Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne"
- D.M. 14 febbraio 1992: "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche";
- 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.
- 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";
- Decreto Interministeriale 16 Gennaio 1996: "Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".
- Decreto Interministeriale del 05/08/1998 "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione ed esercizio delle linee elettriche aeree esterne"
- Legge 22 febbraio 2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici"
- DPR 8 giugno 2001 n°327 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di Pubblica Utilità" e smi
- Ordinanza PCM 20/03/2003 n. 3274 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica";
- DPCM 8 luglio 2003, "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti"

- Ordinanza PCM 10/10/2003 n. 3316 "Modifiche ed integrazioni all'ordinanza del PCM n. 3274 del 20/03/2003";
- Decreto Legislativo 22 gennaio 2004 n° 42 "Codice dei Beni Ambientali e del Paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137".
- Ordinanza PCM 23/01/2004 n. 3333 "Disposizioni urgenti di protezione civile"
- Legge 23 agosto 2004, n. 239 "Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia";
- Ordinanza PCM 3/05/2005 n. 3431 Ulteriori modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica";
- Decreto Ministero Infrastrutture e Trasporti 14 settembre 2005 n. 159 "Norme tecniche per le costruzioni"
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 12 dicembre 2005 "Individuazione della documentazione necessaria alla verifica della compatibilità paesaggistica degli interventi proposti, ai sensi dell'articolo 146, comma 3, del Codice dei beni culturali e del paesaggio di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42".
- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale"
- D.M. 17 gennaio 2018 Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"

16.2 Norme CEI

- CEI 11-4, "Esecuzione delle linee elettriche esterne", quinta edizione, 1998:09
- CEI 11-60, "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne", seconda edizione, 2002-06
- CEI 211-4, "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche", prima edizione, 1996-07
- CEI 211-6, "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana", prima edizione, 2001-01
- CEI 103-6 "Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto", terza edizione, 1997:12
- CEI 304-1 Interferenza elettromagnetica prodotta da linee elettriche su tubazioni metalliche Identificazione dei rischi e limiti di interferenza;
- CEI 106-11, "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) - Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo", prima edizione, 2006:02