

PROPONENTE
Repower Renewable Spa
Via Lavaredo, 44
30174 Venezia



PROGETTAZIONE



INSE Srl
viale Michelangelo 71
80129 - Napoli - Italia
t 081.5797998
tecnico@inse.srl.it

Amm. Francesco Di Maso
Ing. Luigi Malafarina
Ing. Pasquale Esposito
Ing. Nicola Galdiero



N° COMMESSA

1518-1534

**PARCO EOLICO "GIAMBOI-BLANDANO", 24 MW + 20 MW ACCUMULO
PARCO AGRIVOLTAICO "RACARRUME", 25 MW + 20 MW ACCUMULO
COMUNI DI BUSETO PALIZZOLO (TP), VALDERICE (TP), ERICE (TP), TRAPANI (TP)**

PIANO TECNICO OPERE DI RETE TERNA

ELABORATO

**RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA RACCORDI 150 kV SE
BUSETO 2 E LINEA BUSETO-CP OSPEDALETTO**

CODICE ELABORATO
S303-EL01-R

Scala: -:-

Formato: **A4**

REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	REDATTO	VERIFICA	APPROVAZIONE
01	Febbraio 2024	Integrazione richiesta da Terna del 09/02/2024	INSE Srl	F. DI MASO	REPOWER RENEWABLE SPA
00	Luglio 2023	PRIMA EMISSIONE	INSE Srl	F. DI MASO	REPOWER RENEWABLE SPA

Sommario

1	PREMESSA E MOTIVAZIONE DELLE OPERE.....	2
1.1	Criteri localizzativi e progettuali.....	3
2	RACCORDI ALLA NUOVA STAZIONE 150/36 kV “BUSETO 2 150/36 kV”	4
2.1	Enti amministrativi interessati dalle opere.....	5
2.2	Opere attraversate	5
2.3	Vincoli	5
3	LINEA AEREA 150 kV “BUSETO PALIZZOLO-CP OSPEDALETTO”	6
3.1	Enti amministrativi interessati dalle opere.....	6
3.2	Opere attraversate	7
3.3	Vincoli	7
4	CARATTERISTICHE TECNICHE DEGLI ELETTRODOTTI AEREI 150 kV	7
4.1	Premessa	7
4.1.1	Caratteristiche elettriche degli elettrodotti.....	8
4.1.2	Distanza tra i sostegni	8
4.1.3	Conduttori e corde di guardia	8
4.1.4	Stato di tensione meccanica	9
4.1.5	Capacità di trasporto	10
4.1.6	Sostegni.....	10
4.1.7	Isolamento.....	13
4.1.8	Caratteristiche geometriche	13
4.1.9	Caratteristiche elettriche	13
4.2	<i>Morsetteria ed armamenti</i>	15
4.3	Fondazioni	16
4.4	Messe a terra dei sostegni	18
5	CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	19
5.1	Aree impegnate	19
5.2	Fasce di rispetto	19
6	RUMORE	20
7	INQUADRAMENTO GEOLOGICO PRELIMINARE	21
8	TERRE E ROCCE DA SCAVO	21
9	CRONOPROGRAMMA.....	21
10	SICUREZZA NEI CANTIERI	21
11	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	21
11.1	Leggi	21
11.2	Norme tecniche.....	22
11.2.1	Norme CEI	22
11.2.2	Norme tecniche diverse	23

	RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA RACCORDI 150 kV SE BUSETO 2 E LINEA BUSETO-CP OSPEDALETTO	Codifica S303-EL01-R	
		Febbraio 2024	Rev. 01

1 PREMESSA E MOTIVAZIONE DELLE OPERE

La società REPOWER RENEWABLE S.P.A. è proponente di due progetti di produzione di energia rinnovabile (da fonte eolica e fotovoltaica) ubicati nei Comuni di Buseto Palizzolo e Valderice in provincia di Trapani ed opere di connessione.

La società Terna ha rilasciato alla Società REPOWER RENEWABLE S.P.A. due distinte STMG "Soluzione Tecnica Minima Generale" n. Prat. 202201985 del 14/10/2022 (per l'impianto eolico) e n. Prat. 202202432 del 16/11/2022 (per l'impianto fotovoltaico), indicando le modalità di connessione al fine di razionalizzare l'utilizzo delle opere di rete per la connessione.

L'ipotesi progettuale per la produzione di energia elettrica da fonte eolica prevede la realizzazione di un impianto eolico da 24 MW integrato da un sistema di accumulo di 20 MW, in modo da avere una potenza totale di 44 MW in immissione e 20 MW in prelievo. L'impianto fotovoltaico, invece, avrà una potenza nominale di 25 MW integrato da un sistema di accumulo con potenza nominale pari a 20 MW, per una potenza in immissione di 45MW e in prelievo pari a 20 MW.

Terna ha specificato per entrambi gli impianti di produzione eolico (STMG Cod. Pratica 202201985) e fotovoltaico (STMG Cod. Pratica 202202432) la stessa modalità di connessione alla RTN e precisamente che dovranno essere collegati in antenna a 36 kV con una nuova stazione di trasformazione 150/36 kV della RTN da inserire in doppio entra-esce alle due linee RTN "Buseto Palizzolo – Fulgatore" e "Buseto Palizzolo – Castellammare Golfo" previa:

- a) *Realizzazione di un nuovo elettrodotto RTN a 150 kV di collegamento tra la SE Buseto e la Cabina Primaria di Ospedaletto, presso la quale dovrà essere realizzato uno stallo 150 kV;*
- b) *Realizzazione del nuovo elettrodotto RTN 220 kV "Fulgatore – Partinico", di cui al Piano di Sviluppo Terna;*
- c) *Ampliamento della SE RTN 220 kV di Fulgatore.*

È inoltre specificato che il cavidotto di collegamento a 150 kV tra i parchi e la SE RTN costituiscono opera di utenza, mentre lo stallo arrivo produttore a 150 kV nella suddetta stazione costituisce impianto di rete per la connessione.

In riferimento al tavolo tecnico, avente ad oggetto la **"Convocazione incontro per la progettazione nuova SE Buseto 2 da inserire in entra-esce alle linee 150 kV "Buseto Palizzolo-Fulgatore" e "Buseto Palizzolo-Castellammare Golfo", e nuovo elettr. RTN Buseto-CP Ospedaletto"**, tenutosi in data 5/12/2022, la Società Repower in accordo agli altri proponenti partecipanti, si propose come capofila per la progettazione della Nuova Stazione Elettrica (SE) RTN 150/36 kV denominata "Buseto 2" e del nuovo elettrodotto 150 kV RTN "Buseto – CP Ospedaletto". Per ottemperare ai compiti di società capofila, la REPOWER RENEWABLE S.P.A, in prima istanza, così come richiesto da Terna ha elaborato uno studio di prefattibilità per la localizzazione della nuova stazione 150/36 kV da estendere a più ipotesi localizzative (3-4 siti).

A seguito di tale studio Terna ha individuato la soluzione migliore da sviluppare per il Progetto delle Opere Tecniche (PTO) da portare in autorizzazione che essenzialmente riguarda la progettazione di:

- a) una stazione di trasformazione 150/36 kV, secondo il nuovo standard Terna, da collegare in entra-

	RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA RACCORDI 150 kV SE BUSETO 2 E LINEA BUSETO-CP OSPEDALETTO	Codifica S303-EL01-R	
		Febbraio 2024	Rev. 01

esci sulla linea in doppia terna 150 kV “Buseto Palizzolo-Fulgatore e Buseto Palizzolo-Castellammare del Golfo” a doppio sistema di sbarre e parallelo lato 150kV denominata “Buseto 2”.

- b) raccordi aerei a 150 kV della nuova stazione di trasformazione Buseto 2 alla esistente linea 150 kV “Buseto Palizzolo-Fulgatore” e “Buseto Palizzolo-Castellammare del Golfo”.
- c) Elettrodotto 150 kV per il collegamento della esistente SE Buseto 150 kV alla esistente CP Ospedaletto.

La presente relazione si riferisce alle opere di rete di cui ai punti b) e c).

Per la localizzazione della stazione di trasformazione 150/36 kV, nel seguito denominata “SE BUSETO2 150/36 kV” è stata individuata un’area in prossimità dell’elettrodotto 150 kV “Buseto Palizzolo-Fulgatore” e “Buseto Palizzolo-Castellammare del Golfo” e precisamente in corrispondenza dei sostegni TR.12 e TR.14 idonea alla realizzazione della suddetta stazione.

1.1 Criteri localizzativi e progettuali

La progettazione delle opere oggetto del presente documento è stata sviluppata tenendo in considerazione un sistema di indicatori sociali, ambientali e territoriali, che hanno permesso di valutare gli effetti della pianificazione elettrica nell’ambito territoriale considerato, nel pieno rispetto degli obiettivi della salvaguardia, tutela e miglioramento della qualità dell’ambiente, della protezione della salute umana e dell’utilizzazione accorta e razionale delle risorse naturali.

Il tracciato del nuovo elettrodotto aereo 150 kV “Buseto Palizzolo-CP Ospedaletto” e i raccordi aerei della nuova stazione di Buseto 2 150/36 kV alla esistente linea DT “Buseto Palizzolo-Fulgatore” e “Buseto Palizzolo-Castellammare del Golfo” sono stati studiati in armonia con quanto dettato dall’art. 121 del T.U. 11/12/1933 n. 1775, comparando le esigenze della pubblica utilità delle opere con gli interessi pubblici e privati coinvolti, cercando in particolare di:

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

	RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA RACCORDI 150 kV SE BUSETO 2 E LINEA BUSETO-CP OSPEDALETTO	Codifica S303-EL01-R	
		Febbraio 2024	Rev. 01

2 RACCORDI ALLA NUOVA STAZIONE 150/36 kV “BUSETO 2 150/36 kV”

Per collegare la nuova stazione di trasformazione “Buseto 2” alla linea aerea Doppia Terna a 150 kV RTN “Buseto Palizzolo-Fulgatore” e “Buseto Palizzolo-Castellammare del Golfo” in modalità entra-esci è stato previsto di inserirla nel tratto compreso tra i sostegni esistenti TR.12 e TR.14: (Rif. Dis. S303-GE03-D “Planimetria su Ortofoto SE Buseto 2 150/36 kV e raccordi alla linea DT 150kV “Buseto Palizzolo – Fulgatore” e “Buseto Palizzolo – Castellammare Golfo”) nonché . S303-GE04-D “Planimetria su CTR SE Buseto 2 150/36 kV e raccordi alla linea DT 150kV “Buseto Palizzolo – Fulgatore” e “Buseto Palizzolo – Castellammare Golfo”.

Saranno installati 7 nuovi sostegni DT della serie unificata Terna TR.12a, TR.12b, TR.12c e TR.12d per il raccordo lato Nord verso Buseto Palizzolo e TR.14a, TR.14b e TR.14c per il raccordo lato Sud verso Fulgatore-Castellammare del Golfo. Il sostegno TR.12a sarà posto a circa 374 metri dal sostegno esistente TR.12; mentre il sostegno TR.14a sarà posto a circa 376 metri dal sostegno TR.14. Inoltre, sarà demolito il sostegno TR.13 e un tratto di linea di 674 metri tra i nuovi sostegni TR.12a e TR.14a e P37/A.

I nuovi raccordi, dai nuovi sostegni ai portali della nuova stazione, avranno una lunghezza di circa 644 metri e 370 metri. (Rif. Dis. S303-GE03-D_ “ Planimetria su CTR - Ortofoto SE Buseto 2 150/36 kV e raccordi alla linea “Buseto Palizzolo-Fulgatore” e “Buseto Palizzolo-Castellammare del Golfo”, S303-PR01-D Profilo planoaltimetrico Linea DT 150 kV “Buseto Palizzolo–Fulgatore” e “Buseto Palizzolo–Castellammare Golfo” - stato di fatto” e S303-PR02-D “Profili planoaltimetrici raccordi L. 150 kV “Buseto Palizzolo – Fulgatore” e “Buseto Palizzolo – Castellammare Golfo” alla nuova SE 150/36 kV “Buseto 2” - Stato di progetto”.



Figura 1: Schema di connessione alla RTN della Futura SE di trasformazione Buseto 2 150/36kV con entra-esce della Linea DT 150 kV “Buseto Palizzolo–Fulgatore” e “Buseto Palizzolo–Castellammare Golfo”

2.1 Enti amministrativi interessati dalle opere

Nella seguente tabella è riassunta la Regione, la Provincia e il Comune interessato dai vari interventi oggetto dell’opera in esame:

REGIONE	PROVINCIA	COMUNE
Sicilia	Trapani	Buseto Palizzolo

2.2 Opere attraversate

Non sono presenti particolari opere attraversate

2.3 Vincoli

Il tracciato dei raccordi non ricadono in zone sottoposte a vincoli aeroportuali; l’allegato al PTO doc. S303-EL05-R “Valutazione interferenze al volo aereo” riporta le indicazioni richieste dall’ENAV.

Non ricade, altresì, in zone sottoposte a vincoli paesaggistici, ambientali e archeologici.

Per quanto riguarda l'interessamento di aree sottoposte a vincolo idrogeologico, si rimanda alla consultazione degli elaborati specifici allegati al presente PTO.

3 LINEA AEREA 150 kV "BUSETO PALIZZOLO-CP OSPEDALETTO"

La linea parte dai portali della esistente stazione a 150 kV di Buseto Palizzolo di Terna in esercizio e avrà una lunghezza di circa 12 Km e si collegherà su di un nuovo stallo della Cabina Primaria di Ospedaletto di E-Distribuzione.

Il tracciato interesserà i Comuni in provincia di Trapani di Buseto Palizzolo, Valderice, Erice e Trapani.

Dal portale della stazione esistente di Buseto Palizzolo la linea attraversa in direzione Ovest per circa 170 metri il Comune di Buseto Palizzolo, dal confine con Valderice prosegue in direzione Sud-Ovest per circa 8370 metri fino al confine con il Comune di Erice percorrendolo per circa 1282 metri in direzione Ovest fino al confine con il Comune di Trapani; sempre in direzione Ovest dopo circa 2180 metri la linea si atterrerà sulle sbarre della CP di Ospedaletto.

Saranno posizionati N.44 nuovi sostegni di altezza variabile dai 28 ÷ 44 m.

I terreni che saranno attraversati sono agricoli.

