

Geo Rinnovabile S.r.l.

Impianto di rete per la connessione alla RTN

Comune di Sassari (SS)

**Progetto Definitivo nuova Stazione RTN 380/150/36 kV
"Olmedo" e nuovi Raccordi Linea**

A.1 Relazione descrittiva



Professionista incaricato: Ing. Daniele Cavallo – Ordine Ingegneri Prov. Brindisi n. 1220

Rev. 3

Settembre 2023

wood.

Indice

1	Introduzione	8
2	Inquadramento territoriale	9
	2.1 Inquadramento geografico e destinazione d'uso	9
	2.2 Inquadramento catastale	9
	2.3 Analisi vincolistica	9
	2.4 Inquadramento geologico, idrologico, idrogeologico e sismico	10
	2.5 Interferenze con infrastrutture esistenti	10
3	Nuova Stazione Elettrica RTN a 380/150/36 kV	11
	3.1 Generalità	11
	3.2 Disposizione elettromeccanica	11
	3.3 Macchinari e apparecchiature principali	12
	3.4 Servizi ausiliari	14
	3.5 Sistema di Automazione	14
	3.6 Impianto di terra	15
	3.7 Edifici	15
	3.8 Smaltimento acque	18
4	Raccordi aerei alla linea a 380 kV "Fiumesanto Carbo - Ittiri"	19
	4.1 Generalità	19
	4.2 Norme e specifiche di riferimento	19
	4.3 Caratteristiche tecniche dei nuovi raccordi	19
5	Fase di costruzione	28
	5.1 Oggetto dei lavori	28
	5.2 Accessi ed impianti di cantiere	28
	5.3 Attrezzature e automezzi di cantiere	28
	5.4 Impiego di manodopera in fase di cantiere	29
	5.5 Controlli, certificazioni, collaudi	29
6	Prove e messa in servizio	30
	6.1 Attrezzature e automezzi in fase di commissioning e avvio	30
	6.2 Impiego di manodopera in fase di commissioning	30
7	Sicurezza del lavoro	31
8	Terre e rocce da scavo	32

8.1	Modalità di gestione delle terre e rocce da scavo	32
8.2	Stima dei volumi di scavi e rinterrati	32
9	Rumore	34
10	Campi Elettromagnetici	35
10.1	Riferimenti normativi	35
10.2	Calcolo dei campi magnetici Stazione RTN	35
10.3	Calcolo dei campi elettrico e magnetico raccordi linea 380 kV	36
11	Aree potenzialmente impegnate	39
12	Stima dei tempi di realizzazione	40
13	Distanze di sicurezza - controllo prevenzione incendi	41
14	Normativa di riferimento	42
14.1	Leggi	42
14.2	Norme tecniche	43

Elaborati Grafici

Nome File	Descrizione elaborato	Scala	Rev.	Data
Tav. 01	Inquadramento generale su IGM	1:25000	3	Set-23
Tav. 02a	Inquadramento generale su CTR – scala 1:10.000	1:10000	3	Set-23
Tav. 02b	Inquadramento generale su CTR – scala 1:2.000	1:2000	3	Set-23
Tav. 03a	Inquadramento generale su ortofoto – scala 1:10.000	1:10000	3	Set-23
Tav. 03b	Inquadramento generale su ortofoto – scala 1:2.000	1:2000	3	Set-23
Tav. 04	Inquadramento generale su catastale	1:2000	3	Set-23
Tav. 05	Inquadramento generale su CTR - Aree PAI	1:10000 1:250000	3	Set-23
Tav. 06a	Inquadramento generale su CTR - Aree RAMSAR, RETE NATURA 2000 e IBA	1:10000 1:250000	3	Set-23
Tav. 06b	Inquadramento intervento con aree non idonee FER	1:10000	3	Set-23
Tav. 07a	Inquadramento generale su PPR	1:10000	3	Set-23
Tav. 07b	Legenda PPR	-	0	Ago-22
Tav. 08	Inquadramento generale su PUC Comune di Sassari	1:10000	3	Set-23
Tav. 09	Planimetria elettromeccanica Stazione RTN	1:500	1	Mag-23
Tav. 10a	Sezione elettromeccanica - Parallelo sbarre 380 kV	1:100	0	Ago-22
Tav. 10b	Sezione elettromeccanica - Parallelo sbarre 380 kV	1:100	0	Ago-22
Tav. 10c	Sezione elettromeccanica - Parallelo sbarre 380 kV	1:100	0	Ago-22
Tav. 11	Sezioni elettromeccaniche - Sbarre A e B 380 kV	1:100	0	Ago-22
Tav. 12	Sezione elettromeccanica - Stallo linea 380 kV	1:100	0	Ago-22
Tav. 13	Sezione elettromeccanica - Stallo ATR 380 kV	1:100	0	Ago-22
Tav. 14a	Sezione elettromeccanica - Parallelo sbarre 150 kV	1:100	0	Ago-22
Tav. 14b	Sezione elettromeccanica - Parallelo sbarre 150 kV	1:100	0	Ago-22
Tav. 14c	Sezione elettromeccanica - Parallelo sbarre 150 kV	1:100	0	Ago-22

Nome File	Descrizione elaborato	Scala	Rev.	Data
Tav. 15	Sezione elettromeccanica - Sbarra A-B 150 kV	1:100	0	Ago-22
Tav. 16	Sezione elettromeccanica - Stallo linea 150 kV	1:100	0	Ago-22
Tav. 17	Sezione elettromeccanica - Stallo ATR 150 kV	1:100	0	Ago-22
Tav. 18a	Sezione elettromeccanica - Stallo TR 380-36 kV	1:100	0	Ago-22
Tav. 18b	Sezione elettromeccanica - Stallo TR 380-36 kV	1:100	0	Ago-22
Tav. 19	Schema elettrico unifilare Stazione RTN	-	1	Mag-23
Tav. 20	Edificio Comandi - Piante e prospetti	1:100	1	Mag-23
Tav. 21	Edificio consegna MT e TLC - Piante e prospetti	1:100	1	Mag-23
Tav. 22	Edificio Servizi Ausiliari - Piante e prospetti	1:100	1	Mag-23
Tav. 23	Edificio Magazzino - Piante e prospetti	1:100	1	Mag-23
Tav. 24a	Edificio quadri 36 kV - Piante e prospetti	1:100	1	Mag-23
Tav. 24b	Edificio quadri 36 kV - Piante e prospetti	1:100	1	Mag-23
Tav. 25	Chiosco - Pianta e prospetti	1:50	0	Ago-22
Tav. 26	Particolare recinzione	1:20	0	Ago-22
Tav. 27	Dettaglio illuminazione	1:100	0	Ago-22
Tav. 28	Particolare cancello	1:20	0	Ago-22
Tav. 29	Planimetria impianto di trattamento prima pioggia	1:50 1:500	1	Mag-23
Tav. 30	Studio plano-altimetrico - Planimetria	1:500 1:2000	2	Mag-23
Tav. 31a	Studio plano-altimetrico - Profili - Asse 1	1:1000	1	Mag-23
Tav. 31b	Studio plano-altimetrico - Profili - Asse 2	1:1000	1	Mag-23
Tav. 31c	Studio plano-altimetrico - Sezioni - Asse 1 (Sez.1-5)	1:200	1	Mag-23
Tav. 31d	Studio plano-altimetrico - Sezioni - Asse 1 (Sez.6-10)	1:200	1	Mag-23
Tav. 31e	Studio plano-altimetrico - Sezioni - Asse 1 (Sez.11-15)	1:200	1	Mag-23

Nome File	Descrizione elaborato	Scala	Rev.	Data
Tav. 31f	Studio plano-altimetrico - Sezioni - Asse 1 (Sez.16 e Tabelle dei Materiali)	1:200	1	Mag-23
Tav. 31g	Studio plano-altimetrico - Sezioni - Asse 2 (Sez.1-6)	1:200	1	Mag-23
Tav. 31h	Studio plano-altimetrico - Sezioni - Asse 2 (Sez.7-11)	1:200	1	Mag-23
Tav. 32a	Profili altimetrici raccordi aerei 380 kV – Linea 380 kV Fiumesanto-Ittiri	1:2000	2	Mag-23
Tav. 32b	Profili altimetrici raccordi aerei 380 kV – raccordo DX	1:2000	2	Mag-23
Tav. 32c	Profili altimetrici raccordi aerei 380 kV – raccordo SX	1:2000	2	Mag-23
Tav. 33	Identificazione interferenze con opere progettuali	1:2000	3	Set-23
Tav. 34	Planimetria catastale con fascia DPA	1:2000	3	Set-23
Tav. 35	Planimetria catastale con API	1:2000	3	Set-23
Tav. 36	Individuazione aree di cantiere base ortofoto	1:2000	3	Set-23

Allegati

Nome File	Descrizione elaborato	Rev.	Data
C.01	Piano particellare di esproprio e asservimento	3	Set-23
C.02	Cronoprogramma generale	0	Ago-22
C.03	Caratteristiche Componenti Raccordi linea RTN	0	Ago-22
C.04	Relazione di compatibilità in materia di prevenzione incendi per i raccordi linea	0	Ago-22
C.05	Piano preliminare delle terre e rocce da scavo	0	Ago-22
C.06	Relazione Pedo-Agronomica, Produzioni Agro-Alimentari e Paesaggio Agrario dell'area di intervento	0	Ago-22
C.07	Relazione preventiva di interesse archeologico	0	Ago 22
C.08	Relazione Geologica, idrologica e idrogeologica preliminare	0	Ago-22
C.09	Relazione Geofisica e sismica	0	Ago-22
C10	Dichiarazione di non interferenza con attività minerarie	0	Mag-23
C11	Verifica potenziali ostacoli e pericoli alla navigazione aerea	0	Mag-23
C12	Progetto di risoluzione delle interferenze	1	Set-23

Questo documento è di proprietà di Geo Rinnovabile 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 Geo Rinnovabile S.r.l.

1 Introduzione

La società **Geo Rinnovabile S.r.l.** (di seguito la "Società"), in data 21 dicembre 2021, ha presentato a Terna S.p.A. (di seguito "il Gestore" o "Terna") la richiesta di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) per un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica, che la Società intende realizzare nel Comune di Sassari.

In data 15 aprile 2022 il Gestore ha trasmesso il preventivo di connessione (STMG), formalmente accettato dalla Società proponente in data 6 maggio 2022 (Codice Pratica 202102882).

Lo schema di allacciamento indicato nella STMG prevede che l'impianto agro-fotovoltaico **debba essere collegato in antenna a 36 kV sulla sezione a 36 kV di una nuova stazione elettrica di trasformazione della RTN a 380/150/36 kV (denominata "Olmedo"), da inserire in entra - esce alla linea RTN esistente a 380 kV "Fiumesanto Carbo - Ittiri".**

La realizzazione di questa infrastruttura si rende necessaria per via delle molteplici richieste di connessione pervenute a Terna nell'intorno della zona in cui è prevista la realizzazione dell'impianto agro-fotovoltaico della Società.

Durante il tavolo tecnico convocato da Terna in data 28 giugno 2022 con tutte le società titolari di soluzione di connessione alla nuova stazione RTN denominata "Olmedo", la Società Geo Rinnovabile S.r.l. è stata nominata - congiuntamente con la società Sigma Ariete S.r.l - come referente con Terna, e si è impegnata a sviluppare la progettazione delle opere di rete per la connessione (l'"Impianto di Rete"), così identificate:

1. Nuova Stazione elettrica di trasformazione 380/150/36 kV denominata "Olmedo" (di seguito "Stazione RTN"), ubicata nel Comune di Sassari, in località Saccheddu;
2. Due nuovi raccordi linea per il collegamento della nuova Stazione RTN "Olmedo" in entra-esce all'esistente linea a 380 kV della RTN "Fiumesanto Carbo - Ittiri". I raccordi linea a 380 kV si sviluppano per una lunghezza di circa 70 m ciascuno e sono localizzati nella stessa località della Stazione RTN. L'apertura della linea 380 kV "Fiumesanto Carbo - Ittiri" comporterà la dismissione di un tratto di elettrodotto e la rimozione del traliccio P-39 esistente.