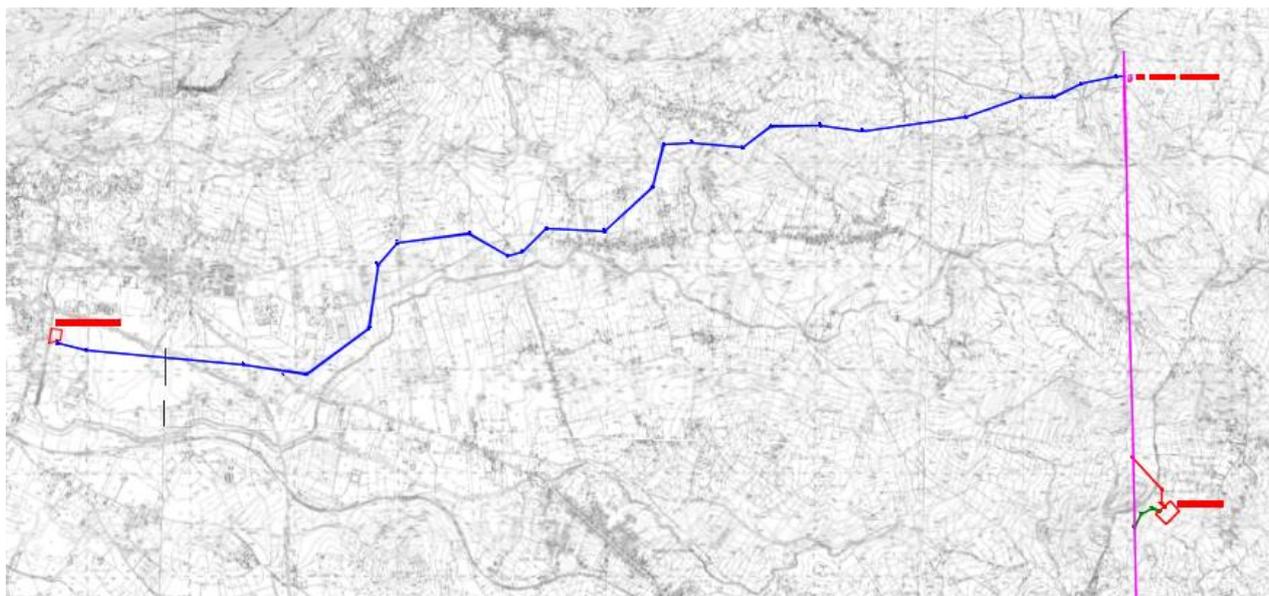


Figura 2: Tracciato elettrodotti 150 kV

- colore blu è indicato il tracciato della nuova linea ST in progetto "Buseto Palizzolo-CP Ospedaletto"
- colore magenta la linea esistente DT "Buseto Palizzolo-Fulgatore" e "Buseto Palizzolo-Castellammare del Golfo"
- colore rosso e verde i raccordi in DT alla nuova stazione di trasformazione Buseto 2 150/36 kV

3.1 Enti amministrativi interessati dalle opere

Nella seguente tabella è riassunta la Regione, la Provincia e i comuni interessati dalla linea 150 kV "Buseto Palizzolo-Cp ospedaletto"

REGIONE	PROVINCIA	COMUNE
Sicilia	Trapani	Buseto Palizzolo
Sicilia	Trapani	Valderice
Sicilia	Trapani	Erice
Sicilia	Trapani	Trapani

3.2 Opere attraversate

Le opere attraversate sono riportate nell'elenco (Rif. Doc. S303-EL03-E).

3.3 Vincoli

Il tracciato dei raccordi non ricadono in zone sottoposte a vincoli aeroportuali; l'allegato al PTO doc. S303-EL05-R "Valutazione interferenze al volo aereo" riporta le indicazioni richieste dall'ENAV.

Non ricade, altresì, in zone sottoposte a vincoli paesaggistici, ambientali e archeologici.

Per quanto riguarda l'interessamento di aree sottoposte a vincolo idrogeologico, si rimanda alla consultazione degli elaborati specifici allegati al presente PTO.

4 CARATTERISTICHE TECNICHE DEGLI ELETTRODOTTI AEREI 150 kV

4.1 Premessa

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

Il progetto dell'opera è conforme al Progetto Unificato per gli elettrodotti elaborato fin dalla prima metà degli anni '70 a cura della Direzione delle Costruzioni di ENEL, aggiornato successivamente da Terna S.p.A. nel pieno rispetto della normativa prevista dal DM 21-10-2003 (Presidenza del Consiglio di Ministri Dipartimento Protezione Civile) e tenendo conto delle Norme Tecniche per le Costruzioni, Decreto 14/09/2005.

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

Nuovo elettrodotto 150 kV in ST Buseto2 - Ospedaletto

L'elettrodotto sarà costituito da una palificazione a semplice terna tronco-piramidali con mensole disposte a triangolo, della serie unificata 132-150 kV semplice terna a tiro pieno. La linea sarà armata

con conduttore di energia singolo per ogni fase e con una corda di guardia fino al raggiungimento dei portali di stazione.

Le tavole grafiche dei componenti impiegati con le loro caratteristiche sono riportate negli allegati S303-EL04-D "Caratteristiche componenti Elettrodotti aerei 150 kV ST".

Raccordi in DT alla nuova stazione di trasformazione Buseto 2 150/36 kV della linea DT "Buseto Palizzolo-Fulgatore" e "Buseto Palizzolo-Castellammare del Golfo"

I raccordi saranno costituiti da una palificazione a Doppia terna con sostegni di tipo tronco-piramidali, della serie unificata 132-150 kV a Doppia terna a tiro pieno. La linea sarà armata con conduttore di energia singolo per ogni fase e con una corda di guardia fino al raggiungimento dei portali di stazione.

Le tavole grafiche dei componenti impiegati con le loro caratteristiche sono riportate negli allegati S303-EL04-D "Caratteristiche componenti Elettrodotti aerei 150 kV DT".

4.1.1 Caratteristiche elettriche degli elettrodotti

Le caratteristiche elettriche degli elettrodotti sono le seguenti:

Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	150 kV
Corrente nominale	870 A

La portata in corrente in servizio normale del conduttore sarà conforme a quanto prescritto dalla norma CEI 11-60, per elettrodotti a 150 kV in zona A e in zona B.

4.1.2 Distanza tra i sostegni

La distanza tra due sostegni consecutivi dipende dall'orografia del terreno e dall'altezza utile dei sostegni impiegati; mediamente in condizioni normali, si ritiene possa essere pari a 300 m.

4.1.3 Conduttori e corde di guardia

Ciascuna fase elettrica sarà costituita da n° 1 conduttore di energia formato da una corda di lega 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 lega di alluminio del diametro di 3,50 mm, con un diametro complessivo di 31,50 mm, con carico di rottura teorico di 16.852 daN.

Per zone ad alto inquinamento salino può essere impiegato in alternativa il conduttore con l'anima a "zincatura maggiorata" ed ingrassato fino al secondo mantello di alluminio. Le caratteristiche tecniche del conduttore sono riportate nella tavola LC14 ed. 1 del Gennaio 1995 allegata.

I conduttori avranno un'altezza da terra non inferiore a metri 10, ampiamente superiore a quella massima prevista dall'art. 2.1.05 del D.M. 16/01/1991.

L'elettrodotto sarà inoltre equipaggiato con una corda di guardia destinata, oltre che a proteggere l'elettrodotto stesso dalle scariche atmosferiche, a migliorare la messa a terra dei sostegni. La corda di guardia sarà del tipo in acciaio rivestito di alluminio (allumoweld) del diametro di 11,50 mm e sezione di

80,65 mm², sarà costituita da n° 7 fili del diametro di 3,83 mm (tavola LC 51 allegata). Il carico di rottura teorico della corda sarà di 9.000 daN. In alternativa è possibile l'impiego di una corda di guardia in alluminio-acciaio con fibre ottiche sempre del diametro di 11,50 mm. (tavola DC 25 allegata)

4.1.4 Stato di tensione meccanica

E' stato fissato il tiro dei conduttori e delle corde di guardia 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 risulta, ovviamente, funzione della campata equivalente di ciascuna tratta.

Gli "stati" che interessano, da diversi punti di vista, il progetto delle linee, con riferimento alla norma costituita da D.M. LL.PP. 21/03/1988 n. 449, 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 (vento concorde)
- -CVS2 Condizione di verifica sbandamento catene: +15°C, vento a 130 km/h (vento discorde)

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 RQ UT 0000C2 conduttore alluminio-acciaio Φ 31,5 mm
- ZONA B EDS=18% per il conduttore tipo RQ UT 0000C2 conduttore alluminio-acciaio Φ 31,5 mm

Il corrispondente valore di EDS per la corda di guardia è stato fissato con il criterio di avere un parametro del 15% più elevato, rispetto a quello del conduttore in condizione EDS. Sono stati ottenuti i seguenti valori:

	RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA RACCORDI 150 kV SE BUSETO 2 E LINEA BUSETO-CP OSPEDALETTO	Codifica S303-EL01-R	
		Febbraio 2024	Rev. 01

ZONA A EDS=12.45% per corda di guardia tipo LC 51

ZONA B EDS=11.85% per corda di guardia tipo LC 51

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

- di 16°C in zona A
- di 25°C in zona B

Il tracciato dell'elettrodotto in progetto è situato in "ZONA A".

Vedi elaborati profili plano-altimetrici.

4.1.5 Capacità di trasporto

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 dei collegamenti aerei 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.

4.1.6 Sostegni

I sostegni saranno quelli previsti dalla serie unificata TERNA a 132-150 kV a tiro pieno del tipo tronco piramidale a semplice terna per la linea nuova linea in progetto "Buseto Palizzolo-CP Ospedaletto" mentre saranno utilizzati sostegni doppia terna per i raccordi alla linea "Buseto Palizzolo-Fulgatore" e "Buseto Palizzolo-Castellammare del Golfo"-di varie altezze secondo le caratteristiche altimetriche del terreno. Essi saranno costituiti da angolari di acciaio ad elementi zincati a caldo e bullonati. Gli angolari di acciaio sono raggruppati in elementi strutturali. Il calcolo delle sollecitazioni meccaniche ed il dimensionamento delle membrature è stato eseguito conformemente a quanto disposto dal D.M. 21/03/1988 e le verifiche sono state effettuate per l'impiego sia in zona "A" che in zona "B".

Essi avranno un'altezza tale da garantire, anche in caso di massima freccia del conduttore, il franco minimo prescritto dalle vigenti norme; l'altezza totale fuori terra non sarà in ogni caso superiore a 61 m. I sostegni saranno provvisti di difese parasalita.

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

Ciascun sostegno si può considerare composto dai piedi, dalla base, da un tronco e dalla testa, della quale fanno parte le mensole. Ad esse sono applicati gli armamenti (cioè l'insieme di elementi che consente di

ancorare meccanicamente i conduttori al sostegno pur mantenendoli elettricamente isolati da esso) che possono essere di sospensione o di amarro. Infine vi è il cimino, atto a sorreggere la corda 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.

Le serie 150 kV semplice e doppia terna sono costituite da diversi tipi di sostegno, che variano a seconda delle prestazioni di impiego, disponibili in diverse altezze utili (di norma da 9 m a 48 m).

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

SEMPLICE TERNA - ZONA A EDS 21 %

TIPO	ALTEZZA	CAMPATA MEDIA	ANGOLO DEVIAZIONE	COSTANTE ALTIMETRICA
"L" Leggero	12 ÷ 33 m	350 m	0°	0,1200
"N" Normale	12 ÷ 33 m	350 m	4°	0,1500
"M" Medio	12 ÷ 33 m	350 m	8°	0,1800
"P" Pesante	12 ÷ 48 m	350 m	16°	0,2400
"V"Vertice	12 ÷ 33 m	350 m	32°	0,3600
"C"Capolinea	12 ÷ 33 m	350 m	60°	0,2400
"E"Eccezionale	12 ÷ 33 m	350 m	90°	0,3600

SEMPLICE TERNA - ZONA B EDS 18 %

TIPO	ALTEZZA	CAMPATA MEDIA	ANGOLO DEVIAZIONE	COSTANTE ALTIMETRICA
"L" Leggero	12 ÷ 33 m	350 m	0°	0,1200
"N" Normale	12 ÷ 33 m	350 m	4° 36'	0,17500
"M" Medio	12 ÷ 33 m	350 m	9° 14'	0,20770
"P" Pesante	12 ÷ 48 m	350 m	17° 30'	0,27680
"V"Vertice	12 ÷ 33 m	350 m	32°	0,41550
"C"Capolinea	12 ÷ 33 m	350 m	60°	0,27680
"E"Eccezionale	12 ÷ 33 m	350 m	90°	0,41550

Per la doppia terna, i sostegni e le loro prestazioni, sempre con riferimento al conduttore utilizzato alluminio-acciaio Φ 31,5 mm, in termini di campata media (Cm), angolo di deviazione (δ) e costante altimetrica (k) sono le seguenti:

DOPPIA TERNA ZONA A EDS 21%

TIPO	ALTEZZA	CAMPATA MEDIA	ANGOLO DEVIAZIONE	COSTANTE ALTIMETRICA
"L" Leggero	12 ÷ 33 m	315 m	0°	0,1902
"N" Normale	12 ÷ 33 m	350 m	3°24'	0,2400
"M" Medio	12 ÷ 33 m	350 m	11.28°	0,3600
"V"Vertice	12 ÷ 33 m	350 m	35°4'	0,3600
"E"Eccezionale	12 ÷ 33 m	350 m	90°	0,3600

DOPPIA TERNA ZONA B EDS 18%

TIPO	ALTEZZA	CAMPATA MEDIA	ANGOLO DEVIAZIONE	COSTANTE ALTIMETRICA
"L" Leggero	12 ÷ 33 m	315 m	0°	0,2195
"N" Normale	12 ÷ 33 m	350 m	3° 56'	0,2768
"M" Medio	12 ÷ 33 m	350 m	13° 14'	0,4155
"V"Vertice	12 ÷ 33 m	350 m	40°20'	0,41550
"E"Eccezionale	12 ÷ 33 m	350 m	90°	0,41550

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

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

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

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

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

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

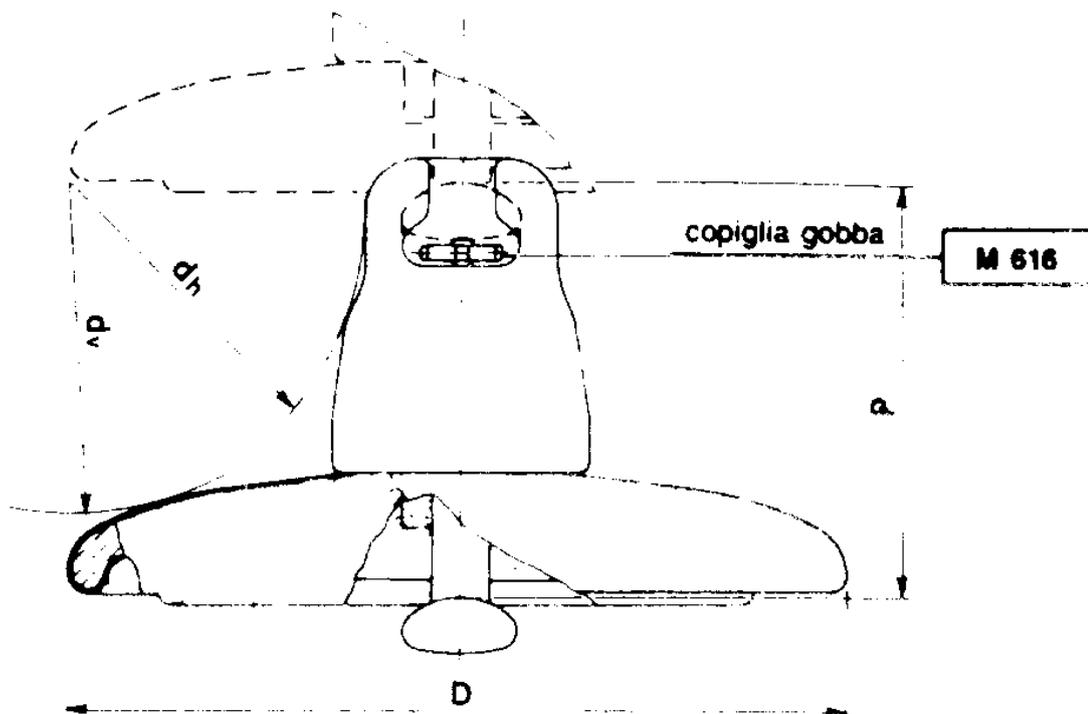
4.1.7 Isolamento

L'isolamento dell'elettrodotto previsto per una tensione di 150 kV sarà realizzato con isolatori del tipo normale a cappa e perno in vetro temprato, con catene di almeno 9 elementi.

Le catene in amarro saranno composte da due catene in parallelo sulla linea di connessione. Le caratteristiche degli isolatori rispondono a quanto previsto dalle norme CEI.

4.1.8 Caratteristiche geometriche

Nella tabella allegata all'elaborato "S303-EL14-D_CARATTERISTICHE COMPONENTI LINEE AEREA 150kV", sono riportate le caratteristiche geometriche tradizionali ed inoltre le due distanze "dh" e "dv" (vedi figura) atte a caratterizzare il comportamento a sovratensione di manovra sotto pioggia.



4.1.9 Caratteristiche elettriche

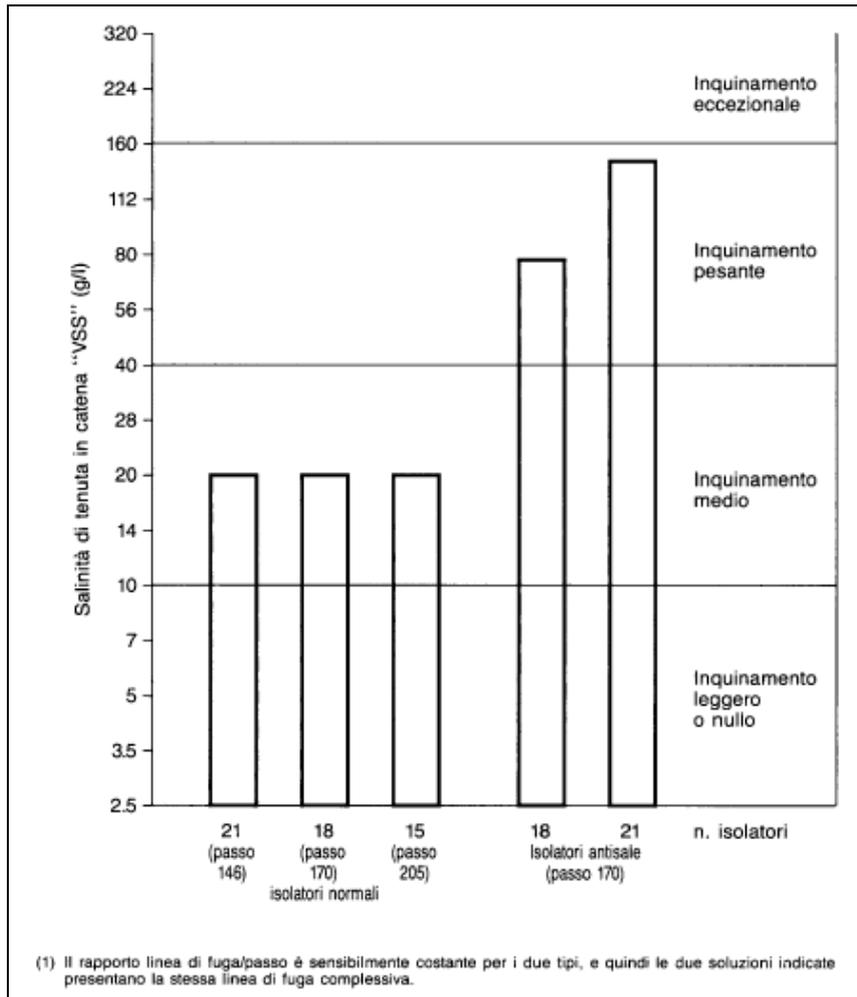
Le caratteristiche geometriche di cui sopra sono sufficienti a garantire il corretto comportamento delle catene di isolatori a sollecitazioni impulsive dovute a fulminazione o a sovratensioni di manovra.

Per quanto riguarda il comportamento degli isolatori in presenza di inquinamento superficiale, nella tabella LJ2 allegata sono riportate, per ciascun tipo di isolatore, le condizioni di prova in nebbia salina, scelte in modo da porre ciascuno di essi in una situazione il più possibile vicina a quella di effettivo impiego.

Nella tabella che segue è poi indicato il criterio per individuare il tipo di isolatore ed il numero di elementi da impiegare con riferimento ad una scala empirica dei livelli di inquinamento.

LIVELLO DI INQUINAMENTO	DEFINIZIONE	MINIMA SALINITA' DI TENUTA (kg/m ²)
I – Nullo o leggero (1)	<p>Zone prive di industrie e con scarsa densità di abitazioni dotate di impianto di riscaldamento</p> <p>Zone con scarsa densità di industrie e abitazioni, ma frequentemente soggette a piogge e/o venti.</p> <p>Zone agricole (2)</p> <p>Zone montagnose</p> <p>Occorre che tali zone distino almeno 10-20 km dal mare e non siano direttamente esposte a venti marini (3)</p>	10
II – Medio	<p>Zone con industrie non particolarmente inquinanti e con media densità di abitazioni dotate di impianto di riscaldamento</p> <p>Zone ad alta densità di industrie e/o abitazioni, ma frequentemente soggette a piogge e/o venti.</p> <p>Zone esposte ai venti marini, ma non troppo vicine alla costa (distanti almeno alcuni chilometri) (3)</p>	40
III - Pesante	<p>Zone ad alta densità industriale e periferie di grandi agglomerati urbani ad alta densità di impianti di riscaldamento produttori sostanze inquinanti</p> <p>Zone prossime al mare e comunque esposte a venti marini di entità relativamente forte</p>	160
IV – Eccezionale	<p>Zone di estensione relativamente modesta, soggette a polveri o fumi industriali che causano depositi particolarmente conduttivi</p> <p>Zone di estensione relativamente modesta molto vicine a coste marine e battute da venti inquinanti molto forti</p> <p>Zone desertiche, caratterizzate da assenza di pioggia per lunghi periodi, esposte a tempeste di sabbia e sali, e soggette a intensi fenomeni di condensazione</p>	(*)

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



Il numero degli elementi può essere aumentato fino a 21 (sempre per ciò che riguarda gli armamenti VSS) coprendo così quasi completamente le zone ad inquinamento "pesante". In casi eccezionali si potranno adottare soluzioni che permettono l'impiego fino a 25 isolatori "antisale" da montare su speciali sostegni detti "a isolamento rinforzato". Con tale soluzione, se adottata in zona ad inquinamento eccezionale, si dovrà comunque ricorrere ad accorgimenti particolari quali lavaggi periodici, ingrassaggio, ecc.

Le considerazioni fin qui esposte vanno pertanto integrate con l'osservazione che gli armamenti di sospensione diversi da VSS hanno prestazioni minori a parità di isolatori. E precisamente:

- gli armamenti VDD, LSS, LDS presentano prestazioni inferiori di mezzo gradino della scala di salinità
- gli armamenti LSD, LDD (di impiego molto eccezionale) presentano prestazioni inferiori di 1 gradino della scala di salinità.
- gli armamenti di amarro, invece, presentano le stesse prestazioni dei VSS.

Tenendo presente, d'altra parte, il carattere probabilistico del fenomeno della scarica superficiale, la riduzione complessiva dei margini di sicurezza sull'intera linea potrà essere trascurata se gli armamenti indicati sono relativamente pochi rispetto ai VSS (per esempio 1 su 10). Diversamente se ne terrà conto nello stabilire la soluzione prescelta (ad esempio si passerà agli "antisale" prima di quanto si sarebbe fatto in presenza dei soli armamenti VSS).

4.2 **Morsetteria ed armamenti**

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

Sono stati previsti cinque tipi di equipaggiamento: tre impiegabili in sospensione e due in amarro. Per gli equipaggiamenti di amarro e di sospensione dei conduttori è stato previsto un unico carico di rottura pari a 210 kN.

Per equipaggiamento si intende il complesso degli elementi di morsetteria che collegano le morse di sospensione o di amarro agli isolatori e questi ultimi al sostegno.

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

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

CATENA DI ISOLATORI		ISOLATORI TIPO	CARICO DI ROTTURA kg	N° ELEMENTI IN SERIE
NORMALI	SEMPLICE	J 1/2	12.000	9 N
	DOPPIA	J 1/2	2 X 12.000	9 N
ANTISALE	SEMPLICE	J 2/2	12.000	9 AS
	DOPPIA	J 2/2	2 X 12.000	9 AS
EQUIPAGGIAMENTO		TIPO	CARICO DI ROTTURA kg	SIGLA
SEMPLICE SOSPENSIONE		LM21	12.000	SS
DOPPIO PER SOSPENSIONE CON MORSA UNICA		LM22	24.000	DS
DOPPIO PER SOSPENSIONE CON MORSA DOPPIA		LM23	24.000	M
SEMPLICE PER AMARRO		LM121	12.000	SA
DOPPIO PER AMARRO		LM122	24.000	DA
MORSA		TIPO	CARICO DI ROTTURA kg	SIGLA
DI SOSPENSIONE		501/2	12.000	S
DI SOSPENSIONE CON ATTACCO PER CONTRAPPESO		502/2	12.000	C
DI AMARRO		521/2	25.944	A

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

4.3 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.

	RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA RACCORDI 150 kV SE BUSETO 2 E LINEA BUSETO-CP OSPEDALETTO	Codifica S303-EL01-R	
		Febbraio 2024	Rev. 01

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

Ciascun piedino di fondazione è composto di tre parti:

- a) un blocco di calcestruzzo armato costituito da una base, che appoggia sul fondo dello scavo, formata da una serie di platee (parallelepipedi a pianta quadrata) sovrapposte; detta base è simmetrica rispetto al proprio asse verticale;
- b) un colonnino a sezione circolare, inclinato secondo la pendenza del montante del sostegno;
- c) un “moncone” annegato nel calcestruzzo al momento del getto, collegato al montante del “piede” del sostegno. Il moncone è costituito da un angolare, completo di squadrette di 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.
- d) Dal punto di vista del calcolo dimensionale è stata seguita la normativa di riferimento per le opere in cemento armato di seguito elencata:
 - D.M. 9 gennaio 1996, “Norme tecniche per il calcolo, l’esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche”;
 - D.M. 14 febbraio 1992: “Norme tecniche per l’esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche”;
 - D.M. 16 Gennaio 1996: Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi”;
 - Circolare Ministero LL.PP. 14 Febbraio 1974 n.11951: Applicazione delle norme sul cemento armato L. 5/11/71 n. 1086;
 - Circolare Min. LL.PP. 4 Luglio 1996 n.156AA.GG./STC.: Istruzioni per l’applicazione delle “Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi” di cui al Decreto Ministeriale 16 gennaio 1996.
 - Sono inoltre osservate le prescrizioni della normativa specifica per elettrodotti, costituita dal D.M. 21/3/1988; in particolare per la verifica a strappamento delle fondazioni, viene considerato anche il contributo del terreno circostante come previsto dall’articolo 2.5.06 dello stesso D.M. 21/3/1988.
 - L’articolo 2.5.08 dello stesso D.M., prescrive che le fondazioni verificate sulla base degli articoli sopramenzionati, siano idonee ad essere impiegate anche nelle zone sismiche per qualunque grado di sismicità.
 - I sostegni utilizzati sono tuttavia stati verificati anche secondo le disposizioni date dal D.M. 9/01/96 (Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche)
 - L’abbinamento tra ciascun sostegno e la relativa fondazione è determinato nel progetto unificato mediante le “Tabelle delle corrispondenze” che sono le seguenti:

	RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA RACCORDI 150 kV SE BUSETO 2 E LINEA BUSETO-CP OSPEDALETTO	Codifica S303-EL01-R	
		Febbraio 2024	Rev. 01

- Tabella delle corrispondenze tra sostegni, monconi e fondazioni;
- Tabella delle corrispondenze tra fondazioni ed armature colonnino

Con la prima tabella si definisce il tipo di fondazione corrispondente al sostegno impiegato mentre con la seconda si individua la dimensione ed armatura del colonnino corrispondente.

Come già detto le fondazioni unificate sono utilizzabili solo su terreni normali di buona e media consistenza, pertanto le fondazioni per sostegni posizionati su terreni con scarse caratteristiche geomeccaniche, su terreni instabili o su terreni allagabili sono oggetto di indagini geologiche e sondaggi mirati, sulla base dei quali vengono, di volta in volta, progettate ad hoc.

4.4 Messe a terra dei sostegni

Per ogni sostegno, in funzione della resistività del terreno misurata in sito, viene scelto, in base alle indicazioni riportate nel Progetto Unificato, anche il tipo di messa a terra da utilizzare.

Il Progetto Unificato ne prevede 6 tipi, adatti ad ogni tipo di terreno.

	RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA RACCORDI 150 kV SE BUSETO 2 E LINEA BUSETO-CP OSPEDALETTO	Codifica S303-EL01-R	
		Febbraio 2024	Rev. 01

5 CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

Si rimanda all'elaborato S303-CE01-R "Relazione tecnica di valutazione del campo elettrico e magnetico e calcolo della fascia di rispetto"

5.1 Aree impegnate

In merito all'attraversamento di aree da parte dell'elettrodotto, si possono individuare, con riferimento al Testo Unico sugli espropri, le Aree Impegnate, cioè le aree necessarie per la sicurezza dell'esercizio e manutenzione dell'elettrodotto (circa 15 m dall'asse linea per elettrodotti a 150 kV per gli elettrodotti aerei e 2,5 metri per gli elettrodotti in cavo interrato). Il vincolo preordinato all'esproprio sarà invece apposto sulle "aree potenzialmente impegnate" (previste dalla L. 239/04), che si ritiene equivalgano alle "zone di rispetto" di cui all'articolo 52 quater, comma 6, del Decreto Legislativo 27 dicembre 2004, n. 330, all'interno delle quali poter inserire eventuali modeste varianti al tracciato dell'elettrodotto senza che le stesse comportino la necessità di nuove autorizzazioni. L'ampiezza delle zone di rispetto (ovvero aree potenzialmente impegnate) varierà in relazione a ciascun progetto ed al livello di tensione dell'elettrodotto; nella fattispecie per elettrodotti a 150 kV l'estensione delle zone di rispetto sarà di circa 30 m per parte dall'asse linea per linea aerea e 5 metri per l'elettrodotto in cavo; la planimetria catastale 1:2.000 Rif. Doc.S303-VP01-D "Planimetria catastale con Area Potenzialmente Impegnata" riporta l'asse indicativo del tracciato ed una ipotesi di posizionamento preliminare dei sostegni e la fascia delle aree potenzialmente impegnate sulle quali sarà apposto il vincolo preordinato all'esproprio.