Il presente documento si configura come la relazione tecnico-descrittiva delle opere sopra descritte, che congiuntamente costituiscono il **Progetto Definitivo dell'Impianto di Rete**.

Di seguito si riporta uno stralcio dell'ortofoto con la rappresentazione delle opere progettuali per la connessione.

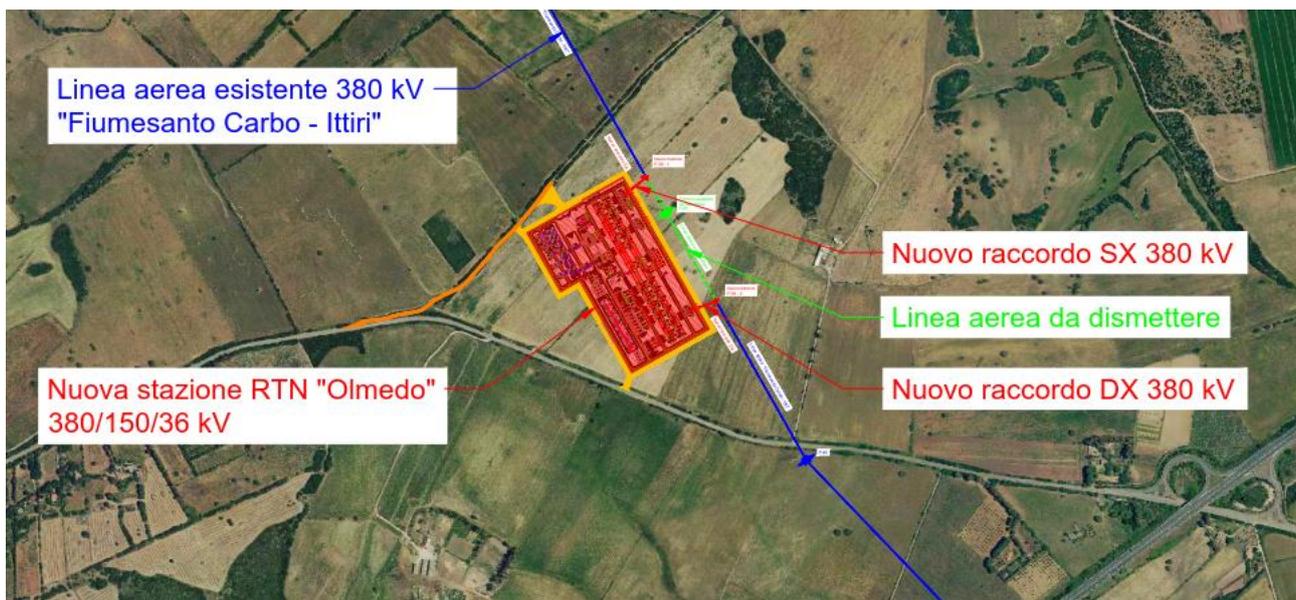


Figura 1.1 – Stralcio dell'ortofoto con inserimento della Stazione elettrica 380/150/36 kV

2 Inquadramento territoriale

2.1 Inquadramento geografico e destinazione d'uso

L'area identificata per l'ubicazione della nuova Stazione RTN si trova nella parte occidentale del Comune di Sassari (SS), in località Saccheddu. Trattasi di un'area pianeggiante, con una quota variabile tra 75-80 m s.l.m. Le coordinate geografiche del baricentro della stazione sono le seguenti (coordinate UTM fuso 32T):

Latitudine: 4.507.258 N

Longitudine: 450.120 E

Rispetto alla linea RTN a 380 kV "Fiumesanto Carbo - Ittiri", l'area identificata si trova a sud-est della linea medesima, nelle immediate vicinanze, ad una distanza in linea d'aria di circa 50 m. La nuova stazione si troverebbe ad una distanza di circa 18 km dalla stazione RTN 380 kV "Fiumesanto Carbo" e a circa 24 km dalla Stazione RTN 380 kV "Ittiri".

Per il collegamento della nuova stazione alla linea 380 kV "Fiumesanto Carbo - Ittiri" sarà necessario realizzare due nuovi raccordi linea in AT, della lunghezza di circa 70 m ciascuno. Per maggiori dettagli si rimanda alle Tav. 01 "Planimetria generale su IGM", Tav. 02a-b "Planimetria generale su CTR" e Tav. 03a-b "Planimetria generale su ortofoto".

L'area è facilmente raggiungibile dalla viabilità esistente, trovandosi all'incrocio tra:

- la SP N. 65 "Strada Provinciale La Ginestra Sella Larga" che si sviluppa in direzione est-ovest, a sud del sito. E' una strada asfaltata in buone condizioni;
- la Strada vicinale "da Gianni Abbas a Zunchini" (anche denominata Strada vicinale Saccheddu) che si dirama dalla SP N. 65 innestandosi nella SP N. 18, e si sviluppa in direzione sud-ovest/nord-est, a ovest del sito identificato. Tale strada è in buone condizioni, realizzata in misto granulare stabilizzato.

L'accesso alla Stazione RTN "Olmedo" sarà pertanto possibile sia dalla Strada Vicinale Saccheddu, che dalla SP N. 65, attraverso la realizzazione di una nuova strada in pietrisco e misto stabilizzato, opportunamente compattata, perimetrale alla Stazione stessa.

2.2 Inquadramento catastale

Catastalmente l'area identificata per l'ubicazione della nuova Stazione RTN e dei raccordi linea ricade nel foglio 94 Sezione B (Nurra) del N.C.T. del Comune di Sassari.

Per maggiori dettagli relativamente all'inquadramento catastale dell'intervento si faccia riferimento alla Tav. 04 "Inquadramento generale su catastale".

L'elenco delle ditte catastali interessate dalla realizzazione delle opere è riportato nell'All. C.1 "Piano particellare di esproprio e asservimento".

2.3 Analisi vincolistica

L'area identificata, da un punto di vista urbanistico, ricade in zona agricola E. L'analisi vincolistica è stata condotta partendo dalle informazioni desumibili dai portali web della Regione Sardegna (www.sardegnaeoportale.it). L'area della stazione e dei raccordi linea non risulta interessata da alcun vincolo archeologico, ambientale, boschivo, paesaggistico, idrologico.

Relativamente alle aree non idonee agli impianti FER, come identificate dalla Deliberazione N. 59/90 del 27.11.2020 della Regione Autonoma della Sardegna, l'area della nuova Stazione RTN è compresa all'interno di terreni agricoli irrigati per mezzo di impianti di distribuzione/irrigazione gestiti dai consorzi di bonifica (cod.7.2). La non idoneità all'installazione di impianti fotovoltaici/eolici e delle relative opere connesse è legata essenzialmente alla potenziale sottrazione di terreni irrigui, vanificando inoltre l'investimento effettuato, con finanziamenti pubblici, per la realizzazione delle opere di razionalizzazione della risorsa idrica.

Come specificato dalla stessa Deliberazione, non si tratta di un vincolo preclusivo, ma di un'indicazione da valutare di volta

in volta in base alla tipologia di progetto proposto. Dagli approfondimenti effettuati, l'area dove è prevista la realizzazione della Stazione RTN è percorsa da una condotta in cemento amianto (DN 300), il cui tracciato dovrà essere modificato.

Per maggiori dettagli si faccia riferimento alle seguenti tavole:

- Tav. 05 "Inquadramento generale su CTR - Aree PAI"
- Tav. 06a "Inquadramento generale su CTR - Aree RAMSAR, RETE NATURA 2000 e IBA"
- Tav. 06b "Inquadramento intervento con aree non idonee FER"
- Tav. 07a "Inquadramento generale su PPR"
- Tav. 08 "Inquadramento generale su PUC - Comune di Sassari"

Inoltre l'area non risulta essere stata percorsa dal fuoco negli ultimi 15 anni. A conferma di questo si può osservare Tav.06b "Inquadramento intervento con aree non idonee FER" dove sono state riportate le aree incendiate nell'intorno del sito.

2.4 Inquadramento geologico, idrologico, idrogeologico e sismico

Per un inquadramento geologico ed idrogeologico preliminare dell'area relativa alla Stazione RTN, si rimanda alle relazioni All. C.08 "Relazione Geologica, idrologica e idrogeologica preliminare" e All. C.09 "Relazione geofisica e sismica".

2.5 Interferenze con infrastrutture esistenti

L'area identificata per la nuova stazione RTN e per i raccordi linea è attraversata dalle seguenti infrastrutture:

- N. 1 condotta interrata del consorzio di bonifica della Nurra (condotta in cemento amianto DN300).
- N. 1 linea elettrica aerea in media tensione;
- N. 1 linea elettrica aerea in bassa tensione;

Sarà sicuramente necessario richiedere agli enti gestori di poter modificare il tracciato della linee elettriche MT e BT e della condotta del consorzio di bonifica della Nurra, perchè attraversano le aree di progetto. Per maggiori dettagli si faccia riferimento alla Tav. 33 "Identificazione interferenze con opere progettuali" ed a All. C012 "Progetti di risoluzione delle interferenze".

3 Nuova Stazione Elettrica RTN a 380/150/36 kV

3.1 Generalità

La Stazione occuperà un'area di circa 66.000 m², avente una lunghezza di circa 343 m e una larghezza di circa 175 m nella sezione 380/36 kV, e circa 220 m nella sezione 150 kV. La Stazione sarà completamente recintata e l'accesso avverrà da un cancello carrabile e da un cancello pedonale.

L'accesso alla Stazione RTN "Olmedo" sarà possibile sia dalla Strada Vicinale Saccheddu che dalla SP N. 65, attraverso la realizzazione di una nuova strada che si svilupperà per circa 600 m complessivamente, che seguirà il confine nord e ovest della stazione stessa. La strada sarà realizzata in pietrisco e misto stabilizzato, opportunamente compattata.

Per rispettare le fasce di rispetto stradali (assunte cautelativamente pari a 30 m per le strade provinciali e 10 m per le Strade Vicinali), la stazione elettrica è stata arretrata rispetto alle strade esistenti in modo tale che la recinzione si trovi a circa 35 m dalla SP N. 65 e circa 20 m dalla Strada Vicinale Saccheddu.

La quota di imposta della Stazione Elettrica è stata preliminarmente fissata a 77,50 m s.l.m. Dallo studio planoaltimetrico effettuato, per la preparazione del piano di imposta sarà necessario effettuare uno scotico per circa 37.480 mc, scavi per 35.810 mc e rilevati per circa 22.298 mc. La posizione scelta, presentando pendenze minime, permetterà di minimizzare i volumi di scavo/rinterro per la realizzazione dell'opera.

L'impianto e le apparecchiature installate saranno corrispondenti al **Progetto Unificato Terna (Progetto Unificato)**, ed alle leggi ed alle norme CEI EN ivi richiamate, che rappresenta lo standard tecnico di riferimento per la progettazione e la realizzazione degli impianti appartenenti alla RTN.

3.2 Disposizione elettromeccanica

La nuova Stazione RTN, come riportato nella Tav. 09 "Planimetria elettromeccanica Stazione RTN", sarà con isolamento in aria del tipo unificato Terna e sarà costituita dalle seguenti sezioni:

1. **Sezione 380 kV** del tipo unificato TERNA con isolamento in aria, costituita da 14 passi sbarra:

- n. 2 per stalli linea entra-esce linea "Fumesanto Carbo – Ittiri"
- n. 2 per stalli Autotrasformatori (ATR)
- n. 2 per parallelo sbarre
- n. 4 per stalli Trasformatori TR 380/36 kV
- n. 4 per stalli disponibili per connessioni, di cui uno per eventuale reattore di rifasamento;

Ogni "montante linea" (o "stallo linea") sarà equipaggiato con sezionatori di sbarra verticali, interruttore SF6, sezionatore di linea orizzontale con lame di terra, TV e TA per protezioni e misure.

I "montanti parallelo sbarre" saranno equipaggiati con sezionatori di sbarra verticali, interruttore in SF6 e TA per protezione e misure.

Le linee afferenti si atterreranno su sostegni portale di altezza massima pari a 21 m, l'altezza massima delle altre parti d'impianto (sbarre a 380 kV) sarà di 11,80 m, come rappresentato nelle Tav. 10a/b/c "Sezione elettromeccanica - Parallelo sbarre 380 kV", Tav. 11 "Sezione elettromeccanica - Sbarre A e B 380 kV", Tav. 12 "Sezione elettromeccanica - Stallo linea 380 kV" e Tav.13 "Sezione elettromeccanica - Stallo ATR 380 kV" per le diverse viste della sezione 380 kV.

2. **Sezione a 150 kV** del tipo unificato TERNA con isolamento in aria, costituita da 10 passi sbarra:

- n. 2 per stalli per ATR
- n. 2 per parallelo sbarre
- n. 6 disponibili per connessioni,

Ogni "montante linea" (o "stallo linea") sarà equipaggiato con sezionatori di sbarra verticali, interruttore SF6, sezionatore di linea orizzontale con lame di terra, TV e TA per protezioni e misure.

I "montanti parallelo sbarre" saranno equipaggiati con sezionatori di sbarra verticali, interruttore in SF6 e TA per protezione e misure.

Le linee afferenti si atteranno su sostegni portale di altezza massima pari a 15 m, l'altezza massima delle altre parti d'impianto (sbarre a 150 kV) sarà di 12.05 m, come rappresentato nelle Tav.14a/b/c "Sezione elettromeccanica - Parallelo sbarre 150 kV", Tav.16 "Sezione elettromeccanica - Stallo linea 150 kV" e Tav.17 "Sezione elettromeccanica - Stallo ATR 150 kV".

Inoltre nella sezione 150 kV verrà installato una terna di Trasformatori Induttivi di Potenza (T.I.P.) 150/0,40 kV da 3 x 125kVA, così da garantire l'alimentazione BT 400V ai servizi ausiliari di Stazione in caso di disservizio da parte del Distributore di zona.

Tra le sezioni a 380 kV ed a 150 kV saranno installati n. 2 ATR 380/150kV da 400 MVA.

3. Sezione 36 kV costituita da:

- n. 3 quadri 36 kV, protetti in involucro metallico, con isolamento in aria, ciascuno composto da 3 sezioni di sbarra
- n. 9 bobine di compensazione (Bobine di Petersen) della corrente di guasto a terra, una per ciascuna sezione di sbarra 36 kV, con altrettanti componenti accessori, trasformatore formatore di neutro e resistenza di neutro

I quadri 36 kV saranno ospitati all'interno di un edificio, al cui interno, in una sala separata dalla sala quadri 36 kV, verranno ospitati i sistemi ausiliari e di controllo della sezione 36 kV.

Tra le sezioni a 380 kV ed a 36 kV saranno installati n. 4 trasformatori TR 380/36 kV da 250 MVA.

3.3 Macchinari e apparecchiature principali

3.3.1 Macchinario

I macchinari principali all'interno della Stazione RTN sono costituiti da:

- n° 2 autotrasformatori trifase 400/150 kV le cui caratteristiche principali sono riassunte nella successiva Tabella 3-1;
- n° 4 trasformatori trifase 400/36 - 36 kV a tre avvolgimenti, le cui caratteristiche principali sono elencate nella successiva Tabella 3-2.

Tabella 3-1: Caratteristiche ATR 380/150 kV

Caratteristiche ATR 380/150 kV	
Potenza nominale	400 MVA
Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	400/155 kV
Vcc%	11.6%
Commutatore sotto carico	a gradini (+5 e -5) ± 10% Vn
Collegamenti avvolgimenti	Yna
Raffreddamento	OFAF

Tabella 3-2: Caratteristiche TR 400/36 - 36 kV

Caratteristiche Trasformatori 400/36 – 36 kV	
Potenza nominale	250 / 125-125 MVA
Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	400/36 - 36 kV
Vcc%	12.5%
Commutatore sotto carico	a gradini (+5 e -5) ± 10% Vn
Collegamenti avvolgimenti	Yn0d
Raffreddamento	OFAF

3.3.2 Apparecchiature principali

Le principali apparecchiature costituenti il nuovo impianto sono interruttori, sezionatori per connessione delle sbarre AT, sezionatori sulla partenza linee con lame di terra, scaricatori di sovratensione ad ossido metallico a protezione degli autotrasformatori, trasformatori di tensione e di corrente per misure e protezioni, bobine ad onde convogliate per la trasmissione dei segnali.

Le principali caratteristiche tecniche complessive della apparecchiature della Stazione RTN sono riportate nella Tabella 3-3.

Tabella 3-3: Caratteristiche principali apparecchiature 380/150/36 kV installate nella Stazione RTN

Caratteristiche apparecchiature Stazione RTN			
	Sezione 380 kV	Sezione 150 kV	Sezione 36 kV
Tensione massima	420 kV	170 kV	40,5 kV
Frequenza nominale	50 Hz		
Stallo linea - corrente nominale	3150 A	1250 A	Secondo carico
Sbarre - corrente nominale	4000 A	2000 A	2500 A
Stallo Autotrasformatore	2000 A	2000 A	2500 A
Stallo di parallelo sbarre / congiuntore	3150 A	2000 A	2500 A
Potere di interruzione interruttori	63 kA	40 kA	25 kA
Livello di isolamento nominale:			
- tensione di tenuta a impulso atmosferico (kV)	1425	750	170
- tensione di tenuta a impulso di manovra (kV)	1050	-	-
- tensione di tenuta a frequenza industriale (kV)	520	325	70
Condizioni ambientali limite	-25°/+40°C	-25°/+40°C	-15°/+40°C
Salinità di tenuta superficiale degli isolamenti	40 kg/m ³	40 kg/m ³	-
Linea di fuga minima (mm/kV)	Classe di inquinamento "d" (secondo IEC/TS 60815-2)		-

3.4 Servizi ausiliari

3.4.1 Generalità

I Servizi Ausiliari (S.A.) della nuova Stazione RTN saranno progettati e realizzati ai sensi dell'Allegato 3 del Codice di Rete ed in conformità agli attuali standard delle stazioni elettriche AT di Terna, già applicati nella maggior parte delle stazioni RTN di recente realizzazione.

L'Allegato A3 al codice di rete richiede n° 2 linee MT di alimentazione ridondanti al 100%, allacciate a fonti indipendenti, sempre disponibili, rialimentabili (almeno una delle due) in caso di black out entro 4 ore ed escluse dal piano di alleggerimento carico.

I servizi ausiliari della stazione saranno alimentati attraverso trasformatori MT/BT derivati dalla rete MT, ed integrati da gruppi elettrogeni di emergenza in grado di assicurare l'alimentazione dei servizi essenziali in caso di mancanza dell'alimentazione normale ai quadri principali BT.

Le principali utenze in corrente alternata sono: pompe ed aerotermini dei trasformatori, motori di interruttori e sezionatori, raddrizzatori, illuminazione esterna ed interna, scaldiglie, ecc.

Le utenze fondamentali quali protezioni, comandi interruttori e sezionatori, segnalazioni, ecc. saranno alimentate in corrente continua a 110 V tramite batterie tenute in tampone da raddrizzatori.

3.4.2 Gruppi elettrogeni

Sono previsti due gruppi elettrogeni (G.E.) provvisti di adeguata cofanatura, di potenza adeguata ad alimentare le utenze privilegiate della Stazione RTN, e con un'autonomia non inferiore a 10 ore, muniti di serbatoi di servizio e di stoccaggio. Il gruppo elettrogeno in caso di black-out totale sarà commutato automaticamente sulle utenze privilegiate, con disinserzione delle utenze non essenziali per il funzionamento dell'impianto.

3.4.3 Servizi generali

Gli impianti che costituiscono i Servizi Generali della stazione (luce e F.M., climatizzazione degli edifici, rilevazione incendi, telefonico, controllo accessi ed antintrusione, ecc.) saranno realizzati conformemente alle norme CEI e UNI vigenti, e alle specifiche Terna di riferimento, impiegando apparecchiature e materiali provvisti di certificazione CE o equivalente.

Ogni impianto (luce, FM, antintrusione, rilevazione incendi, telefonico, ecc.) deve essere provvisto di vie cavo distinte. Le canaline e le tubazioni saranno in materiale isolante e con sezione utile pari almeno al doppio della sezione complessiva dei conduttori in esse contenuti. Tutti gli impianti devono essere di norma "a vista".

Al fine di garantire la manutenzione e la sorveglianza delle apparecchiature anche nelle ore notturne, si rende indispensabile l'installazione di un sistema di illuminazione dell'area di stazione ove sono presenti le apparecchiature ed i macchinari.

Per l'illuminazione delle aree esterne dove sono presenti macchinari ed apparecchiature saranno installate n. 6 torri faro di altezza pari 35 m, a piattaforma fissa (si veda la Tav. 27 "Dettaglio illuminazione"), realizzata con profilato metallico a sezione tronco piramidale, zincato a caldo.

3.5 Sistema di Automazione

Il Sistema di Automazione (Substation Automation System – SAS), che integra le funzioni di protezione, controllo, automazione, supervisione e monitoraggio della Stazione RTN, sarà realizzato in tecnologia digitale, basato sulla normativa IEC 61850, con apparati, struttura e funzionalità conformi ai requisiti Terna ed analoghe ai sistemi attualmente in esercizio sulle stazioni elettriche della RTN.

3.6 Impianto di terra

L'impianto di terra deve essere rispondente alle prescrizioni della Norma CEI EN 61936-1, alla Norma CEI EN 50522 ed alle prescrizioni della Guida CEI 11-37. La rete di terra interesserà l'area contenuta all'interno della recinzione della Stazione.

Il dispersore dell'impianto ed i collegamenti dello stesso alle apparecchiature saranno realizzati secondo l'unificazione TERNA per le stazioni a 380 kV e quindi dimensionati termicamente per una corrente di guasto di 63 kA per 0,5 sec. Sarà costituito da una maglia realizzata in corda di rame da 63 mm², interrata ad una profondità di circa 0,7 m, composta da maglie regolari di lato adeguato. Il lato della maglia sarà scelto in modo da limitare le tensioni di passo e di contatto a valori non pericolosi, secondo quanto previsto dalla normativa vigente. Intorno agli edifici di stazione è prevista la posa di un anello perimetrale costituito da un conduttore da 125 mm². Al di sotto degli edifici ed all'interno del suddetto anello perimetrale verrà realizzata una maglia più fitta (3 x 3 m), con conduttore da 63 mm².

Il cancello di ingresso e gli edifici di consegna MT posti al confine dell'impianto saranno compresi nella maglia di terra.

Nei punti sottoposti ad un maggiore gradiente di potenziale le dimensioni delle maglie saranno opportunamente infittite, come pure saranno infittite le maglie nella zona apparecchiature per limitare i problemi di compatibilità elettromagnetica.

Tutte le apparecchiature saranno collegate al dispersore mediante due o quattro corde di rame con sezione di 125 mm².