Gli elaborati S303-VP02-E, S303-VP03-E S303-VP04-E e S303-VP05-E "riportano rispettivamente gli elenchi dei proprietari, così come riportati in catasto, costituenti le ditte interessate dal Vincolo Preordinato all'Esproprio riferiti ai comuni interessati di: Buseto Plaizzolo, Valderice, Erice e Trapani.

In fase di progetto esecutivo dell'opera si procederà alla definizione delle aree effettivamente impegnate.

5.2 Fasce di rispetto

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

Le fasce di rispetto indicate, nei tracciati di progetto, sono state definite in conformità alla metodologia di calcolo emanata dal decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 29 maggio 2008 e pubblicato sulla G.U. n, 156 del 05.07.08 nel supplemento ordinario della G.U. n° 160.

La rappresentazione delle fasce sono riportate nell'elaborato Rif. Doc. S303-CE02-D "Planimetria Catastale con DPA - Stazione 150/36 kV "Buseto 2", raccordi e linea "Buseto-CP Ospedaletto", mentre la relazione

	RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA RACCORDI 150 kV SE BUSETO 2 E LINEA BUSETO-CP OSPEDALETTO	Codifica S303-EL01-R	
		Febbraio 2024	Rev. 01

Rif. Doc. S303-CE01-R “Relazione tecnica di valutazione del campo elettrico e magnetico e calcolo della fascia di rispetto” riporta i risultati dei calcoli nelle varie configurazioni.

Nel nostro caso la fascia di rispetto di prima approssimazione (Dpa) - distanza alla quale il valore di induzione magnetica è pari a $3 \mu\text{T}$ - è pari a:

Per il nuovo elettrodotto 150 kV in ST Buseto2 - Ospedaletto 22 m per lato

Per i raccordi in DT alla nuova stazione di trasformazione Buseto 2 31 m per lato

In corrispondenza dei cambi di direzione (compresi tra 5° e 90°) conformemente al D.M. citato, l'ampiezza delle fasce sono state opportunamente incrementate, allo stesso modo, sempre in applicazione del citato decreto, le stesse sono state corrette in corrispondenza di incroci e parallelismi con altri elettrodotti.

6 RUMORE

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

Per quanto riguarda l'emissione acustica di una linea a 150 kV di configurazione standard, misure sperimentali effettuate in condizioni controllate, alla distanza di 15 m dal conduttore più esterno, in condizioni di simulazione di pioggia, hanno fornito valori pari a 40 dB(A).

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

Confrontando i valori acustici relativi alla rumorosità di alcuni ambienti tipici (rurale, residenziale senza strade di comunicazione, suburbano con traffico, urbano con traffico) si constata che tale rumorosità ambientale è dello stesso ordine di grandezza, quando non superiore, dei valori indicati per una linea a 150 kV.

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

7 INQUADRAMENTO GEOLOGICO PRELIMINARE

Si rimanda alla relazione specifica allegata al presente piano tecnico delle opere riguardante tutti gli interventi di progetto.

8 TERRE E ROCCE DA SCAVO

Si rimanda alla relazione specifica allegata al presente piano tecnico delle opere riguardante tutti gli interventi di progetto S303-RS01-R "Piano Preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti"

9 CRONOPROGRAMMA

Dall'ottenimento dell'autorizzazione le attività di progettazione esecutiva, approvvigionamento materiali, stipula servitù e realizzazione avranno una durata prevista di circa 20 mesi. La fattibilità tecnica delle opere ed il rispetto dei vincoli di propedeuticità potranno condizionare le modalità ed i tempi di attuazione.

10 SICUREZZA NEI CANTIERI

I lavori si svolgeranno in ossequio alla normativa vigente in materia di sicurezza. Poiché in cantiere saranno presenti più imprese, l'opera di ricade negli adempimenti previsti dal DECRETO LEGISLATIVO 9 aprile 2008, n. 81. Pertanto, ai sensi della predetta normativa, in fase di progettazione la TERNA S.p.A. provvederà a nominare un Coordinatore per la progettazione abilitato che redigerà il Piano di Sicurezza e di Coordinamento e il fascicolo. Successivamente, in fase di realizzazione dell'opera, sarà nominato un Coordinatore per la sicurezza per l'esecuzione dei lavori, anch'esso abilitato, che vigilerà durante tutta la durata dei lavori sul rispetto da parte delle ditte appaltatrici delle norme di legge in materia di sicurezza e delle disposizioni previste nel Piano di Sicurezza e di Coordinamento.

11 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

In questo capitolo si riportano i principali riferimenti normativi da prendere in considerazione per la progettazione, la costruzione e l'esercizio dell'intervento oggetto del presente documento.

11.1 Leggi

- *Regio Decreto 11 dicembre 1933 n° 1775 "Testo Unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici";*
- *Legge 23 agosto 2004, n. 239 "Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia" e ss.mm.ii.;*
- *Legge 22 febbraio 2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";*
- *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 29 maggio 2008, "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti";
- DPR 8 giugno 2001 n°327 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di Pubblica Utilità" e ss.mm.ii.;
- 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 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";
- 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.;
- Legge 5 novembre 1971 n. 1086. "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica. Applicazione delle norme sul cemento armato";
- Decreto Interministeriale 21 marzo 1988 n. 449 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne";
- 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";
- D.M. 03.12.1987 Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate;
- CNR 10025/98 Istruzioni per il progetto, l'esecuzione ed il controllo delle strutture prefabbricate in calcestruzzo;
- D.lgs. n. 192 del 19 agosto 2005 Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.
- Decreto Ministero Infrastrutture e Trasporti 14 settembre 2005 n. 159 "Norme tecniche per le costruzioni".

11.2 Norme tecniche

11.2.1 Norme CEI

- CEI 11-4, "Esecuzione delle linee elettriche esterne", quinta edizione, 1998:09;
- CEI 11-60, "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne", seconda edizione, 2002-06;
- CEI 211-4, "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche", seconda edizione, 2008-09;
- CEI 211-6, "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana", prima edizione, 2001-01;
- CEI 103-6 "Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto", terza edizione, 1997:12;

- CEI 11-1, "Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata", nona edizione, 1999-01;
- CEI 304-1 "Interferenza elettromagnetica prodotta da linee elettriche su tubazioni metalliche Identificazione dei rischi e limiti di interferenza", ed. prima 2005;
- CEI 106-11, "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) - Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo", prima edizione, 2006:02;
- CEI EN 61936-1 "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a - Parte 1: Prescrizioni comuni";
- CEI EN 50522 "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a".
- CEI 11-17, "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica – Linee in cavo", terza edizione, 2006-07.

11.2.2 Norme tecniche diverse

- Unificazione TERNA, "Linee 150 kV".

Sommario

1	PREMESSA E MOTIVAZIONE DELLE OPERE.....	2
1.1	Criteri localizzativi e progettuali.....	3
2	RACCORDI ALLA NUOVA STAZIONE 150/36 kV “BUSETO 2 150/36 kV”	4
2.1	Enti amministrativi interessati dalle opere.....	5
2.2	Opere attraversate	5
2.3	Vincoli	5
3	LINEA AEREA 150 kV “BUSETO PALIZZOLO-CP OSPEDALETTO”	6
3.1	Enti amministrativi interessati dalle opere.....	6
3.2	Opere attraversate	7
3.3	Vincoli	7
4	CARATTERISTICHE TECNICHE DEGLI ELETTRODOTTI AEREI 150 kV	7
4.1	Premessa	7
4.1.1	Caratteristiche elettriche degli elettrodotti.....	8
4.1.2	Distanza tra i sostegni	8
4.1.3	Conduttori e corde di guardia	8
4.1.4	Stato di tensione meccanica	9
4.1.5	Capacità di trasporto	10
4.1.6	Sostegni.....	10
4.1.7	Isolamento.....	13
4.1.8	Caratteristiche geometriche	13
4.1.9	Caratteristiche elettriche	13
4.2	<i>Morsetteria ed armamenti</i>	15
4.3	Fondazioni	16
4.4	Messe a terra dei sostegni	18
5	CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	19
5.1	Aree impegnate	19
5.2	Fasce di rispetto	19
6	RUMORE	20
7	INQUADRAMENTO GEOLOGICO PRELIMINARE	21
8	TERRE E ROCCE DA SCAVO	21
9	CRONOPROGRAMMA.....	21
10	SICUREZZA NEI CANTIERI	21
11	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	21
11.1	Leggi	21
11.2	Norme tecniche.....	22
11.2.1	Norme CEI	22
11.2.2	Norme tecniche diverse	23

	RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA RACCORDI 150 kV SE BUSETO 2 E LINEA BUSETO-CP OSPEDALETTO	Codifica S303-EL01-R	
		Febbraio 2024	Rev. 01

1 PREMESSA E MOTIVAZIONE DELLE OPERE

La società REPOWER RENEWABLE S.P.A. è proponente di due progetti di produzione di energia rinnovabile (da fonte eolica e fotovoltaica) ubicati nei Comuni di Buseto Palizzolo e Valderice in provincia di Trapani ed opere di connessione.

La società Terna ha rilasciato alla Società REPOWER RENEWABLE S.P.A. due distinte STMG "Soluzione Tecnica Minima Generale" n. Prat. 202201985 del 14/10/2022 (per l'impianto eolico) e n. Prat. 202202432 del 16/11/2022 (per l'impianto fotovoltaico), indicando le modalità di connessione al fine di razionalizzare l'utilizzo delle opere di rete per la connessione.

L'ipotesi progettuale per la produzione di energia elettrica da fonte eolica prevede la realizzazione di un impianto eolico da 24 MW integrato da un sistema di accumulo di 20 MW, in modo da avere una potenza totale di 44 MW in immissione e 20 MW in prelievo. L'impianto fotovoltaico, invece, avrà una potenza nominale di 25 MW integrato da un sistema di accumulo con potenza nominale pari a 20 MW, per una potenza in immissione di 45MW e in prelievo pari a 20 MW.

Terna ha specificato per entrambi gli impianti di produzione eolico (STMG Cod. Pratica 202201985) e fotovoltaico (STMG Cod. Pratica 202202432) la stessa modalità di connessione alla RTN e precisamente che dovranno essere collegati in antenna a 36 kV con una nuova stazione di trasformazione 150/36 kV della RTN da inserire in doppio entra-esce alle due linee RTN "Buseto Palizzolo – Fulgatore" e "Buseto Palizzolo – Castellammare Golfo" previa:

- a) *Realizzazione di un nuovo elettrodotto RTN a 150 kV di collegamento tra la SE Buseto e la Cabina Primaria di Ospedaletto, presso la quale dovrà essere realizzato uno stallo 150 kV;*
- b) *Realizzazione del nuovo elettrodotto RTN 220 kV "Fulgatore – Partinico", di cui al Piano di Sviluppo Terna;*
- c) *Ampliamento della SE RTN 220 kV di Fulgatore.*

È inoltre specificato che il cavidotto di collegamento a 150 kV tra i parchi e la SE RTN costituiscono opera di utenza, mentre lo stallo arrivo produttore a 150 kV nella suddetta stazione costituisce impianto di rete per la connessione.

In riferimento al tavolo tecnico, avente ad oggetto la **"Convocazione incontro per la progettazione nuova SE Buseto 2 da inserire in entra-esce alle linee 150 kV "Buseto Palizzolo-Fulgatore" e "Buseto Palizzolo-Castellammare Golfo", e nuovo elettr. RTN Buseto-CP Ospedaletto"**, tenutosi in data 5/12/2022, la Società Repower in accordo agli altri proponenti partecipanti, si propose come capofila per la progettazione della Nuova Stazione Elettrica (SE) RTN 150/36 kV denominata "Buseto 2" e del nuovo elettrodotto 150 kV RTN "Buseto – CP Ospedaletto". Per ottemperare ai compiti di società capofila, la REPOWER RENEWABLE S.P.A, in prima istanza, così come richiesto da Terna ha elaborato uno studio di prefattibilità per la localizzazione della nuova stazione 150/36 kV da estendere a più ipotesi localizzative (3-4 siti).

A seguito di tale studio Terna ha individuato la soluzione migliore da sviluppare per il Progetto delle Opere Tecniche (PTO) da portare in autorizzazione che essenzialmente riguarda la progettazione di:

- a) una stazione di trasformazione 150/36 kV, secondo il nuovo standard Terna, da collegare in entra-

	RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA RACCORDI 150 kV SE BUSETO 2 E LINEA BUSETO-CP OSPEDALETTO	Codifica S303-EL01-R	
		Febbraio 2024	Rev. 01

esci sulla linea in doppia terna 150 kV “Buseto Palizzolo-Fulgatore e Buseto Palizzolo-Castellammare del Golfo” a doppio sistema di sbarre e parallelo lato 150kV denominata “Buseto 2”.

- b) raccordi aerei a 150 kV della nuova stazione di trasformazione Buseto 2 alla esistente linea 150 kV “Buseto Palizzolo-Fulgatore” e “Buseto Palizzolo-Castellammare del Golfo”.
- c) Elettrodotto 150 kV per il collegamento della esistente SE Buseto 150 kV alla esistente CP Ospedaletto.

La presente relazione si riferisce alle opere di rete di cui ai punti b) e c).

Per la localizzazione della stazione di trasformazione 150/36 kV, nel seguito denominata “SE BUSETO2 150/36 kV” è stata individuata un’area in prossimità dell’elettrodotto 150 kV “Buseto Palizzolo-Fulgatore” e “Buseto Palizzolo-Castellammare del Golfo” e precisamente in corrispondenza dei sostegni TR.12 e TR.14 idonea alla realizzazione della suddetta stazione.

1.1 Criteri localizzativi e progettuali

La progettazione delle opere oggetto del presente documento è stata sviluppata tenendo in considerazione un sistema di indicatori sociali, ambientali e territoriali, che hanno permesso di valutare gli effetti della pianificazione elettrica nell’ambito territoriale considerato, nel pieno rispetto degli obiettivi della salvaguardia, tutela e miglioramento della qualità dell’ambiente, della protezione della salute umana e dell’utilizzazione accorta e razionale delle risorse naturali.

Il tracciato del nuovo elettrodotto aereo 150 kV “Buseto Palizzolo-CP Ospedaletto” e i raccordi aerei della nuova stazione di Buseto 2 150/36 kV alla esistente linea DT “Buseto Palizzolo-Fulgatore” e “Buseto Palizzolo-Castellammare del Golfo” sono stati studiati in armonia con quanto dettato dall’art. 121 del T.U. 11/12/1933 n. 1775, comparando le esigenze della pubblica utilità delle opere con gli interessi pubblici e privati coinvolti, cercando in particolare di:

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

	RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA RACCORDI 150 kV SE BUSETO 2 E LINEA BUSETO-CP OSPEDALETTO	Codifica S303-EL01-R	
		Febbraio 2024	Rev. 01

2 RACCORDI ALLA NUOVA STAZIONE 150/36 kV “BUSETO 2 150/36 kV”

Per collegare la nuova stazione di trasformazione “Buseto 2” alla linea aerea Doppia Terna a 150 kV RTN “Buseto Palizzolo-Fulgatore” e “Buseto Palizzolo-Castellammare del Golfo” in modalità entra-esci è stato previsto di inserirla nel tratto compreso tra i sostegni esistenti TR.12 e TR.14: (Rif. Dis. S303-GE03-D “Planimetria su Ortofoto SE Buseto 2 150/36 kV e raccordi alla linea DT 150kV “Buseto Palizzolo – Fulgatore” e “Buseto Palizzolo – Castellammare Golfo”) nonché . S303-GE04-D “Planimetria su CTR SE Buseto 2 150/36 kV e raccordi alla linea DT 150kV “Buseto Palizzolo – Fulgatore” e “Buseto Palizzolo – Castellammare Golfo”.