Al fine di contenere i gradienti in prossimità dei bordi dell'impianto di terra, le maglie periferiche presenteranno dimensioni opportunamente ridotte e bordi arrotondati.

I ferri di armatura dei cementi armati delle fondazioni, come pure gli elementi strutturali metallici saranno collegati alla maglia di terra della Stazione.

3.7 Edifici

Nell'area della Stazione RTN è prevista la realizzazione dei seguenti edifici:

- Edificio comandi
- Edifici servizi ausiliari
- Edificio quadri 36 kV
- Edificio per punti di consegna MT
- Chioschi per apparecchiature elettriche
- Magazzino

Gli edifici saranno costruiti nel rispetto dello standard europeo nZEB - nearly Energy Zero Building, "Edifici a Energia Quasi Zero" caratterizzati da altissima prestazione energetica in cui il fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo è coperto in misura significativa da energia da fonti rinnovabili, prodotta in loco.

In particolare, le caratteristiche tecniche degli edifici saranno in accordo al Decreto Ministeriale 26 giugno 2015 del Ministero dello Sviluppo Economico, per cui sono contemporaneamente rispettati i requisiti prestazionali previsti dal decreto stesso e gli obblighi di integrazione delle fonti rinnovabili previsti dal Decreto Legislativo 28/2011 sulle rinnovabili.

La superficie della copertura degli edifici costituirà un'area disponibile per l'installazione di un impianto fotovoltaico, di potenza tale da soddisfare i requisiti nZEB previsti dal D.M. 26/06/2015.

3.7.1 Edificio Comandi

L'edificio comandi sarà formato da un corpo di dimensioni in pianta di 12,60 x 20,80 m e altezza fuori terra di 4,65 m (si veda la Tav. 20 "Edificio Comandi - Piante e prospetti") e sarà destinato a contenere i quadri di comando e controllo della stazione, gli apparati di teleoperazione e i vettori, gli uffici e i servizi igienici per il personale di manutenzione.

La costruzione potrà essere di tipo tradizionale con struttura in c.a. e tamponature in muratura di laterizio rivestite con intonaco di tipo civile oppure di tipo prefabbricato (struttura portante costituita da pilastri prefabbricati in c.a.v., pannelli

di tamponamento prefabbricati in c.a., finitura esterna con intonaci al quarzo). La copertura a tetto piano sarà opportunamente coibentata ed impermeabilizzata. Gli infissi saranno realizzati in alluminio anodizzato naturale.

Particolare cura sarà osservata ai fini dell'isolamento termico impiegando materiali isolanti idonei in funzione della zona climatica e dei valori minimi e massimi dei coefficienti volumici globali di dispersione termica, nel rispetto delle norme vigenti.

L'edificio comandi è collocato in prossimità dell'ingresso principale in modo da evitare che in caso di emergenza il personale autorizzato sia costretto a passare in vicinanza della zona apparecchiature e macchinario.

3.7.2 Edifici Servizi Ausiliari

Sono previsti n. 2 edifici servizi ausiliari, a pianta rettangolare, con dimensioni di 16,00 x 12,60 m ed altezza fuori terra di 4,65 m (si veda la Tav. 22 "Edificio Servizi Ausiliari - Piante e prospetti"). Ciascun edificio ospiterà le batterie, i quadri M.T. e B.T. in c.c. e c.a. per l'alimentazione dei servizi ausiliari ed il gruppo elettrogeno d'emergenza.

L'edificio servizi ausiliari è collocato in posizione baricentrica all'interno della SE. Per la tipologia costruttiva vale quanto descritto per l'edificio quadri.

3.7.3 Edificio quadri 36 kV

L'edificio sarà formato da un corpo di dimensioni 113,00 x 14,80 m ed altezza fuori terra di 8,00 m (si vedano le Tav. 24 a/b "Edificio Quadri 36 kV - Piante e prospetti"), e sarà costituito da due sale, al piano rialzato, la prima destinata ad ospitare i quadri 36 kV e la seconda riservata ai sistemi ausiliari e di controllo.

Sono previste diverse scale e rampe esterne di accesso di sicurezza, munite di parapetto regolamentare e realizzate con materiali di classe 0 di reazione al fuoco. Le pareti esterne dell'edificio su cui saranno collocate tali scale, compresi gli eventuali infissi, saranno realizzate, per una larghezza pari alla proiezione della scala, incrementata di 2,5 m per ogni lato, nel rispetto di requisiti di resistenza al fuoco almeno REI/EI 60.

Le uscite verso l'esterno avranno un' altezza non inferiore a 2,00 m e consentire il deflusso verso un luogo sicuro.

Gli infissi, unitamente all'involucro edilizio, dovranno essere di tipo antiesplosivo, con adeguate caratteristiche sia in termini di resistenza e reazione al fuoco che di prestazione termica, al fine di rispettare il raggiungimento dello status NZEB (Nearly Zero Energy Building) dell'edificio, nel rispetto della normativa vigente in materia (D.M. 26/06/2015 e ss.mm.ii).

Ai fini della progettazione di dettaglio si farà comunque riferimento alla normativa di prevenzione incendi vigente in materia ed al D.P.R. n. 151/ 2011 e ss.mm.ii.

3.7.4 Edificio di consegna MT e TLC

L'edificio è destinato ad ospitare l'arrivo linee MT per l'alimentazione dei S.A. con le relative apparecchiature di manovra e gruppi di misura in conformità alle norme CEI 0-16.

L'edificio sarà composto di varie unità prefabbricate (si veda la Tav. 21 "Edificio consegna MT e TLC - Piante e prospetti"):

- Cabina consegna MT1 con dimensioni 6,80 x 2,50 m con altezza 2,70 m costituito da n. 2 vani, il primo a servizio del Distributore per la consegna della prima alimentazione MT ed il secondo come vano contatore;
- Cabina TERNA con dimensioni 7,98 x 2,50 m con altezza 3,20 m costituito da n. 3 vani, di cui 2 ospitanti le celle MT dei Dispositivi Generali per le alimentazioni MT, il terzo predisposto per il punto di consegna dei servizi di telecomunicazione (TLC) necessaria alla tele conduzione della Stazione;
- Cabina consegna MT2 , identica alla Cabina MT1, per la consegna dell'eventuale seconda alimentazione MT.

L'edificio è collegato con gli edifici dei servizi ausiliari mediante tubiere per il passaggio dei cavi MT. L'edificio è posizionato lungo la recinzione esterna della stazione, in vicinanza dell'ingresso ed in modo da minimizzare la distanza tra il suddetto

locale e l'edificio servizi ausiliari. I locali dei punti di consegna saranno dotati di porte in vetroresina con apertura verso l'esterno rispetto alla stazione elettrica per consentire gli accessi ai fornitori dei servizi di energia elettrica e TLC.

3.7.5 Chioschi

I chioschi sono destinati ad ospitare i quadri di protezione, comando e controllo periferici; avranno pianta rettangolare con dimensioni esterne di 2,40 x 4,80 m ed altezza da terra di 3,20 m (si veda la Tav. 25 "Chiosco - Piante e prospetti").

La struttura sarà di tipo prefabbricato con pannellature coibentate in lamiera zincata e preverniciata. La copertura a tetto piano sarà opportunamente coibentata ed impermeabilizzata. Gli infissi saranno realizzati in alluminio anodizzato naturale.

3.7.6 Edificio Magazzino

L'edificio magazzino sarà a pianta rettangolare, con dimensioni di 16,00 x 11,00 m ed altezza fuori terra di 6,50 m. Il magazzino risulta necessario affinché si possa tenere sempre a disposizione direttamente sull'impianto, apparecchiature di scorta e attrezzature, anche di dimensioni notevoli, in buone condizioni. La tipologia costruttiva costruzione sarà dello stesso tipo degli edifici Comandi e S.A.

Per ulteriori dettagli si veda la Tav. 23 "Edificio magazzino - Piante e prospetti".

3.7.7 Altre opere Civili

Le fondazioni delle apparecchiature elettromeccaniche previste, opportunamente dimensionate, saranno realizzate in conglomerato cementizio armato.

I trasformatori MT/BT a servizio dei servizi ausiliari della Stazione RTN saranno installati su due fondazioni in cemento armato, di dimensione 9,95 x 3,35 m ciascuna, avente copertura isolante tipo isolpack e pareti in grigliato metallico amovibili, con altezza utile 3 m.

Le bobine di compensazione (Bobine di Petersen) della corrente di guasto a terra e i relativi componenti ausiliari saranno installati su tre fondazioni in cemento armato, ciascuna di dimensione 21,50 x 8,95 m e pareti in grigliato metallico amovibili con altezza utile 4 m.

I cunicoli per vie cavi saranno realizzati in calcestruzzo armato gettato in opera, oppure prefabbricati con coperture asportabili carrabili. Le tubazioni per cavi MT o BT saranno in PVC, serie pesante. Lungo le tubazioni ed in corrispondenza delle deviazioni di percorso, saranno inseriti pozzetti ispezionabili di opportune dimensioni.

Le aree interessate dalle apparecchiature elettriche saranno sistemate con finitura a ghiaietto, mentre le strade e piazzali di servizio destinati alla circolazione interna saranno pavimentate con binder e tappetino di usura in conglomerato bituminoso e delimitate da cordoli in calcestruzzo prefabbricato.

L'accesso alla Stazione sarà possibile sia dalla Strada Vicinale Saccheddu che dalla SP N. 65, attraverso la realizzazione di una nuova strada di lunghezza pari a circa 430 m e larghezza circa 7 m, in pietrisco e misto stabilizzato, opportunamente compattata, perimetrale alla Stazione RTN stessa. La strada di accesso sarà utilizzata anche dai produttori per accedere alle rispettive Stazioni Elettriche.

Le strade interne e perimetrali larghe 4 m e con raggio di curvatura di 5 m, saranno opportunamente delimitate al fine di evitare il transito e/o la sosta di mezzi di trasporto nelle immediate vicinanze delle parti in tensione. E' inoltre prevista una strada di 7 m che passa lungo lo spazio tra i trasformatori e l'edificio 36 kV, in modo da rendere più semplice l'accesso per l'installazione e la manutenzione.

La recinzione sarà di tipo a pettine, avente un'altezza complessiva di 250 cm, in cui saranno previsti, oltre all'ingresso principale con cancello di 7 m e ingresso pedonale, ingressi indipendenti dell'edificio per i punti di consegna delle alimentazioni MT dei servizi ausiliari nonché per il locale destinato ad ospitare le apparecchiature di telecomunicazione.

Per ulteriori dettagli sul tipo di recinzione si veda Tav. 26 "Particolare Recinzione", mentre per quanto riguarda il cancello si rimanda alla Tav. 28 "Particolare cancello".

3.8 Smaltimento acque

Per la raccolta delle acque meteoriche sarà realizzato un sistema di drenaggio superficiale che convoglierà la totalità delle acque raccolte dalle strade e dai piazzali in appositi collettori e da qui al sistema di gestione delle acque di prima pioggia.

La disciplina delle acque di prima pioggia è regolata dalla direttiva regionale "Disciplina degli scarichi" della Regione Sardegna (in attuazione del Piano di tutela delle Acque, della parte III del D.Lgs. n. 152/06 e sue modifiche e della Legge Regionale n. 9/2006 e sue modifiche), approvata tramite delibera della Giunta Regionale 10 dicembre 2008, n. 69/25.

In accordo alla normativa regionale, il sistema di gestione delle acque di prima pioggia (i primi 5 mm dell'evento meteorico), sarà in grado di trattare le acque meteoriche di dilavamento di superfici scolanti inquinate essenzialmente da fanghiglia e tracce d'olio. A tal fine l'impianto opererà secondo il seguente schema:

- separazione ed accumulo delle acque di prima pioggia;
- scarico delle acque meteoriche risultanti dalle successive precipitazioni (acque di seconda pioggia) nel corpo recettore terminale costituito dagli strati superficiali del sottosuolo;
- trattamento di sfangamento e disoleazione delle acque di prima pioggia mediante disoleatore e scarico dell'acqua trattata nel corpo ricettore di cui sopra.

Le acque di prima pioggia raccolte e trattate defluiranno dal disoleatore per gravità verso il sistema di dispersione nel suolo. Tale sistema sarà composto da una rete drenante adeguatamente dimensionata in base alle prove di dispersione che si effettueranno in fase di ingegneria esecutiva.

Le acque nere provenienti dai servizi igienici della Stazione RTN saranno invece convogliate mediante un sistema di tubi ed eventuali pozzetti a tenuta in serbatoi da vuotare periodicamente o in fosse chiarificatrici tipo Imhoff, ubicati in prossimità dell'edificio Comandi.

4 Raccordi aerei alla linea a 380 kV “Fiumesanto Carbo - Ittiri”

4.1 Generalità

Con riferimento alla Tav. 02b “Inquadramento generale su CTR – scala 1:2.000”, si evidenzia che ciascuno dei due raccordi, che si attestano al rispettivo portale nella Stazione RTN, sono costituiti da una singola campata e seguono un percorso lineare fino al rispettivo sostegno previsto sull’elettrodotto 380 kV “Fiumesanto Carbo - Ittiri”. I due suddetti portali nella Stazione RTN si trovano agli estremi opposti dell’area di stazione, per cui i percorsi dei raccordi sono completamente distinti senza parallelismi o sovrapposizioni. In particolare:

- La campata relativa al raccordo “SX” lato Fiumesanto Carbo, dal sostegno portale della nuova Stazione RTN ad un nuovo sostegno P.39-1 della linea 380 kV, per una lunghezza di circa 54 m;
- La campata relativa al raccordo “DX” lato Ittiri, dal sostegno portale della nuova Stazione RTN ad un nuovo sostegno P.39-2 della linea 380 kV, per una lunghezza di 54 m.

I due raccordi formeranno un angolo con la linea esistente pari a:

- Raccordo SX, Vertice P.39-1 Angolo 81° 21’
- Raccordo DX, Vertice P.39-2 Angolo 81° 50’

I nuovi sostegni saranno del tipo a traliccio serie unificata Terna 380 kV e saranno in asse con la linea, con prestazioni meccaniche adeguate a sostenere il forte angolo.

I nuovi sostegni saranno utilizzati come capolinea ed avranno la funzione di indirizzare le due tratte della linea intercettata, provenienti dagli esistenti sostegni, verso i portali dei rispettivi stalli nella sezione a 380 kV della futura stazione RTN. Dai sostegni sulla linea si diramano infatti i tronconi di linea, indicati come raccordi, che fungeranno da collegamento entra-esce per la nuova stazione elettrica RTN, situata immediatamente a ovest della linea da intercettare.

A fine lavori sarà demolito il tratto di linea compreso fra i nuovi sostegni P.39-1 e P.39-2 per un totale di 281 m circa, nonché il sostegno esistente P.39.

4.2 Norme e specifiche 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 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, 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.

Per quanto attiene gli elettrodotti, nel Progetto Unificato, sono inseriti tutti i componenti (sostegni e fondazioni, conduttori, morsetteria, isolatori, ecc.) con le relative modalità di impiego.

4.3 Caratteristiche tecniche dei nuovi raccordi

4.3.1 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”.

4.3.2 Caratteristiche elettriche

Le principali caratteristiche elettriche dell'elettrodotto sono riportate nella tabella seguente.

Tabella 4.1 Caratteristiche elettriche elettrodotto

Caratteristiche dell'elettrodotto	
Tensione nominale	380 kV
Frequenza nominale	50 Hz
Corrente nominale	1500 A
Potenza nominale	1000 MVA

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 del conduttore, conforme a quanto prescritto dalla norma CEI 11-60, per elettrodotti a 380 kV in zona A, corrispondente al Periodo F, pari a 985 A, sarà utilizzata ai fini della valutazione del campo di induzione magnetica e delle fasce di rispetto.

4.3.3 Conduttori e corde di guardia

I collegamenti fra i sostegni capolinea dei raccordi ed i sostegni esistenti della linea 380 kV Fiumesanto Carbo - Ittiri sono costituiti da una semplice terna formata 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 16.852 daN (conduttore tipo LC2).

I collegamenti fra i sostegni capolinea dei raccordi ed i portali di stazione sono costituiti da tre fasi, ciascuna composta da un fascio di due conduttori di energia costituita da un fascio di 2 conduttori collegati fra loro da distanziatori (fascio binato), aventi conduttori di energia in corda di alluminio di sezione complessiva di 999,70 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. Il carico di rottura teorico di tale conduttore sarà di 14.486 daN.

I raccordi saranno inoltre equipaggiati con due corde di guardia che possono essere di due tipologie:

- La prima, in acciaio zincato del diametro di 11,50 mm e sezione di 78,94 mm², sarà costituita da n. 19 fili del diametro di 2,30 mm (tavola LC 23) con carico di rottura di 10645 daN;
- La seconda, in alluminio-acciaio con fibre ottiche, del diametro di 17,9 mm (tavola UX LC 60) con carico di rottura di 10.600 daN, da utilizzarsi per il sistema di protezione, controllo e conduzione degli impianti.

4.3.4 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
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 tipo RQUT0000C2 conduttore alluminio-acciaio
ZONA B	EDS=20% per il conduttore tipo RQUT0000C2 conduttore alluminio-acciaio

Il corrispondente valore di EDS per la corda di guardia è stato fissato con il criterio di avere un parametro del 15% più elevato, rispetto a quello del conduttore, nella stessa condizione di EDS, come riportato di seguito:

ZONA A	EDS=12.18% per corda di guardia tipo LC 23
	EDS=15 % per corda di guardia tipo LC 50
ZONA B	EDS=11.60% per corda di guardia tipo LC 23
	EDS=13,9 % per corda di guardia tipo LC 50

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

- 16°C in zona A
- 25°C in zona B.

La linea in oggetto è situata in “ZONA A”.

4.3.5 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 4.3.2 per ulteriori dettagli).

4.3.6 Sostegni

I sostegni saranno del tipo a tralicci unificato Terna della serie 380 kV a semplice terna. Il calcolo delle sollecitazioni meccaniche ed il dimensionamento delle membrature è 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".

Il nuovi sostegni avranno un'altezza tale da uniformarsi a quelle della linea esistente secondo le caratteristiche altimetriche del terreno che non presentano differenze rispetto a quelle esistenti.

Nella fattispecie è stata scelta la serie di sostegni 380 kV a semplice terna del tipo a fusto tronco piramidale con mensole montate da un solo lato (EP).

Essi avranno un'altezza tale da garantire, anche in caso di massima freccia del conduttore, il franco minimo prescritto dalle vigenti norme. I sostegni saranno provvisti di difese parasalita.

Un 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 sono 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.

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 riassunti nella tabella successiva.

Tabella 4.2 – Caratteristiche tipo di sostegni standard (raccordo aereo 380 kV – zona A – EDS 21%)

Tipo	Altezza	Campata media	Angolo deviazione	Costante altimetrica
"N" Normale	18 ÷ 42 m	400 m	4°	0,2183
"V" Vertice	18 ÷ 54 m	400 m	32°	0,3849
"C" Capolinea	18 ÷ 42 m	400 m	60°	0,3849
"E" Eccezionale	18 ÷ 42 m	400 m	100°	0,3849

Ogni tipo di sostegno ha un campo di impiego rappresentato da un diagramma di utilizzazione nel quale sono indicate 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, α 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 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.

4.3.7 Isolamento

L'isolamento degli elettrodotti di raccordo, 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" o "antisale", connessi tra loro a formare catene di almeno 18 e 21 elementi. Le catene in amarro saranno sempre tre in parallelo. Le caratteristiche degli isolatori rispondono a quanto previsto dalle norme CEI.

4.3.7.1 Caratteristiche geometriche

Nelle tabelle LJ1 e LJ2 riportate nell'Allegato C.03 "Caratteristiche componenti raccordi linea RTN" sono riportate le caratteristiche geometriche tradizionali e le due distanze "dh" e "dv" (vedi figura) atte a caratterizzare il comportamento a sovratensione di manovra sotto pioggia.

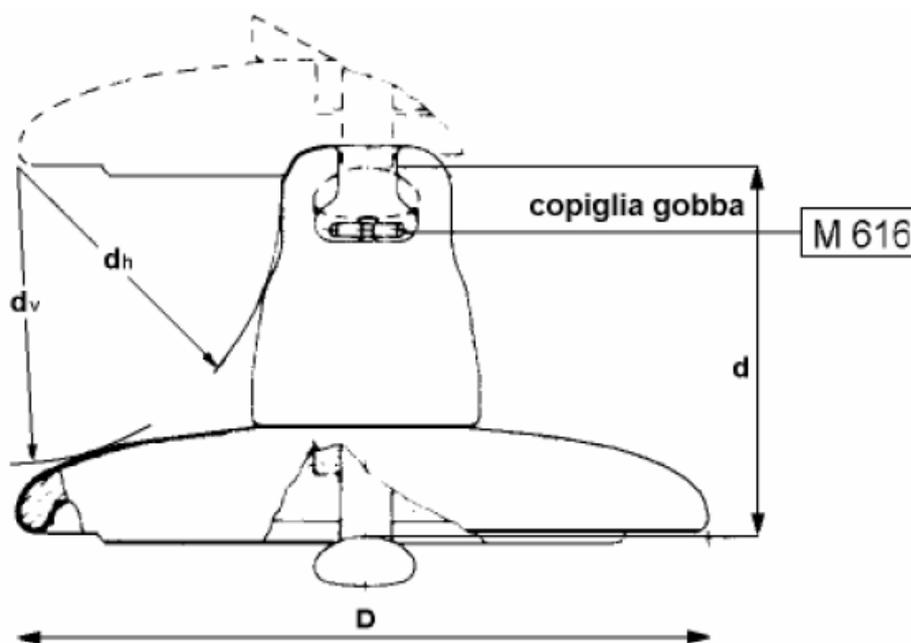


Figura 4-1 – Caratteristiche geometriche isolatori cappa e perno in vetro temprato

4.3.7.2 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/pesante e quindi in base alla zona si è scelta la soluzione dei 18 isolatori (passo 170) tipo J 2/3 e 18 isolatori (passo 170) tipo J 2/4 (antisale).

Tabella 4-3 – Criterio per l'individuazione del tipo di isolatore e il numero di elementi da impiegare

Livello di inquinamento nominale	Definizione	Minima salinità di tenuta (kg/m ²)
I – Nullo o leggero¹	<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 agricole² - Zone montagnose - Occorre che tali zone distino almeno 10-20 km dal mare e non siano direttamente esposte a venti marini³ 	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)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 	(4)

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 e dalle 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.