Saranno installati 7 nuovi sostegni DT della serie unificata Terna TR.12a, TR.12b, TR.12c e TR.12d per il raccordo lato Nord verso Buseto Palizzolo e TR.14a, TR.14b e TR.14c per il raccordo lato Sud verso Fulgatore-Castellammare del Golfo. Il sostegno TR.12a sarà posto a circa 374 metri dal sostegno esistente TR.12; mentre il sostegno TR.14a sarà posto a circa 376 metri dal sostegno TR.14. Inoltre, sarà demolito il sostegno TR.13 e un tratto di linea di 674 metri tra i nuovi sostegni TR.12a e TR.14a e P37/A.

I nuovi raccordi, dai nuovi sostegni ai portali della nuova stazione, avranno una lunghezza di circa 644 metri e 370 metri. (Rif. Dis. S303-GE03-D_ “ Planimetria su CTR - Ortofoto SE Buseto 2 150/36 kV e raccordi alla linea “Buseto Palizzolo-Fulgatore” e “Buseto Palizzolo-Castellammare del Golfo”, S303-PR01-D Profilo planoaltimetrico Linea DT 150 kV “Buseto Palizzolo–Fulgatore” e “Buseto Palizzolo–Castellammare Golfo” - stato di fatto” e S303-PR02-D “Profili planoaltimetrici raccordi L. 150 kV “Buseto Palizzolo – Fulgatore” e “Buseto Palizzolo – Castellammare Golfo” alla nuova SE 150/36 kV “Buseto 2” - Stato di progetto”.



Figura 1: Schema di connessione alla RTN della Futura SE di trasformazione Buseto 2 150/36kV con entra-esce della Linea DT 150 kV “Buseto Palizzolo–Fulgatore” e “Buseto Palizzolo–Castellammare Golfo”

2.1 Enti amministrativi interessati dalle opere

Nella seguente tabella è riassunta la Regione, la Provincia e il Comune interessato dai vari interventi oggetto dell’opera in esame:

REGIONE	PROVINCIA	COMUNE
Sicilia	Trapani	Buseto Palizzolo

2.2 Opere attraversate

Non sono presenti particolari opere attraversate

2.3 Vincoli

Il tracciato dei raccordi non ricadono in zone sottoposte a vincoli aeroportuali; l’allegato al PTO doc. S303-EL05-R “Valutazione interferenze al volo aereo” riporta le indicazioni richieste dall’ENAV.

Non ricade, altresì, in zone sottoposte a vincoli paesaggistici, ambientali e archeologici.

Per quanto riguarda l'interessamento di aree sottoposte a vincolo idrogeologico, si rimanda alla consultazione degli elaborati specifici allegati al presente PTO.

3 LINEA AEREA 150 kV "BUSETO PALIZZOLO-CP OSPEDALETTO"

La linea parte dai portali della esistente stazione a 150 kV di Buseto Palizzolo di Terna in esercizio e avrà una lunghezza di circa 12 Km e si collegherà su di un nuovo stallo della Cabina Primaria di Ospedaletto di E-Distribuzione.

Il tracciato interesserà i Comuni in provincia di Trapani di Buseto Palizzolo, Valderice, Erice e Trapani.

Dal portale della stazione esistente di Buseto Palizzolo la linea attraversa in direzione Ovest per circa 170 metri il Comune di Buseto Palizzolo, dal confine con Valderice prosegue in direzione Sud-Ovest per circa 8370 metri fino al confine con il Comune di Erice percorrendolo per circa 1282 metri in direzione Ovest fino al confine con il Comune di Trapani; sempre in direzione Ovest dopo circa 2180 metri la linea si atterrerà sulle sbarre della CP di Ospedaletto.

Saranno posizionati N.44 nuovi sostegni di altezza variabile dai 28 ÷ 44 m.

I terreni che saranno attraversati sono agricoli.

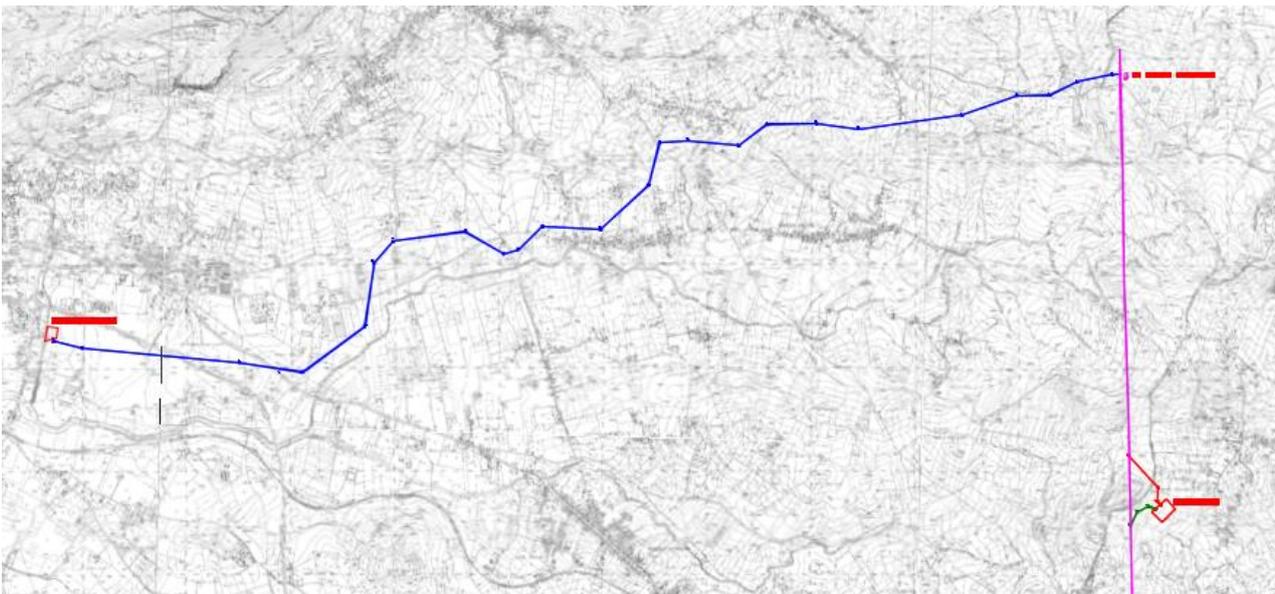


Figura 2: Tracciato elettrodotti 150 kV

- colore blu è indicato il tracciato della nuova linea ST in progetto "Buseto Palizzolo-CP Ospedaletto"
- colore magenta la linea esistente DT "Buseto Palizzolo-Fulgatore" e "Buseto Palizzolo-Castellammare del Golfo"
- colore rosso e verde i raccordi in DT alla nuova stazione di trasformazione Buseto 2 150/36 kV

3.1 Enti amministrativi interessati dalle opere

Nella seguente tabella è riassunta la Regione, la Provincia e i comuni interessati dalla linea 150 kV "Buseto Palizzolo-Cp ospedaletto"

REGIONE	PROVINCIA	COMUNE
Sicilia	Trapani	Buseto Palizzolo
Sicilia	Trapani	Valderice
Sicilia	Trapani	Erice
Sicilia	Trapani	Trapani

3.2 Opere attraversate

Le opere attraversate sono riportate nell'elenco (Rif. Doc. S303-EL03-E).

3.3 Vincoli

Il tracciato dei raccordi non ricadono in zone sottoposte a vincoli aeroportuali; l'allegato al PTO doc. S303-EL05-R "Valutazione interferenze al volo aereo" riporta le indicazioni richieste dall'ENAV.

Non ricade, altresì, in zone sottoposte a vincoli paesaggistici, ambientali e archeologici.

Per quanto riguarda l'interessamento di aree sottoposte a vincolo idrogeologico, si rimanda alla consultazione degli elaborati specifici allegati al presente PTO.

4 CARATTERISTICHE TECNICHE DEGLI ELETTRODOTTI AEREI 150 kV

4.1 Premessa

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

Il progetto dell'opera è conforme al Progetto Unificato per gli elettrodotti elaborato fin dalla prima metà degli anni '70 a cura della Direzione delle Costruzioni di ENEL, aggiornato successivamente da Terna S.p.A. nel pieno rispetto della normativa prevista dal DM 21-10-2003 (Presidenza del Consiglio di Ministri Dipartimento Protezione Civile) e tenendo conto delle Norme Tecniche per le Costruzioni, Decreto 14/09/2005.

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

Nuovo elettrodotto 150 kV in ST Buseto2 - Ospedaletto

L'elettrodotto sarà costituito da una palificazione a semplice terna tronco-piramidali con mensole disposte a triangolo, della serie unificata 132-150 kV semplice terna a tiro pieno. La linea sarà armata

con conduttore di energia singolo per ogni fase e con una corda di guardia fino al raggiungimento dei portali di stazione.

Le tavole grafiche dei componenti impiegati con le loro caratteristiche sono riportate negli allegati S303-EL04-D "Caratteristiche componenti Elettrodotti aerei 150 kV ST".

Raccordi in DT alla nuova stazione di trasformazione Buseto 2 150/36 kV della linea DT "Buseto Palizzolo-Fulgatore" e "Buseto Palizzolo-Castellammare del Golfo"

I raccordi saranno costituiti da una palificazione a Doppia terna con sostegni di tipo tronco-piramidali, della serie unificata 132-150 kV a Doppia terna a tiro pieno. La linea sarà armata con conduttore di energia singolo per ogni fase e con una corda di guardia fino al raggiungimento dei portali di stazione.

Le tavole grafiche dei componenti impiegati con le loro caratteristiche sono riportate negli allegati S303-EL04-D "Caratteristiche componenti Elettrodotti aerei 150 kV DT".

4.1.1 Caratteristiche elettriche degli elettrodotti

Le caratteristiche elettriche degli elettrodotti sono le seguenti:

Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	150 kV
Corrente nominale	870 A

La portata in corrente in servizio normale del conduttore sarà conforme a quanto prescritto dalla norma CEI 11-60, per elettrodotti a 150 kV in zona A e in zona B.

4.1.2 Distanza tra i sostegni

La distanza tra due sostegni consecutivi dipende dall'orografia del terreno e dall'altezza utile dei sostegni impiegati; mediamente in condizioni normali, si ritiene possa essere pari a 300 m.

4.1.3 Conduttori e corde di guardia

Ciascuna fase elettrica sarà costituita da n° 1 conduttore di energia formato da una corda di lega 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 lega di alluminio del diametro di 3,50 mm, con un diametro complessivo di 31,50 mm, con carico di rottura teorico di 16.852 daN.

Per zone ad alto inquinamento salino può essere impiegato in alternativa il conduttore con l'anima a "zincatura maggiorata" ed ingrassato fino al secondo mantello di alluminio. Le caratteristiche tecniche del conduttore sono riportate nella tavola LC14 ed. 1 del Gennaio 1995 allegata.

I conduttori avranno un'altezza da terra non inferiore a metri 10, ampiamente superiore a quella massima prevista dall'art. 2.1.05 del D.M. 16/01/1991.

L'elettrodotto sarà inoltre equipaggiato con una corda di guardia destinata, oltre che a proteggere l'elettrodotto stesso dalle scariche atmosferiche, a migliorare la messa a terra dei sostegni. La corda di guardia sarà del tipo in acciaio rivestito di alluminio (allumoweld) del diametro di 11,50 mm e sezione di

80,65 mm², sarà costituita da n° 7 fili del diametro di 3,83 mm (tavola LC 51 allegata). Il carico di rottura teorico della corda sarà di 9.000 daN. In alternativa è possibile l'impiego di una corda di guardia in alluminio-acciaio con fibre ottiche sempre del diametro di 11,50 mm. (tavola DC 25 allegata)

4.1.4 Stato di tensione meccanica

E' stato fissato il tiro dei conduttori e delle corde di guardia 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 risulta, ovviamente, funzione della campata equivalente di ciascuna tratta.

Gli "stati" che interessano, da diversi punti di vista, il progetto delle linee, con riferimento alla norma costituita da D.M. LL.PP. 21/03/1988 n. 449, 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 (vento concorde)
- -CVS2 Condizione di verifica sbandamento catene: +15°C, vento a 130 km/h (vento discorde)

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 RQ UT 0000C2 conduttore alluminio-acciaio Φ 31,5 mm
- ZONA B EDS=18% per il conduttore tipo RQ UT 0000C2 conduttore alluminio-acciaio Φ 31,5 mm

Il corrispondente valore di EDS per la corda di guardia è stato fissato con il criterio di avere un parametro del 15% più elevato, rispetto a quello del conduttore in condizione EDS. Sono stati ottenuti i seguenti valori:

	RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA RACCORDI 150 kV SE BUSETO 2 E LINEA BUSETO-CP OSPEDALETTO	Codifica S303-EL01-R	
		Febbraio 2024	Rev. 01

ZONA A EDS=12.45% per corda di guardia tipo LC 51

ZONA B EDS=11.85% per corda di guardia tipo LC 51

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

- di 16°C in zona A
- di 25°C in zona B

Il tracciato dell'elettrodotto in progetto è situato in "ZONA A".

Vedi elaborati profili plano-altimetrici.

4.1.5 Capacità di trasporto

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 dei collegamenti aerei 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.

4.1.6 Sostegni

I sostegni saranno quelli previsti dalla serie unificata TERNA a 132-150 kV a tiro pieno del tipo tronco piramidale a semplice terna per la linea nuova linea in progetto "Buseto Palizzolo-CP Ospedaletto" mentre saranno utilizzati sostegni doppia terna per i raccordi alla linea "Buseto Palizzolo-Fulgatore" e "Buseto Palizzolo-Castellammare del Golfo"-di varie altezze secondo le caratteristiche altimetriche del terreno. Essi saranno costituiti da angolari di acciaio ad elementi zincati a caldo e bullonati. Gli angolari di acciaio sono raggruppati in elementi strutturali. Il calcolo delle sollecitazioni meccaniche ed il dimensionamento delle membrature è stato eseguito conformemente a quanto disposto dal D.M. 21/03/1988 e le verifiche sono state effettuate per l'impiego sia in zona "A" che in zona "B".

Essi avranno un'altezza tale da garantire, anche in caso di massima freccia del conduttore, il franco minimo prescritto dalle vigenti norme; l'altezza totale fuori terra non sarà in ogni caso superiore a 61 m. I sostegni saranno provvisti di difese parasalita.

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

Ciascun sostegno si può considerare composto dai piedi, dalla base, da un tronco e dalla testa, della quale fanno parte le mensole. Ad esse sono applicati gli armamenti (cioè l'insieme di elementi che consente di

ancorare meccanicamente i conduttori al sostegno pur mantenendoli elettricamente isolati da esso) che possono essere di sospensione o di amarro. Infine vi è il cimino, atto a sorreggere la corda 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.