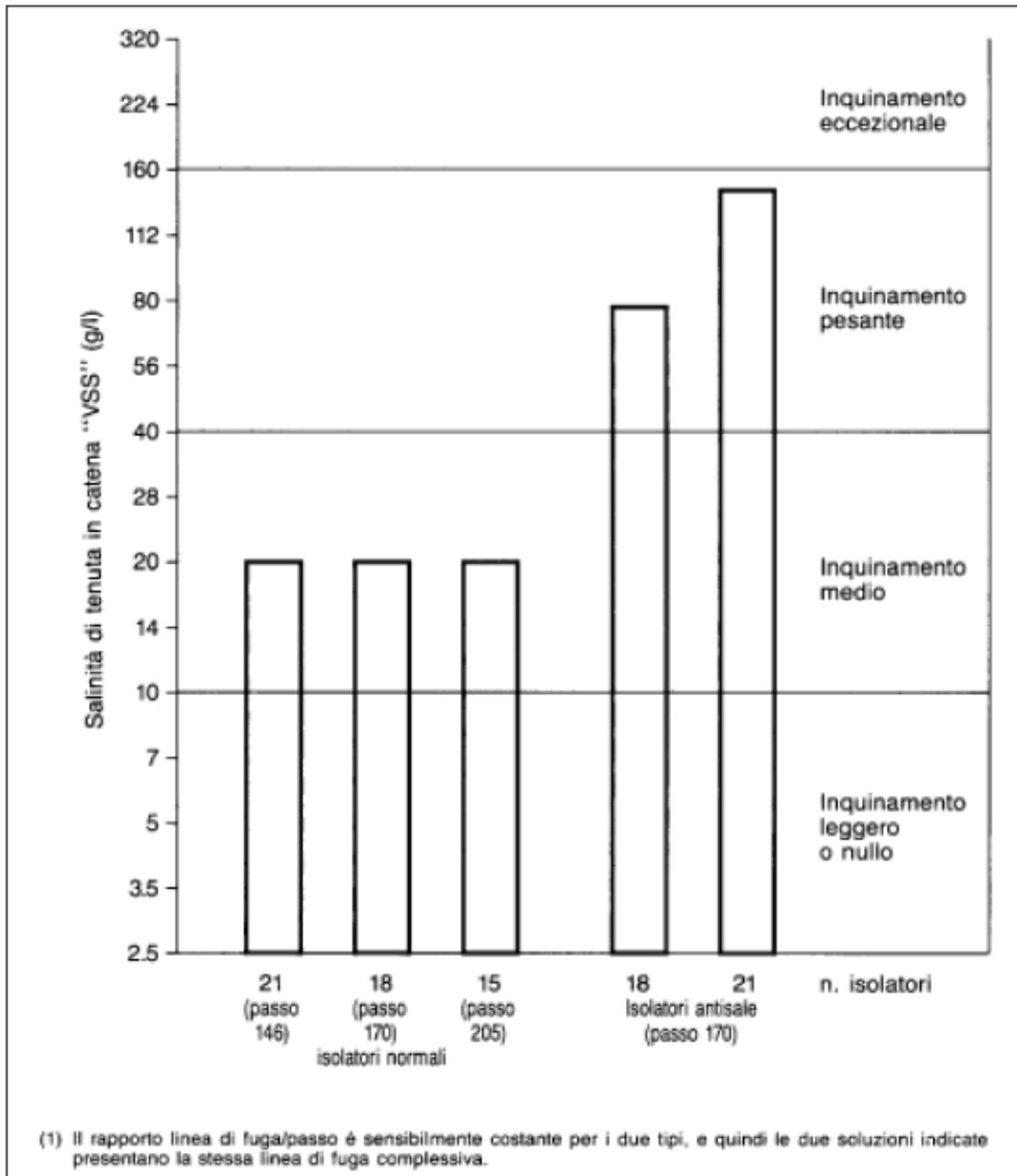


Figura 4-2 – Identificazione del numero di isolatori in funzione dell'inquinamento atmosferico dell'area

4.3.8 Morsetteria e armamenti

Gli elementi di morsetteria per la linea a 380 kV sono stati dimensionati in modo da poter sopportare gli sforzi massimi trasmessi dai conduttori al sostegno. Le morse di amarro sono 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 per amarro riportati nella tabella seguente.

La scelta degli equipaggiamenti viene effettuata 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).

Tabella 4.4 – Tipi di equipaggiamento per amarro linee 380 kV

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-semplice	380/5	360	210	LDS
A "L" doppio	380/6	360	360	LDD
Triplo per amarro	385/1	3 x 210		TA
Triplo per amarro rovescio	385/2	3 x 210		TAR
Doppio per amarro	387/2	2 x 120		DA
Doppio per amarro rovescio	387/3	2 x 120		DAR
Ad "I" per richiamo collo morto	392/1	30		IR
A "V" semplice per richiamo collo morto	392/1	210	210	VR

4.3.9 Fondazioni

Ciascun sostegno è dotato di quattro piedi e delle relative fondazioni. La fondazione è la struttura interrata atta a trasferire i carichi strutturali (compressione e trazione) dal sostegno al sottosuolo. Le fondazioni unificate sono utilizzabili su terreni normali, di buona o media consistenza. Ciascun piedino di fondazione è composto di tre parti:

- 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;
- un colonnino a sezione circolare, inclinato secondo la pendenza del montante del sostegno;
- 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.

4.3.10 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.

5 Fase di costruzione

5.1 Oggetto dei lavori

Le opere da realizzare relative alla Stazione RTN e ai raccordi linea sono le seguenti:

- regolarizzazione dell'area;
- realizzazione delle fondazioni delle apparecchiature elettriche e degli edifici;
- realizzazione delle fondazioni dei sostegni linea;
- trasporto in situ dei componenti elettromeccanici;
- montaggi elettromeccanici;
- tesatura linee;
- ripristino delle aree.

5.2 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).

5.3 Attrezzature e automezzi di cantiere

Per la realizzazione delle opere si prevede indicativamente l'impiego delle attrezzature elencate nella seguente tabella, nelle diverse fasi di installazione e commissioning.

Tabella 5-1: Elenco indicativo delle attrezzature previste in fase di cantiere

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 indicativo e non esaustivo degli automezzi necessari alle varie fasi di lavorazione del cantiere. Tale elenco potrebbe variare durante la fase esecutiva.

Tabella 5-2: Elenco indicativo degli automezzi utilizzati in fase di cantiere

Tipologia	N. di automezzi impiegati
Escavatore cingolato	3

Tipologia	N. di automezzi impiegati
Carrelli elevatore da cantiere	3
Autocarro mezzo d'opera	1
Camion con gru	2
Furgoni e auto da cantiere	7
Autobetoniera	2
Pompa per calcestruzzo	1

5.4 Impiego di manodopera in fase di cantiere

La realizzazione della Stazione RTN e 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, meccanici ed elettrici.

Nella successiva tabella si riassumono, per le diverse tipologie di attività da svolgere, il numero di persone che saranno indicativamente impiegate. Tale elenco potrebbe variare durante la fase esecutiva.

Tabella 5-3: Elenco indicativo del personale impiegato in fase di cantiere

Descrizione attività	N. di persone impiegate
Progettazione esecutiva ed analisi in campo	10
Acquisti ed appalti	5
Project Management, Direzione lavori e supervisione	5
Sicurezza	2
Lavori civili	20
Lavori meccanici	10
Lavori elettrici	10
TOTALE	62

5.5 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.

6 Prove e messa in servizio

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 la Stazione RTN e i raccordi linea, in parte prima ed in parte dopo l'installazione.

La messa in servizio dei raccordi linea e della Stazione RTN sarà in accordo alle specifiche del Gestore.

6.1 Attrezzature e automezzi in fase di commissioning e avvio

Si riporta di seguito l'elenco indicativo delle attrezzature necessarie durante il commissioning della Stazione RTN e dei raccordi linea.

Tabella 6-1: Elenco indicativo delle attrezzature previste in fase di commissioning e avvio

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 indicativo degli automezzi utilizzati durante la fase di commissioning e avvio della Stazione RTN. Tale elenco potrebbe variare durante la fase esecutiva.

Tabella 6-2: Elenco indicativo degli automezzi utilizzati in fase di commissioning e avvio

Tipologia	N. di automezzi impiegati
Furgoni e autovetture da cantiere	3

6.2 Impiego di manodopera in fase di commissioning

Durante la fase di commissioning è previsto essenzialmente l'impiego di tecnici qualificati (ingegneri elettrici e meccanici), per i collaudi e le verifiche di campo, come indicato nella tabella seguente. Tale elenco potrebbe variare durante la fase esecutiva.

Tabella 6-3: Elenco indicativo del personale impiegato in fase di commissioning e avvio

Descrizione attività	N. di persone impiegate
Collaudo e avvio	5

7 Sicurezza del lavoro

Le attività relative alla nuova stazione RTN e ai raccordi linea si svolgeranno in osservanza della normativa vigente, ed, in particolare, verranno recepite tutte le prescrizioni contenute nel D.Lgs. 81/08 e s.m.i.

Come disposto dalla normativa verrà redatto il Piano di sicurezza e coordinamento ed il Fascicolo dell'Opera. Pertanto, in fase di progettazione esecutiva il committente provvederà a nominare un Coordinatore per la progettazione in fase di progettazione (CSP) abilitato, che redigerà il Piano di Sicurezza e di Coordinamento e predisporrà il relativo fascicolo.

Successivamente, in fase di realizzazione dell'opera, sarà nominato un Coordinatore per l'esecuzione dei lavori (CSE), 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 di Coordinamento.

Quando nella realizzazione dell'opera intervengono più di una impresa all'interno di uno stesso contratto di appalto e si prevede che esistano ed operino più di un datore di lavoro, ognuno di essi si assumerà le proprie responsabilità per quanto di sua competenza cooperando all'attuazione delle misure di protezione e prevenzione e coordinando i propri interventi con le altre imprese al fine di tutelare i lavoratori alle proprie dipendenze, e comunque all'interno dell'area di lavoro, dai rischi connessi alle proprie attività.

Ciascun appaltatore che a qualsiasi titolo si trovi ad operare nell'ambito dell'appalto dovrà predisporre il Piano Operativo della Sicurezza (POS), relativo alle attività di competenza e dovrà sottoporlo al CSE.

Da situazioni così complesse deriva inevitabilmente che debba essere attuato un piano di coordinamento molto scrupoloso e dettagliato, che possa tenere conto di tutti i possibili rischi interferenziali a cui potrebbero essere esposti i lavoratori presenti. Questo coordinamento è demandato, nel comma 3, al datore di lavoro committente (che presumibilmente ha la disponibilità giuridica dei luoghi) e si realizza con la redazione del Documento Unico di Valutazione dei Rischi da Interferenze (DUVRI); un documento che va elaborato in fase contrattuale e che deve includere la valutazione di tutti i possibili rischi interferenziali apportati dai diversi attori, nonché le misure preventive e protettive da adottare. All'elaborazione del documento dovranno quindi collaborare tutti i datori di Lavoro delle imprese coinvolte, come da comma 2, e deve esserne data opportuna illustrazione e diffusione affinché i rischi da interferenze siano adeguatamente condivisi e compresi. Nel DUVRI inoltre devono essere indicati i nominativi delle figure di riferimento, la durata del contratto e le modalità di gestione delle eventuali emergenze, con l'indicazione del piano di emergenza e di come attuarlo in caso di necessità.

8 Terre e rocce da scavo

8.1 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 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 sito delle terre e rocce da scavo, redatto ai sensi dell'art. 24 c. 3 del DPR sopra richiamato. Il piano è riportato nell'All. C.5 "Piano preliminare di gestione delle terre e rocce da scavo", al quale si rimanda per maggiori approfondimenti. Il suddetto piano è relativo sia alla Stazione RTN "Olmedo" che ai raccordi linea.

Di seguito viene fornita una stima dei quantitativi di scavi e rinterri previsti per la realizzazione della nuova Stazione RTN "Olmedo" e dei raccordi linea.

8.2 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 della Stazione RTN. 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 della Stazione RTN "Olmedo" e i relativi raccordi linea.