Le serie 150 kV semplice e doppia terna sono costituite da diversi tipi di sostegno, che variano a seconda delle prestazioni di impiego, disponibili in diverse altezze utili (di norma da 9 m a 48 m).

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

SEMPLICE TERNA - ZONA A EDS 21 %

TIPO	ALTEZZA	CAMPATA MEDIA	ANGOLO DEVIAZIONE	COSTANTE ALTIMETRICA
"L" Leggero	12 ÷ 33 m	350 m	0°	0,1200
"N" Normale	12 ÷ 33 m	350 m	4°	0,1500
"M" Medio	12 ÷ 33 m	350 m	8°	0,1800
"P" Pesante	12 ÷ 48 m	350 m	16°	0,2400
"V"Vertice	12 ÷ 33 m	350 m	32°	0,3600
"C"Capolinea	12 ÷ 33 m	350 m	60°	0,2400
"E"Eccezionale	12 ÷ 33 m	350 m	90°	0,3600

SEMPLICE TERNA - ZONA B EDS 18 %

TIPO	ALTEZZA	CAMPATA MEDIA	ANGOLO DEVIAZIONE	COSTANTE ALTIMETRICA
"L" Leggero	12 ÷ 33 m	350 m	0°	0,1200
"N" Normale	12 ÷ 33 m	350 m	4° 36'	0,17500
"M" Medio	12 ÷ 33 m	350 m	9° 14'	0,20770
"P" Pesante	12 ÷ 48 m	350 m	17° 30'	0,27680
"V"Vertice	12 ÷ 33 m	350 m	32°	0,41550
"C"Capolinea	12 ÷ 33 m	350 m	60°	0,27680
"E"Eccezionale	12 ÷ 33 m	350 m	90°	0,41550

Per la doppia terna, i sostegni e le loro prestazioni, sempre con riferimento al conduttore utilizzato alluminio-acciaio Φ 31,5 mm, in termini di campata media (Cm), angolo di deviazione (δ) e costante altimetrica (k) sono le seguenti:

DOPPIA TERNA ZONA A EDS 21%

TIPO	ALTEZZA	CAMPATA MEDIA	ANGOLO DEVIAZIONE	COSTANTE ALTIMETRICA
"L" Leggero	12 ÷ 33 m	315 m	0°	0,1902
"N" Normale	12 ÷ 33 m	350 m	3°24'	0,2400
"M" Medio	12 ÷ 33 m	350 m	11.28°	0,3600
"V"Vertice	12 ÷ 33 m	350 m	35°4'	0,3600
"E"Eccezionale	12 ÷ 33 m	350 m	90°	0,3600

DOPPIA TERNA ZONA B EDS 18%

TIPO	ALTEZZA	CAMPATA MEDIA	ANGOLO DEVIAZIONE	COSTANTE ALTIMETRICA
"L" Leggero	12 ÷ 33 m	315 m	0°	0,2195
"N" Normale	12 ÷ 33 m	350 m	3° 56'	0,2768
"M" Medio	12 ÷ 33 m	350 m	13° 14'	0,4155
"V"Vertice	12 ÷ 33 m	350 m	40°20'	0,41550
"E"Eccezionale	12 ÷ 33 m	350 m	90°	0,41550

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

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

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

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

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

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

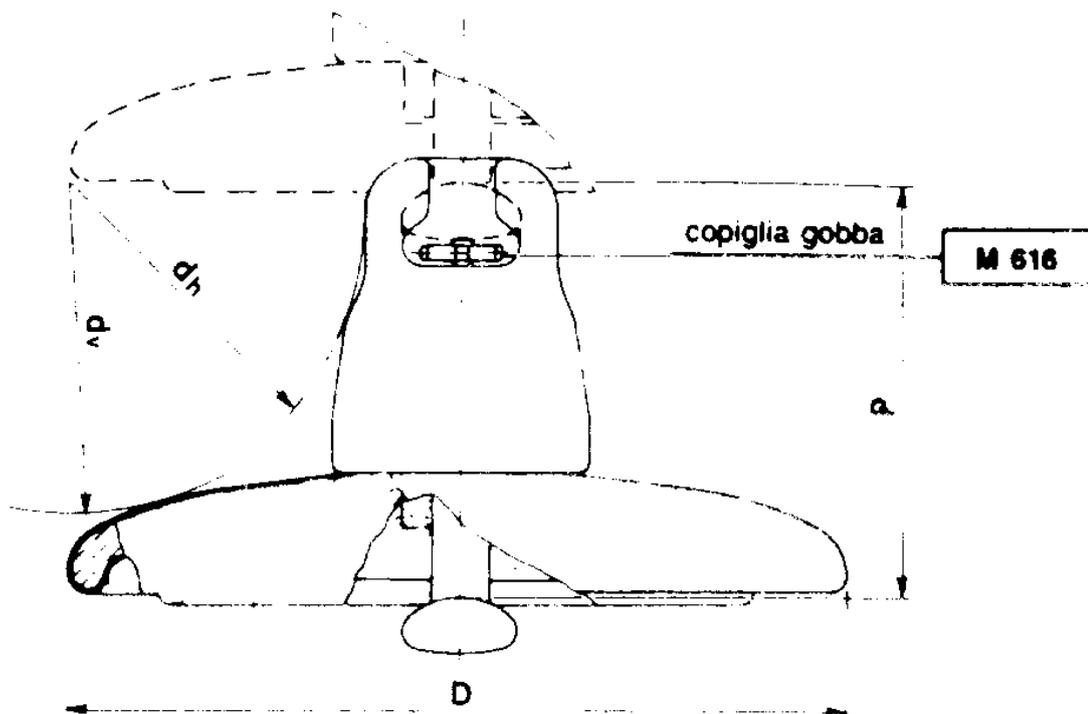
4.1.7 Isolamento

L'isolamento dell'elettrodotto previsto per una tensione di 150 kV sarà realizzato con isolatori del tipo normale a cappa e perno in vetro temprato, con catene di almeno 9 elementi.

Le catene in amarro saranno composte da due catene in parallelo sulla linea di connessione. Le caratteristiche degli isolatori rispondono a quanto previsto dalle norme CEI.

4.1.8 Caratteristiche geometriche

Nella tabella allegata all'elaborato "S303-EL14-D_CARATTERISTICHE COMPONENTI LINEE AEREA 150kV", sono riportate le caratteristiche geometriche tradizionali ed inoltre le due distanze "dh" e "dv" (vedi figura) atte a caratterizzare il comportamento a sovratensione di manovra sotto pioggia.



4.1.9 Caratteristiche elettriche

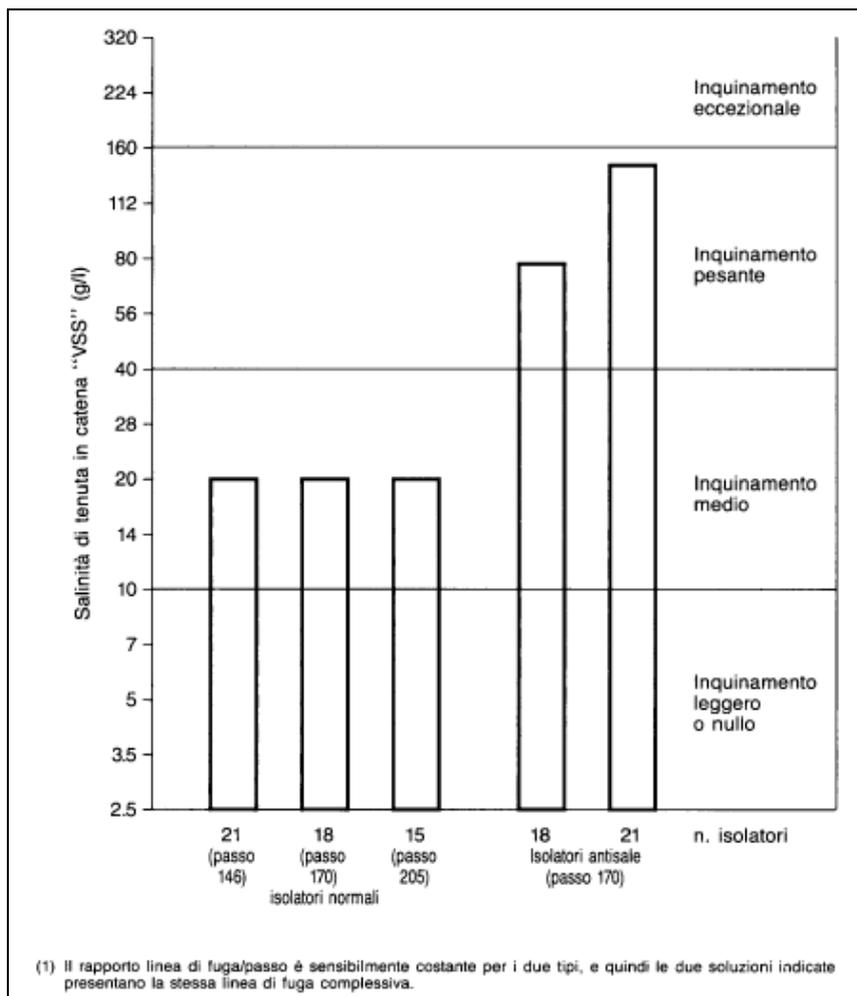
Le caratteristiche geometriche di cui sopra sono sufficienti a garantire il corretto comportamento delle catene di isolatori a sollecitazioni impulsive dovute a fulminazione o a sovratensioni di manovra.

Per quanto riguarda il comportamento degli isolatori in presenza di inquinamento superficiale, nella tabella LJ2 allegata sono riportate, per ciascun tipo di isolatore, le condizioni di prova in nebbia salina, scelte in modo da porre ciascuno di essi in una situazione il più possibile vicina a quella di effettivo impiego.

Nella tabella che segue è poi indicato il criterio per individuare il tipo di isolatore ed il numero di elementi da impiegare con riferimento ad una scala empirica dei livelli di inquinamento.

LIVELLO DI INQUINAMENTO	DEFINIZIONE	MINIMA SALINITA' DI TENUTA (kg/m ²)
I – Nullo o leggero (1)	<p>Zone prive di industrie e con scarsa densità di abitazioni dotate di impianto di riscaldamento</p> <p>Zone con scarsa densità di industrie e abitazioni, ma frequentemente soggette a piogge e/o venti.</p> <p>Zone agricole (2)</p> <p>Zone montagnose</p> <p>Occorre che tali zone distino almeno 10-20 km dal mare e non siano direttamente esposte a venti marini (3)</p>	10
II – Medio	<p>Zone con industrie non particolarmente inquinanti e con media densità di abitazioni dotate di impianto di riscaldamento</p> <p>Zone ad alta densità di industrie e/o abitazioni, ma frequentemente soggette a piogge e/o venti.</p> <p>Zone esposte ai venti marini, ma non troppo vicine alla costa (distanti almeno alcuni chilometri) (3)</p>	40
III - Pesante	<p>Zone ad alta densità industriale e periferie di grandi agglomerati urbani ad alta densità di impianti di riscaldamento produttori sostanze inquinanti</p> <p>Zone prossime al mare e comunque esposte a venti marini di entità relativamente forte</p>	160
IV – Eccezionale	<p>Zone di estensione relativamente modesta, soggette a polveri o fumi industriali che causano depositi particolarmente conduttivi</p> <p>Zone di estensione relativamente modesta molto vicine a coste marine e battute da venti inquinanti molto forti</p> <p>Zone desertiche, caratterizzate da assenza di pioggia per lunghi periodi, esposte a tempeste di sabbia e sali, e soggette a intensi fenomeni di condensazione</p>	(*)

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



Il numero degli elementi può essere aumentato fino a 21 (sempre per ciò che riguarda gli armamenti VSS) coprendo così quasi completamente le zone ad inquinamento "pesante". In casi eccezionali si potranno adottare soluzioni che permettono l'impiego fino a 25 isolatori "antisale" da montare su speciali sostegni detti "a isolamento rinforzato". Con tale soluzione, se adottata in zona ad inquinamento eccezionale, si dovrà comunque ricorrere ad accorgimenti particolari quali lavaggi periodici, ingrassaggio, ecc.

Le considerazioni fin qui esposte vanno pertanto integrate con l'osservazione che gli armamenti di sospensione diversi da VSS hanno prestazioni minori a parità di isolatori. E precisamente:

- gli armamenti VDD, LSS, LDS presentano prestazioni inferiori di mezzo gradino della scala di salinità
- gli armamenti LSD, LDD (di impiego molto eccezionale) presentano prestazioni inferiori di 1 gradino della scala di salinità.
- gli armamenti di amarro, invece, presentano le stesse prestazioni dei VSS.

Tenendo presente, d'altra parte, il carattere probabilistico del fenomeno della scarica superficiale, la riduzione complessiva dei margini di sicurezza sull'intera linea potrà essere trascurata se gli armamenti indicati sono relativamente pochi rispetto ai VSS (per esempio 1 su 10). Diversamente se ne terrà conto nello stabilire la soluzione prescelta (ad esempio si passerà agli "antisale" prima di quanto si sarebbe fatto in presenza dei soli armamenti VSS).

4.2 Morsetteria ed armamenti

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

Sono stati previsti cinque tipi di equipaggiamento: tre impiegabili in sospensione e due in amarro. Per gli equipaggiamenti di amarro e di sospensione dei conduttori è stato previsto un unico carico di rottura pari a 210 kN.

Per equipaggiamento si intende il complesso degli elementi di morsetteria che collegano le morse di sospensione o di amarro agli isolatori e questi ultimi al sostegno.

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

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

CATENA DI ISOLATORI		ISOLATORI TIPO	CARICO DI ROTTURA kg	N° ELEMENTI IN SERIE
NORMALI	SEMPLICE	J 1/2	12.000	9 N
	DOPPIA	J 1/2	2 X 12.000	9 N
ANTISALE	SEMPLICE	J 2/2	12.000	9 AS
	DOPPIA	J 2/2	2 X 12.000	9 AS
EQUIPAGGIAMENTO		TIPO	CARICO DI ROTTURA kg	SIGLA
SEMPLICE SOSPENSIONE		LM21	12.000	SS
DOPPIO PER SOSPENSIONE CON MORSA UNICA		LM22	24.000	DS
DOPPIO PER SOSPENSIONE CON MORSA DOPPIA		LM23	24.000	M
SEMPLICE PER AMARRO		LM121	12.000	SA
DOPPIO PER AMARRO		LM122	24.000	DA
MORSA		TIPO	CARICO DI ROTTURA kg	SIGLA
DI SOSPENSIONE		501/2	12.000	S
DI SOSPENSIONE CON ATTACCO PER CONTRAPPESO		502/2	12.000	C
DI AMARRO		521/2	25.944	A

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

4.3 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.

	RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA RACCORDI 150 kV SE BUSETO 2 E LINEA BUSETO-CP OSPEDALETTO	Codifica S303-EL01-R	
		Febbraio 2024	Rev. 01

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

Ciascun piedino di fondazione è composto di tre parti:

- a) un blocco di calcestruzzo armato costituito da una base, che appoggia sul fondo dello scavo, formata da una serie di platee (parallelepipedi a pianta quadrata) sovrapposte; detta base è simmetrica rispetto al proprio asse verticale;
- b) un colonnino a sezione circolare, inclinato secondo la pendenza del montante del sostegno;
- c) un “moncone” annegato nel calcestruzzo al momento del getto, collegato al montante del “piede” del sostegno. Il moncone è costituito da un angolare, completo di squadrette di 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.
- d) Dal punto di vista del calcolo dimensionale è stata seguita la normativa di riferimento per le opere in cemento armato di seguito elencata:
 - D.M. 9 gennaio 1996, “Norme tecniche per il calcolo, l’esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche”;
 - D.M. 14 febbraio 1992: “Norme tecniche per l’esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche”;
 - D.M. 16 Gennaio 1996: Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi”;
 - Circolare Ministero LL.PP. 14 Febbraio 1974 n.11951: Applicazione delle norme sul cemento armato L. 5/11/71 n. 1086;
 - Circolare Min. LL.PP. 4 Luglio 1996 n.156AA.GG./STC.: Istruzioni per l’applicazione delle “Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi” di cui al Decreto Ministeriale 16 gennaio 1996.
 - Sono inoltre osservate le prescrizioni della normativa specifica per elettrodotti, costituita dal D.M. 21/3/1988; in particolare per la verifica a strappamento delle fondazioni, viene considerato anche il contributo del terreno circostante come previsto dall’articolo 2.5.06 dello stesso D.M. 21/3/1988.
 - L’articolo 2.5.08 dello stesso D.M., prescrive che le fondazioni verificate sulla base degli articoli sopramenzionati, siano idonee ad essere impiegate anche nelle zone sismiche per qualunque grado di sismicità.
 - I sostegni utilizzati sono tuttavia stati verificati anche secondo le disposizioni date dal D.M. 9/01/96 (Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche)
 - L’abbinamento tra ciascun sostegno e la relativa fondazione è determinato nel progetto unificato mediante le “Tabelle delle corrispondenze” che sono le seguenti:

	RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA RACCORDI 150 kV SE BUSETO 2 E LINEA BUSETO-CP OSPEDALETTO	Codifica S303-EL01-R	
		Febbraio 2024	Rev. 01

- Tabella delle corrispondenze tra sostegni, monconi e fondazioni;
- Tabella delle corrispondenze tra fondazioni ed armature colonnino

Con la prima tabella si definisce il tipo di fondazione corrispondente al sostegno impiegato mentre con la seconda si individua la dimensione ed armatura del colonnino corrispondente.

Come già detto le fondazioni unificate sono utilizzabili solo su terreni normali di buona e media consistenza, pertanto le fondazioni per sostegni posizionati su terreni con scarse caratteristiche geomeccaniche, su terreni instabili o su terreni allagabili sono oggetto di indagini geologiche e sondaggi mirati, sulla base dei quali vengono, di volta in volta, progettate ad hoc.

4.4 Messe a terra dei sostegni

Per ogni sostegno, in funzione della resistività del terreno misurata in sito, viene scelto, in base alle indicazioni riportate nel Progetto Unificato, anche il tipo di messa a terra da utilizzare.

Il Progetto Unificato ne prevede 6 tipi, adatti ad ogni tipo di terreno.

	RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA RACCORDI 150 kV SE BUSETO 2 E LINEA BUSETO-CP OSPEDALETTO	Codifica S303-EL01-R	
		Febbraio 2024	Rev. 01

5 CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

Si rimanda all'elaborato S303-CE01-R "Relazione tecnica di valutazione del campo elettrico e magnetico e calcolo della fascia di rispetto"

5.1 Aree impegnate

In merito all'attraversamento di aree da parte dell'elettrodotto, si possono individuare, con riferimento al Testo Unico sugli espropri, le Aree Impegnate, cioè le aree necessarie per la sicurezza dell'esercizio e manutenzione dell'elettrodotto (circa 15 m dall'asse linea per elettrodotti a 150 kV per gli elettrodotti aerei e 2,5 metri per gli elettrodotti in cavo interrato). Il vincolo preordinato all'esproprio sarà invece apposto sulle "aree potenzialmente impegnate" (previste dalla L. 239/04), che si ritiene equivalgano alle "zone di rispetto" di cui all'articolo 52 quater, comma 6, del Decreto Legislativo 27 dicembre 2004, n. 330, all'interno delle quali poter inserire eventuali modeste varianti al tracciato dell'elettrodotto senza che le stesse comportino la necessità di nuove autorizzazioni. L'ampiezza delle zone di rispetto (ovvero aree potenzialmente impegnate) varierà in relazione a ciascun progetto ed al livello di tensione dell'elettrodotto; nella fattispecie per elettrodotti a 150 kV l'estensione delle zone di rispetto sarà di circa 30 m per parte dall'asse linea per linea aerea e 5 metri per l'elettrodotto in cavo; la planimetria catastale 1:2.000 Rif. Doc.S303-VP01-D "Planimetria catastale con Area Potenzialmente Impegnata" riporta l'asse indicativo del tracciato ed una ipotesi di posizionamento preliminare dei sostegni e la fascia delle aree potenzialmente impegnate sulle quali sarà apposto il vincolo preordinato all'esproprio.

Gli elaborati S303-VP02-E, S303-VP03-E S303-VP04-E e S303-VP05-E "riportano rispettivamente gli elenchi dei proprietari, così come riportati in catasto, costituenti le ditte interessate dal Vincolo Preordinato all'Esproprio riferiti ai comuni interessati di: Buseto Plaizzolo, Valderice, Erice e Trapani.

In fase di progetto esecutivo dell'opera si procederà alla definizione delle aree effettivamente impegnate.

5.2 Fasce di rispetto

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

Le fasce di rispetto indicate, nei tracciati di progetto, sono state definite in conformità alla metodologia di calcolo emanata dal decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 29 maggio 2008 e pubblicato sulla G.U. n, 156 del 05.07.08 nel supplemento ordinario della G.U. n° 160.

La rappresentazione delle fasce sono riportate nell'elaborato Rif. Doc. S303-CE02-D "Planimetria Catastale con DPA - Stazione 150/36 kV "Buseto 2", raccordi e linea "Buseto-CP Ospedaletto", mentre la relazione

	RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA RACCORDI 150 kV SE BUSETO 2 E LINEA BUSETO-CP OSPEDALETTO	Codifica S303-EL01-R	
		Febbraio 2024	Rev. 01

Rif. Doc. S303-CE01-R “Relazione tecnica di valutazione del campo elettrico e magnetico e calcolo della fascia di rispetto” riporta i risultati dei calcoli nelle varie configurazioni.

Nel nostro caso la fascia di rispetto di prima approssimazione (Dpa) - distanza alla quale il valore di induzione magnetica è pari a $3 \mu\text{T}$ - è pari a:

Per il nuovo elettrodotto 150 kV in ST Buseto2 - Ospedaletto 22 m per lato

Per i raccordi in DT alla nuova stazione di trasformazione Buseto 2 31 m per lato

In corrispondenza dei cambi di direzione (compresi tra 5° e 90°) conformemente al D.M. citato, l'ampiezza delle fasce sono state opportunamente incrementate, allo stesso modo, sempre in applicazione del citato decreto, le stesse sono state corrette in corrispondenza di incroci e parallelismi con altri elettrodotti.

6 RUMORE

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

Per quanto riguarda l'emissione acustica di una linea a 150 kV di configurazione standard, misure sperimentali effettuate in condizioni controllate, alla distanza di 15 m dal conduttore più esterno, in condizioni di simulazione di pioggia, hanno fornito valori pari a 40 dB(A).

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

Confrontando i valori acustici relativi alla rumorosità di alcuni ambienti tipici (rurale, residenziale senza strade di comunicazione, suburbano con traffico, urbano con traffico) si constata che tale rumorosità ambientale è dello stesso ordine di grandezza, quando non superiore, dei valori indicati per una linea a 150 kV.

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

7 INQUADRAMENTO GEOLOGICO PRELIMINARE

Si rimanda alla relazione specifica allegata al presente piano tecnico delle opere riguardante tutti gli interventi di progetto.

8 TERRE E ROCCE DA SCAVO

Si rimanda alla relazione specifica allegata al presente piano tecnico delle opere riguardante tutti gli interventi di progetto S303-RS01-R "Piano Preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti"

9 CRONOPROGRAMMA

Dall'ottenimento dell'autorizzazione le attività di progettazione esecutiva, approvvigionamento materiali, stipula servitù e realizzazione avranno una durata prevista di circa 20 mesi. La fattibilità tecnica delle opere ed il rispetto dei vincoli di propedeuticità potranno condizionare le modalità ed i tempi di attuazione.

10 SICUREZZA NEI CANTIERI

I lavori si svolgeranno in ossequio alla normativa vigente in materia di sicurezza. Poiché in cantiere saranno presenti più imprese, l'opera di ricade negli adempimenti previsti dal DECRETO LEGISLATIVO 9 aprile 2008, n. 81. Pertanto, ai sensi della predetta normativa, in fase di progettazione la TERNA S.p.A. provvederà a nominare un Coordinatore per la progettazione abilitato che redigerà il Piano di Sicurezza e di Coordinamento e il fascicolo. Successivamente, in fase di realizzazione dell'opera, sarà nominato un Coordinatore per la sicurezza per l'esecuzione dei lavori, anch'esso abilitato, che vigilerà durante tutta la durata dei lavori sul rispetto da parte delle ditte appaltatrici delle norme di legge in materia di sicurezza e delle disposizioni previste nel Piano di Sicurezza e di Coordinamento.

11 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

In questo capitolo si riportano i principali riferimenti normativi da prendere in considerazione per la progettazione, la costruzione e l'esercizio dell'intervento oggetto del presente documento.

11.1 Leggi

- *Regio Decreto 11 dicembre 1933 n° 1775 "Testo Unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici";*
- *Legge 23 agosto 2004, n. 239 "Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia" e ss.mm.ii.;*
- *Legge 22 febbraio 2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";*
- *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 29 maggio 2008, "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti";
- DPR 8 giugno 2001 n°327 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di Pubblica Utilità" e ss.mm.ii.;
- 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 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";
- 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.;
- Legge 5 novembre 1971 n. 1086. "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica. Applicazione delle norme sul cemento armato";
- Decreto Interministeriale 21 marzo 1988 n. 449 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne";
- 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";
- D.M. 03.12.1987 Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate;
- CNR 10025/98 Istruzioni per il progetto, l'esecuzione ed il controllo delle strutture prefabbricate in calcestruzzo;
- D.lgs. n. 192 del 19 agosto 2005 Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.
- Decreto Ministero Infrastrutture e Trasporti 14 settembre 2005 n. 159 "Norme tecniche per le costruzioni".

11.2 Norme tecniche

11.2.1 Norme CEI

- CEI 11-4, "Esecuzione delle linee elettriche esterne", quinta edizione, 1998:09;
- CEI 11-60, "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne", seconda edizione, 2002-06;
- CEI 211-4, "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche", seconda edizione, 2008-09;
- CEI 211-6, "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana", prima edizione, 2001-01;
- CEI 103-6 "Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto", terza edizione, 1997:12;

- CEI 11-1, "Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata", nona edizione, 1999-01;
- CEI 304-1 "Interferenza elettromagnetica prodotta da linee elettriche su tubazioni metalliche Identificazione dei rischi e limiti di interferenza", ed. prima 2005;
- CEI 106-11, "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) - Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo", prima edizione, 2006:02;
- CEI EN 61936-1 "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a - Parte 1: Prescrizioni comuni";
- CEI EN 50522 "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a".
- CEI 11-17, "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica – Linee in cavo", terza edizione, 2006-07.

11.2.2 Norme tecniche diverse

- Unificazione TERNA, "Linee 150 kV".

Sommario

1	PREMESSA E MOTIVAZIONE DELLE OPERE.....	2
1.1	Criteri localizzativi e progettuali.....	3
2	RACCORDI ALLA NUOVA STAZIONE 150/36 kV “BUSETO 2 150/36 kV”	4
2.1	Enti amministrativi interessati dalle opere.....	5
2.2	Opere attraversate	5
2.3	Vincoli	5
3	LINEA AEREA 150 kV “BUSETO PALIZZOLO-CP OSPEDALETTO”	6
3.1	Enti amministrativi interessati dalle opere.....	6
3.2	Opere attraversate	7
3.3	Vincoli	7
4	CARATTERISTICHE TECNICHE DEGLI ELETTRODOTTI AEREI 150 kV	7
4.1	Premessa	7
4.1.1	Caratteristiche elettriche degli elettrodoti.....	8
4.1.2	Distanza tra i sostegni	8
4.1.3	Conduttori e corde di guardia	8
4.1.4	Stato di tensione meccanica	9
4.1.5	Capacità di trasporto	10
4.1.6	Sostegni.....	10
4.1.7	Isolamento.....	13
4.1.8	Caratteristiche geometriche	13
4.1.9	Caratteristiche elettriche	13
4.2	<i>Morsetteria ed armamenti</i>	15
4.3	Fondazioni	16
4.4	Messe a terra dei sostegni	18
5	CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	19
5.1	Aree impegnate	19
5.2	Fasce di rispetto	19
6	RUMORE	20
7	INQUADRAMENTO GEOLOGICO PRELIMINARE	21
8	TERRE E ROCCE DA SCAVO	21
9	CRONOPROGRAMMA.....	21
10	SICUREZZA NEI CANTIERI	21
11	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	21
11.1	Leggi	21
11.2	Norme tecniche.....	22
11.2.1	Norme CEI	22
11.2.2	Norme tecniche diverse	23

	RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA RACCORDI 150 kV SE BUSETO 2 E LINEA BUSETO-CP OSPEDALETTO	Codifica S303-EL01-R	
		Febbraio 2024	Rev. 01

1 PREMESSA E MOTIVAZIONE DELLE OPERE

La società REPOWER RENEWABLE S.P.A. è proponente di due progetti di produzione di energia rinnovabile (da fonte eolica e fotovoltaica) ubicati nei Comuni di Buseto Palizzolo e Valderice in provincia di Trapani ed opere di connessione.

La società Terna ha rilasciato alla Società REPOWER RENEWABLE S.P.A. due distinte STMG “Soluzione Tecnica Minima Generale” n. Prat. 202201985 del 14/10/2022 (per l'impianto eolico) e n. Prat. 202202432 del 16/11/2022 (per l'impianto fotovoltaico), indicando le modalità di connessione al fine di razionalizzare l'utilizzo delle opere di rete per la connessione.

L'ipotesi progettuale per la produzione di energia elettrica da fonte eolica prevede la realizzazione di un impianto eolico da 24 MW integrato da un sistema di accumulo di 20 MW, in modo da avere una potenza totale di 44 MW in immissione e 20 MW in prelievo. L'impianto fotovoltaico, invece, avrà una potenza nominale di 25 MW integrato da un sistema di accumulo con potenza nominale pari a 20 MW, per una potenza in immissione di 45MW e in prelievo pari a 20 MW.