Tabella 8.1 Stima dei volumi di scavo e rinterro per la realizzazione della Stazione RTN "Olmedo" e raccordi linea

Descrizione		Quantità (m ³)
1	SCOTICO	
1.1	Scotico per strada di accesso e area stazione RTN	37.480
1.2	Nuovi tralicci	118
1.3	Traliccio da dismettere	59
1.4	Area cantiere inclusa aree di montaggio tralicci	5.400
	TOTALE SCOTICO	43.057
2	SCAVI	
2.1	Scavi per strada di accesso e area Stazione RTN	35.810
2.2	Scavi per fondazioni interne, comprese fondazioni edificio	3.500

Descrizione		Quantità (m ³)
2.3	Fossa imhoff, impianto trattamento acque di prima pioggia, sistema raccolta acque meteoriche	120
2.4	Nuovi tralicci	1.372
2.5	Traliccio da dismettere	686
	TOTALE SCAVI	41.488
3 RIPORTI E RINTERRI		
3.1	Riporto per strada di accesso e area Stazione RTN	22.298
3.2	Rinterro tralicci	1.362
3.3	Rinterro tralicci da dismettere	745
	TOTALE RINTERRI	24.405
4 MATERIALI ACQUISTATI		
4.1	Fondazione stradale (misto cava) per strada di accesso e area Stazione RTN	36.900
4.2	Misto stabilizzato per strada di accesso e area Stazione RTN	7.380
4.3	Fondazione stradale (misto di cava) area cantiere inclusa area di montaggio tralicci	5.400
4.4	Misto stabilizzato per area cantiere inclusa area di montaggio tralicci	1.800
4.5	Calcestruzzo per fondazioni (magrone e strutturale) Stazione	2.400
4.6	Conglomerato bituminoso (binder + tappetino)	1.590
4.7	Calcestruzzo fondazioni tralicci	127
	TOTALE MATERIALI ACQUISTATI	55.597
5 RIPRISTINI		
5.1	Terreno per ripristini aree a verde e scarpate nell'area Stazione RTN	43.056
	TOTALE RIPRISTINI	43.056
6 MATERIALI A DISCARICA		
6.1	Disavanzo materiale scavato	17.082
6.2	Calcestruzzo da rimozione tralicci esistenti	64
6.3	Materiale arido (fondazione stradale+misto stabilizzato) a seguito rimozione area di cantiere	7.200
	TOTALE MATERIALI A RECUPERO/SMALTIMENTO	24.346

9 Rumore

Nella nuova Stazione RTN le uniche sorgenti di rumore permanente sono gli autotrasformatori ed i trasformatori. Gli interruttori possono provocare un rumore trasmissibile all'esterno solo durante le manovre (di brevissima durata e pochissimo frequenti). In ogni caso il rumore sarà contenuto nei limiti previsti dal DPCM 01-03-1991 e dalla legge quadro sull'inquinamento acustico del 26 ottobre 1995 n. 447.

Per quanto riguarda i raccordi linea si fa presente che 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. Considerando però che il tipo di intervento consiste nella sostituzione di un tratto esistente di elettrodotto con due nuovi raccordi di lunghezza simile nell'intorno della stessa area, si può affermare che non ci siano modifiche da un punto di vista di produzione del rumore rispetto allo stato attuale.

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 5kV/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 Stazione RTN

La stazione elettrica è normalmente esercita in tele conduzione e non è prevista la presenza di personale, se non per interventi di manutenzione ordinaria o straordinaria. La stazione elettrica prevede il rispetto, all'interno del perimetro di stazione, dei valori di campo elettrico e magnetico previsti dalla normativa statale vigente di riferimento per la valutazione dell'esposizione di tipo professionale dei lavoratori (limiti di cui al D.Lgs. 81/08). Il rispetto di tali limiti è garantito mediante l'applicazione del PROGETTO UNIFICATO Terna.

All'esterno del perimetro di stazione invece vengono rispettati tutti i limiti previsti dal DPCM 08/07/2003 per la tutela della popolazione nei confronti dell'esposizione al campo elettrico e magnetico, riconducibile a quello generato dalle linee entranti in stazione.

10.3 Calcolo dei campi elettrico e magnetico raccordi linea 380 kV

La linea elettrica durante il suo normale funzionamento genera un campo elettrico ed un campo magnetico. Il primo è proporzionale alla tensione della linea stessa, mentre il secondo è proporzionale alla corrente che vi circola. Entrambi decrescono molto rapidamente con la distanza dai conduttori. Le condizioni di carico che sono presentate sono quelle imposte dalla Norma CEI 11-60, per la zona A e la zona B nel periodo freddo e nel periodo caldo, per singolo conduttore come indicato nella seguente tabella.

Tabella 10-1: Portate in corrente del conduttore di riferimento CEI 11-60

Tensione nominale	Portata in corrente (A) del conduttore secondo CEI 11-60			
	Zona A		Zona B	
	Periodo C	Periodo F	Periodo C	Periodo F
380 kV	740	985	680	770

Poiché ciascuna fase è costituita da tre conduttori, ne deriva una corrente di fase pari a 2.955 A per la zona "A" e 2.310 A per la zona "B". Il tracciato dei raccordi di cui trattasi ricade interamente in zona "A", pertanto ai fini del calcolo della fascia di rispetto degli elettrodotti previsto dalla metodologia emanata dall'APAT, in applicazione del D.P.C.M. 08/07/2003, con pubblicazione del decreto 29.05.2008, è stato considerato il valore di corrente di 2.955 A corrispondente alla zona "A". Come previsto nel decreto si è proceduto a calcolare la fascia di rispetto (e la DPA) combinando la configurazione dei conduttori, geometrica e di fase, e corrente in servizio normale di cui sopra, che forniscono il risultato più cautelativo sul tratto considerato. Si è fatto riferimento quindi ad una terna di conduttori disposti come indicato nella figura seguente (per il sostegno a bandiera si ottiene un'ampiezza della fascia uguale se non leggermente inferiore).

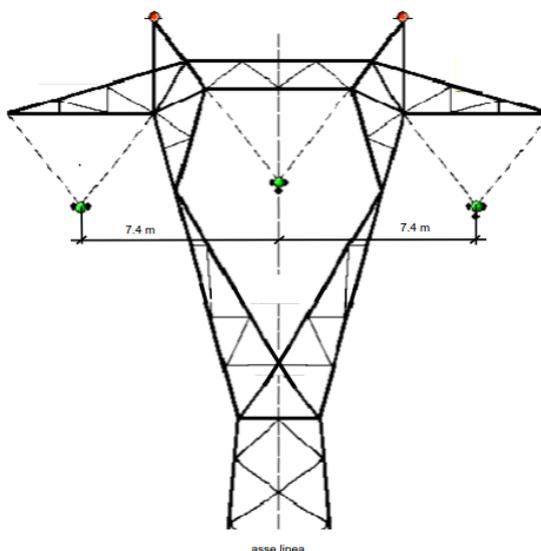


Figura 10.1 – disposizione geometrica dei conduttori sul sostegno tipico

La figura seguente riporta l'andamento dell'induzione magnetica ad 1m dal suolo, calcolato con specifico programma in accordo alla norma CEI 211-4, con la geometria del sostegno considerato, con altezza minima dei conduttori pari a 11.5 m (altezza minima considerata dal D.M. 1991 per le aree ove è prevista la presenza prolungata di persone sotto la linea)⁵,

⁵ Nella realtà, considerando l'altezza minima dei conduttori nel portale in stazione (21 m) e quella dei sostegni previsti ed esistenti, l'altezza minima da terra è sicuramente superiore ai minimi considerati.

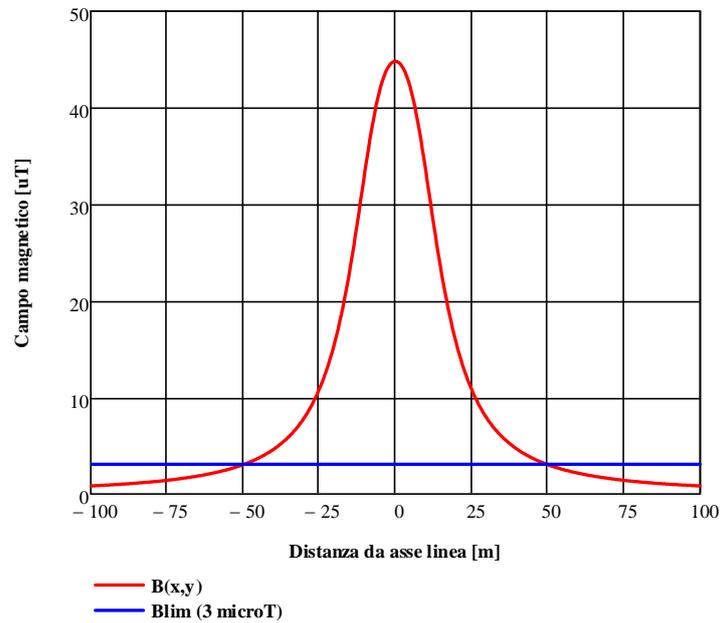


Figura 10.2 – Andamento campo magnetico al suolo dei raccordi linea alla corrente massima CEI 11-60

Dal grafico si vede che il valore massimo del campo magnetico al suolo è di 45 µT e dunque molto inferiore al valore limite di esposizione (100 µT). Il grafico relativo alle curve di livello dell'induzione magnetica è riportato nel sottostante grafico. La DPA 3 µT è pari a circa 51 m.

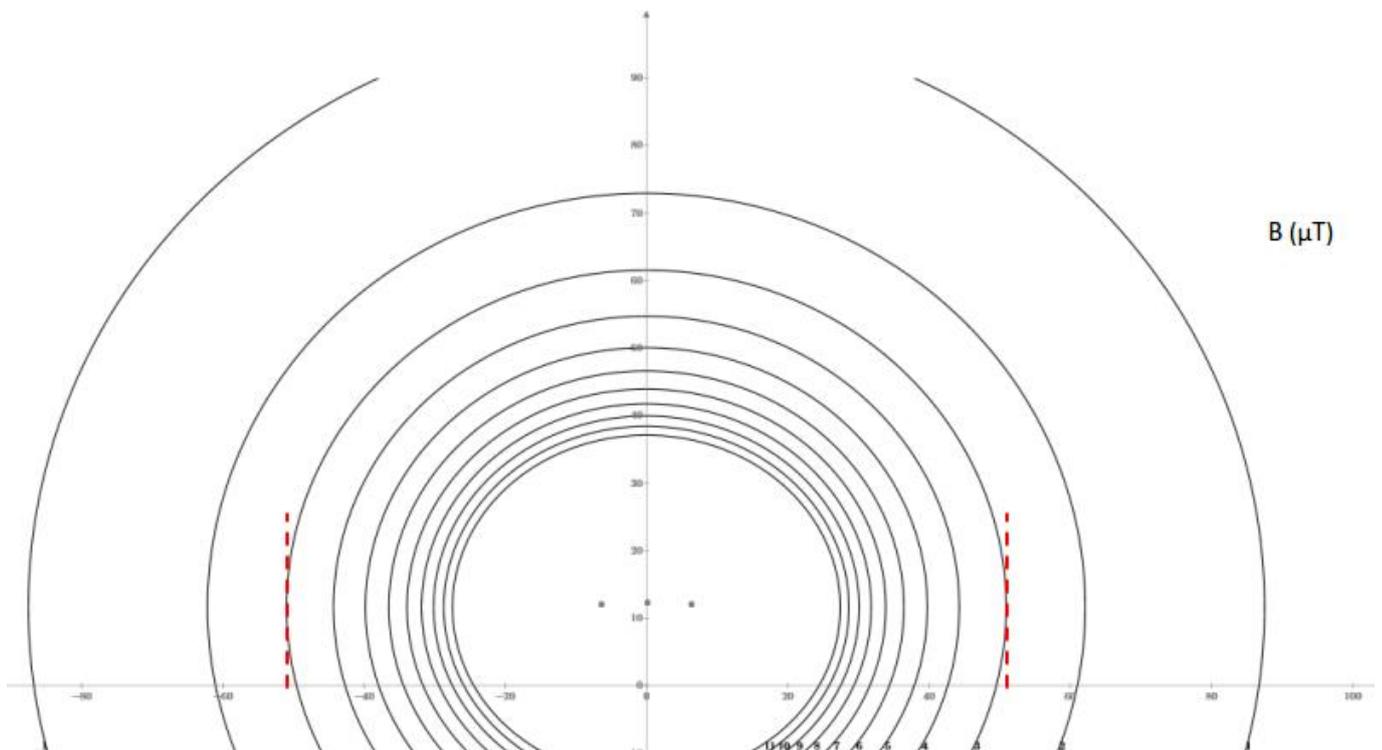


Figura 10.3 – Curve di livello campo magnetico dei raccordi linea alla corrente massima CEI 11-60

La DPA imperturbata così ottenuta è stata opportunamente maggiorata per tener conto dei cambi di direzione sui sostegni capolinea, secondo il metodo semplificato illustrato nel decreto. Essa è riportata nella planimetria Tav. 34 "Planimetria catastale con fascia DPA - Impianto di Rete", da cui si evince che all'interno della DPA non sono presenti recettori sensibili ai sensi del D.P.C.M. 08.07.2003.

Per quanto riguarda il campo elettrico al suolo generato dai conduttori ci si può riferire ai calcoli e misure effettuati da Terna per le geometrie associate ai vari tipi di sostegno unificati per linee a 380 kV. A titolo esemplificativo, considerando le ipotesi conservative di franco minimo sul terreno pari a 11,5 m, l'andamento del campo è come quello rappresentato nella seguente figura da cui si evince che il campo elettrico al suolo è sempre inferiore ai limiti di legge di 5 kV/m e pertanto il rispetto della normativa vigente in corrispondenza dei recettori sensibili è garantito ovunque, indipendentemente dalla distanza degli stessi dall'elettrodotto.

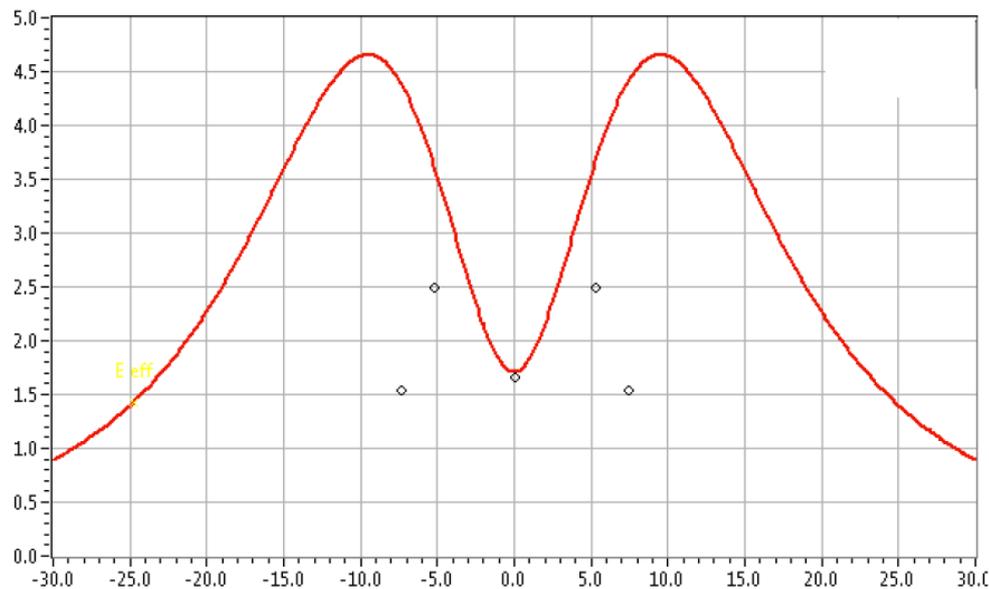


Figura 10.4 – Andamento del campo elettrico a 1,50 m dal suolo del raccordo linea 380 kV (sezione con conduttori in piano a 11.5 m dal suolo)

11 Aree potenzialmente impegnate

L'elaborato Tav. 35 "Planimetria catastale con API" riporta l'estensione dell'area impegnata dall'Impianto di Rete della quale fanno parte l'area recintata di stazione, i raccordi linea, l'area esterna di rispetto dalla recinzione per esigenze di servizio e manutenzione e la strada di accesso.

I terreni ricadenti all'interno di detta area, risulteranno soggetti al vincolo preordinato all'esproprio. Per i raccordi, il "Vincolo preordinato all'esproprio" sarà apposto sui fondi interessati dalla realizzazione delle opere, con una larghezza della fascia di asservimento pari a 100 metri (50 metri dall'asse linea per parte), per ciascun raccordo aereo.

I proprietari dei terreni interessati dalle aree potenzialmente impegnate (ed aventi causa delle stesse) e relativi numeri di foglio e particelle sono riportati nell'All. C.1 "Piano particellare di esproprio e asservimento" come desunti dal catasto.

12 Stima dei tempi di realizzazione

I tempi di realizzazione della Stazione RTN sono stimati in 20 mesi, mentre per i raccordi linea in 8 mesi, come indicato da Terna nel Preventivo di Connessione. L'All. C.2 "Cronoprogramma Impianto di Rete" fornisce indicazione dei tempi complessivi di realizzazione dell'intero Impianto di Rete.

13 Distanze di sicurezza - controllo prevenzione incendi

Per quanto riguarda la Stazione RTN si fa presente che la stessa non interferisce con altri impianti e/o attività soggette ai controlli di prevenzione incendi. Il progetto prevede la realizzazione di una nuova stazione elettrica elettrica 380/150/36 kV all'interno della quale sono previste la seguente attività soggetta ai controlli di prevenzione incendi ai sensi D.P.R. 151/2011:

- Trasformatori classificati come "Attività 48.1.B: macchine elettriche fisse con presenza di liquidi isolanti combustibili in quantitativi superiori a 1 m³";
- Gruppo elettrogeno classificato come "Attività 49.1.A: Gruppi per la produzione di energia elettrica sussidiaria con motori endotermici ed impianti di cogenerazione di potenza complessiva superiore a 25 kW".

Si assicura che, per le parti d'impianto soggette al controllo di prevenzione incendi, sarà cura della società realizzatrice provvedere in fase di progettazione esecutiva agli adempimenti previsti ai fini dell'acquisizione del parere di conformità dei VVF (comma 7 art. 11. d.P.R. 1 agosto 2011, n. 151), fornendo tutta la documentazione tecnico-progettuale redatta secondo quanto previsto dalla normativa vigente e, una volta completate le opere, presentare domanda di sopralluogo volta al rilascio del "Certificato di prevenzione incendi" (comma 5 art. 11. d.P.R. 1 agosto 2011, n. 151).

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 dei raccordi linea in progetto e le attività soggette al controllo dei Vigili del Fuoco 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 dei raccordi linea in progetto. L'All. C.4 "Relazione di compatibilità in materia di prevenzione incendi" fornisce indicazione del rispetto delle distanze di sicurezza dei raccordi linea da elementi sensibili, quali attività soggette al controllo dei Vigili del Fuoco e stabilimenti a rischio di incidenti rilevanti.

14 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.

14.1 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.
- D.M. 03.12.1987 Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate;
- 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" 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";
- 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 ss.mm.ii.;
- 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";
- 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 ";
- Legge 23 agosto 2004, n. 239 "Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia";
- D.lgs n. 192 del 19 agosto 2005 Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia;
- 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" e ss.mm.ii.;
- Decreto 29 maggio 2008, "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti";
- D.M. 14 gennaio 2008 Norme tecniche per le Costruzioni - NTC 2008 e ss.mm.ii.;
- D.lgs. 9 aprile 2008 n° 81 Testo Unico sulla sicurezza sul lavoro e ss.mm.ii.

- CNR 10025/98 Istruzioni per il progetto, l'esecuzione ed il controllo delle strutture prefabbricate in calcestruzzo;
- D.P.R. 1 agosto 2011, n. 151 Regolamento recante semplificazione della disciplina dei pro-cedimenti relativi alla prevenzione incendi, a norma dell'articolo 49 comma 4-quater, decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122 e ss.mm.ii.;
- D.M. 15 luglio 2014 Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, l'installazione e l'esercizio delle macchine elettriche fisse con presenza di liquidi isolanti combustibili in quantità superiore a 1 mc e ss-mm.ii.;
- D.M. 17 gennaio 2018 Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni".

14.2 Norme tecniche

- Norma CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici;
- Norma CEI EN 50110-1-2 Esercizio degli impianti elettrici;
- Norma CEI EN 61936-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a Parte 1: Prescrizioni comuni;
- CEI EN 60865-1 Correnti di corto circuito - Calcolo degli effetti. Parte1: Definizioni e metodi di calcolo;
- Norma CEI EN 50522 Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.;
- Norma CEI 11-37 Guida per l'esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione maggiore di 1 kV;
- Norma CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica - Linee in cavo;
- Norma CEI EN 60721-3-3 Classificazioni delle condizioni ambientali;
- Norma CEI EN 60721-3-4 Classificazioni delle condizioni ambientali;
- Norma CEI EN 60068-3-3 Prove climatiche e meccaniche fondamentali Parte 3: Guida Metodi di prova sismica per apparecchiature;
- Norma CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua;
- Norma CEI EN 62271-100 Apparecchiatura ad alta tensione – Parte 100: Interruttori a corrente alternata;
- Norma CEI EN 62271-102 Apparecchiatura ad alta tensione – Parte 102: Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata;
- Norma CEI EN 61009-1 Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari;
- Norma CEI 33-2 Condensatori di accoppiamento e divisori capacitivi;
- Norma CEI 36-12 Caratteristiche degli isolatori portanti per interno ed esterno destinati a sistemi con tensioni nominali superiori a 1000 V;
- Norma CEI EN 61896-1 Trasformatori di misura - Parte 1: Prescrizioni generali;
- Norma CEI EN 61896-2 Trasformatori di misura – Parte 2: prescrizioni aggiuntive per trasformatori di corrente;
- Norma CEI EN 61896-3 Trasformatori di misura – Parte 3: prescrizioni aggiuntive per trasformatori di tensione induttivi;
- Norma CEI EN 62271-1 Apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione - Parte1: Prescrizioni comuni;
- Norma CEI EN 60529 Gradi di protezione degli involucri (Codice IP);
- Norma CEI EN 60168 Prove di isolatori portanti per interno ed esterno di ceramica o di vetro, per impianti con tensione nominale superiore a 1000 V;

- Norma CEI 20-22 Prove d'incendio su cavi elettrici;
- Norma CEI 20-37 Metodi di prova comuni per cavi in condizione di incendio;
- EN 62271-100 High-voltage alternating-current circuit-breakers;
- CEI EN 60071-1 e 1-2 Coordinamento dell'isolamento – Parte 1 e Parte 2;
- Norma CEI EN 61896-5 Trasformatori di misura – Parte 5: prescrizioni aggiuntive per trasformatori di tensione capacitivi;
- Norma CEI 57-2 Bobine di sbarramento per sistemi a corrente alternata;
- Norma CEI 57-3 Dispositivi di accoppiamento per impianti ad onde convogliate;
- Norma CEI EN 60076-1 Trasformatori di potenza;
- Norma CEI EN 60137 Isolatori passanti per tensioni alternate superiori a 1 kV;
- Norma CEI EN 60099-4 Scaricatori ad ossido di zinco senza spinterometri per reti a corrente alternata;
- Norma CEI EN 60099-5 Scaricatori – Raccomandazioni per la scelta e l'applicazione;
- Norma CEI EN 60507 Prove di contaminazione artificiale degli isolatori per alta tensione in sistemi a corrente alternata.