Terna ha specificato per entrambi gli impianti di produzione eolico (STMG Cod. Pratica 202201985) e fotovoltaico (STMG Cod. Pratica 202202432) la stessa modalità di connessione alla RTN e precisamente che dovranno essere collegati in antenna a 36 kV con una nuova stazione di trasformazione 150/36 kV della RTN da inserire in doppio entra-esce alle due linee RTN “Buseto Palizzolo – Fulgatore” e “Buseto Palizzolo – Castellammare Golfo” previa:

- a) *Realizzazione di un nuovo elettrodotto RTN a 150 kV di collegamento tra la SE Buseto e la Cabina Primaria di Ospedaletto, presso la quale dovrà essere realizzato uno stallo 150 kV;*
- b) *Realizzazione del nuovo elettrodotto RTN 220 kV “Fulgatore – Partinico”, di cui al Piano di Sviluppo Terna;*
- c) *Ampliamento della SE RTN 220 kV di Fulgatore.*

È inoltre specificato che il cavidotto di collegamento a 150 kV tra i parchi e la SE RTN costituiscono opera di utenza, mentre lo stallo arrivo produttore a 150 kV nella suddetta stazione costituisce impianto di rete per la connessione.

In riferimento al tavolo tecnico, avente ad oggetto la **“Convocazione incontro per la progettazione nuova SE Buseto 2 da inserire in entra-esce alle linee 150 kV “Buseto Palizzolo-Fulgatore” e “Buseto Palizzolo-Castellammare Golfo”, e nuovo elettr. RTN Buseto-CP Ospedaletto”**, tenutosi in data 5/12/2022, la Società Repower in accordo agli altri proponenti partecipanti, si propose come capofila per la progettazione della Nuova Stazione Elettrica (SE) RTN 150/36 kV denominata “Buseto 2” e del nuovo elettrodotto 150 kV RTN “Buseto – CP Ospedaletto”. Per ottemperare ai compiti di società capofila, la REPOWER RENEWABLE S.P.A, in prima istanza, così come richiesto da Terna ha elaborato uno studio di prefattibilità per la localizzazione della nuova stazione 150/36 kV da estendere a più ipotesi localizzative (3-4 siti).

A seguito di tale studio Terna ha individuato la soluzione migliore da sviluppare per il Progetto delle Opere Tecniche (PTO) da portare in autorizzazione che essenzialmente riguarda la progettazione di:

- a) una stazione di trasformazione 150/36 kV, secondo il nuovo standard Terna, da collegare in entra-

	RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA RACCORDI 150 kV SE BUSETO 2 E LINEA BUSETO-CP OSPEDALETTO	Codifica S303-EL01-R	
		Febbraio 2024	Rev. 01

esci sulla linea in doppia terna 150 kV “Buseto Palizzolo-Fulgatore e Buseto Palizzolo-Castellammare del Golfo” a doppio sistema di sbarre e parallelo lato 150kV denominata “Buseto 2”.

- b) raccordi aerei a 150 kV della nuova stazione di trasformazione Buseto 2 alla esistente linea 150 kV “Buseto Palizzolo-Fulgatore” e “Buseto Palizzolo-Castellammare del Golfo”.
- c) Elettrodotto 150 kV per il collegamento della esistente SE Buseto 150 kV alla esistente CP Ospedaletto.

La presente relazione si riferisce alle opere di rete di cui ai punti b) e c).

Per la localizzazione della stazione di trasformazione 150/36 kV, nel seguito denominata “SE BUSETO2 150/36 kV” è stata individuata un’area in prossimità dell’elettrodotto 150 kV “Buseto Palizzolo-Fulgatore” e “Buseto Palizzolo-Castellammare del Golfo” e precisamente in corrispondenza dei sostegni TR.12 e TR.14 idonea alla realizzazione della suddetta stazione.

1.1 Criteri localizzativi e progettuali

La progettazione delle opere oggetto del presente documento è stata sviluppata tenendo in considerazione un sistema di indicatori sociali, ambientali e territoriali, che hanno permesso di valutare gli effetti della pianificazione elettrica nell’ambito territoriale considerato, nel pieno rispetto degli obiettivi della salvaguardia, tutela e miglioramento della qualità dell’ambiente, della protezione della salute umana e dell’utilizzazione accorta e razionale delle risorse naturali.

Il tracciato del nuovo elettrodotto aereo 150 kV “Buseto Palizzolo-CP Ospedaletto” e i raccordi aerei della nuova stazione di Buseto 2 150/36 kV alla esistente linea DT “Buseto Palizzolo-Fulgatore” e “Buseto Palizzolo-Castellammare del Golfo” sono stati studiati in armonia con quanto dettato dall’art. 121 del T.U. 11/12/1933 n. 1775, comparando le esigenze della pubblica utilità delle opere con gli interessi pubblici e privati coinvolti, cercando in particolare di:

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

	RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA RACCORDI 150 kV SE BUSETO 2 E LINEA BUSETO-CP OSPEDALETTO	Codifica S303-EL01-R	
		Febbraio 2024	Rev. 01

2 RACCORDI ALLA NUOVA STAZIONE 150/36 kV “BUSETO 2 150/36 kV”

Per collegare la nuova stazione di trasformazione “Buseto 2” alla linea aerea Doppia Terna a 150 kV RTN “Buseto Palizzolo-Fulgatore” e “Buseto Palizzolo-Castellammare del Golfo” in modalità entra-esci è stato previsto di inserirla nel tratto compreso tra i sostegni esistenti TR.12 e TR.14: (Rif. Dis. S303-GE03-D “Planimetria su Ortofoto SE Buseto 2 150/36 kV e raccordi alla linea DT 150kV “Buseto Palizzolo – Fulgatore” e “Buseto Palizzolo – Castellammare Golfo”) nonché . S303-GE04-D “Planimetria su CTR SE Buseto 2 150/36 kV e raccordi alla linea DT 150kV “Buseto Palizzolo – Fulgatore” e “Buseto Palizzolo – Castellammare Golfo”.

Saranno installati 7 nuovi sostegni DT della serie unificata Terna TR.12a, TR.12b, TR.12c e TR.12d per il raccordo lato Nord verso Buseto Palizzolo e TR.14a, TR.14b e TR.14c per il raccordo lato Sud verso Fulgatore-Castellammare del Golfo. Il sostegno TR.12a sarà posto a circa 374 metri dal sostegno esistente TR.12; mentre il sostegno TR.14a sarà posto a circa 376 metri dal sostegno TR.14. Inoltre, sarà demolito il sostegno TR.13 e un tratto di linea di 674 metri tra i nuovi sostegni TR.12a e TR.14a e P37/A.

I nuovi raccordi, dai nuovi sostegni ai portali della nuova stazione, avranno una lunghezza di circa 644 metri e 370 metri. (Rif. Dis. S303-GE03-D_ “ Planimetria su CTR - Ortofoto SE Buseto 2 150/36 kV e raccordi alla linea “Buseto Palizzolo-Fulgatore” e “Buseto Palizzolo-Castellammare del Golfo”, S303-PR01-D Profilo planoaltimetrico Linea DT 150 kV “Buseto Palizzolo–Fulgatore” e “Buseto Palizzolo–Castellammare Golfo” - stato di fatto” e S303-PR02-D “Profili planoaltimetrici raccordi L. 150 kV “Buseto Palizzolo – Fulgatore” e “Buseto Palizzolo – Castellammare Golfo” alla nuova SE 150/36 kV “Buseto 2” - Stato di progetto”.



Figura 1: Schema di connessione alla RTN della Futura SE di trasformazione Buseto 2 150/36kV con entra-esce della Linea DT 150 kV “Buseto Palizzolo–Fulgatore” e “Buseto Palizzolo–Castellammare Golfo”

2.1 Enti amministrativi interessati dalle opere

Nella seguente tabella è riassunta la Regione, la Provincia e il Comune interessato dai vari interventi oggetto dell’opera in esame:

REGIONE	PROVINCIA	COMUNE
Sicilia	Trapani	Buseto Palizzolo

2.2 Opere attraversate

Non sono presenti particolari opere attraversate

2.3 Vincoli

Il tracciato dei raccordi non ricadono in zone sottoposte a vincoli aeroportuali; l’allegato al PTO doc. S303-EL05-R “Valutazione interferenze al volo aereo” riporta le indicazioni richieste dall’ENAV.

Non ricade, altresì, in zone sottoposte a vincoli paesaggistici, ambientali e archeologici.

Per quanto riguarda l'interessamento di aree sottoposte a vincolo idrogeologico, si rimanda alla consultazione degli elaborati specifici allegati al presente PTO.

3 LINEA AEREA 150 kV "BUSETO PALIZZOLO-CP OSPEDALETTO"

La linea parte dai portali della esistente stazione a 150 kV di Buseto Palizzolo di Terna in esercizio e avrà una lunghezza di circa 12 Km e si collegherà su di un nuovo stallo della Cabina Primaria di Ospedaletto di E-Distribuzione.

Il tracciato interesserà i Comuni in provincia di Trapani di Buseto Palizzolo, Valderice, Erice e Trapani.

Dal portale della stazione esistente di Buseto Palizzolo la linea attraversa in direzione Ovest per circa 170 metri il Comune di Buseto Palizzolo, dal confine con Valderice prosegue in direzione Sud-Ovest per circa 8370 metri fino al confine con il Comune di Erice percorrendolo per circa 1282 metri in direzione Ovest fino al confine con il Comune di Trapani; sempre in direzione Ovest dopo circa 2180 metri la linea si atterrerà sulle sbarre della CP di Ospedaletto.

Saranno posizionati N.44 nuovi sostegni di altezza variabile dai 28 ÷ 44 m.

I terreni che saranno attraversati sono agricoli.

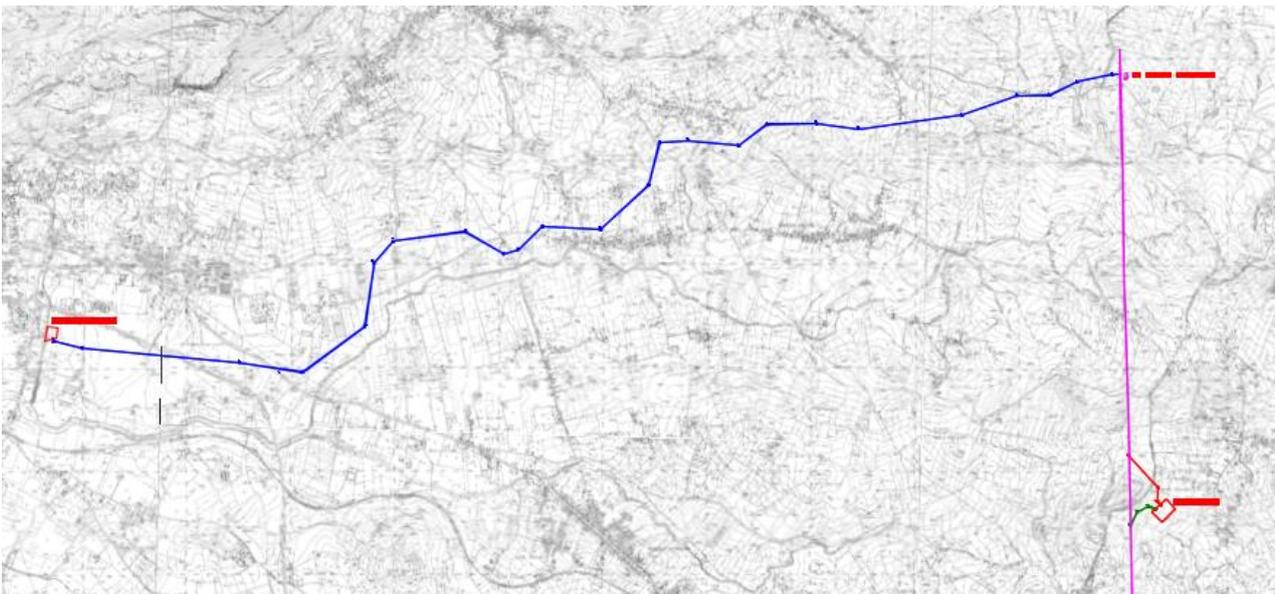


Figura 2: Tracciato elettrodotti 150 kV

- colore blu è indicato il tracciato della nuova linea ST in progetto "Buseto Palizzolo-CP Ospedaletto"
- colore magenta la linea esistente DT "Buseto Palizzolo-Fulgatore" e "Buseto Palizzolo-Castellammare del Golfo"
- colore rosso e verde i raccordi in DT alla nuova stazione di trasformazione Buseto 2 150/36 kV

3.1 Enti amministrativi interessati dalle opere

Nella seguente tabella è riassunta la Regione, la Provincia e i comuni interessati dalla linea 150 kV "Buseto Palizzolo-Cp ospedaletto"

REGIONE	PROVINCIA	COMUNE
Sicilia	Trapani	Buseto Palizzolo
Sicilia	Trapani	Valderice
Sicilia	Trapani	Erice
Sicilia	Trapani	Trapani

3.2 Opere attraversate

Le opere attraversate sono riportate nell'elenco (Rif. Doc. S303-EL03-E).

3.3 Vincoli

Il tracciato dei raccordi non ricadono in zone sottoposte a vincoli aeroportuali; l'allegato al PTO doc. S303-EL05-R "Valutazione interferenze al volo aereo" riporta le indicazioni richieste dall'ENAV.

Non ricade, altresì, in zone sottoposte a vincoli paesaggistici, ambientali e archeologici.

Per quanto riguarda l'interessamento di aree sottoposte a vincolo idrogeologico, si rimanda alla consultazione degli elaborati specifici allegati al presente PTO.

4 CARATTERISTICHE TECNICHE DEGLI ELETTRODOTTI AEREI 150 kV

4.1 Premessa

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

Il progetto dell'opera è conforme al Progetto Unificato per gli elettrodotti elaborato fin dalla prima metà degli anni '70 a cura della Direzione delle Costruzioni di ENEL, aggiornato successivamente da Terna S.p.A. nel pieno rispetto della normativa prevista dal DM 21-10-2003 (Presidenza del Consiglio di Ministri Dipartimento Protezione Civile) e tenendo conto delle Norme Tecniche per le Costruzioni, Decreto 14/09/2005.

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

Nuovo elettrodotto 150 kV in ST Buseto2 - Ospedaletto

L'elettrodotto sarà costituito da una palificazione a semplice terna tronco-piramidali con mensole disposte a triangolo, della serie unificata 132-150 kV semplice terna a tiro pieno. La linea sarà armata

con conduttore di energia singolo per ogni fase e con una corda di guardia fino al raggiungimento dei portali di stazione.

Le tavole grafiche dei componenti impiegati con le loro caratteristiche sono riportate negli allegati S303-EL04-D “Caratteristiche componenti Elettrodotti aerei 150 kV ST”.

Raccordi in DT alla nuova stazione di trasformazione Buseto 2 150/36 kV della linea DT “Buseto Palizzolo-Fulgatore” e “Buseto Palizzolo-Castellammare del Golfo”

I raccordi saranno costituiti da una palificazione a Doppia terna con sostegni di tipo tronco-piramidali, della serie unificata 132-150 kV a Doppia terna a tiro pieno. La linea sarà armata con conduttore di energia singolo per ogni fase e con una corda di guardia fino al raggiungimento dei portali di stazione.

Le tavole grafiche dei componenti impiegati con le loro caratteristiche sono riportate negli allegati S303-EL04-D “Caratteristiche componenti Elettrodotti aerei 150 kV DT”.

4.1.1 Caratteristiche elettriche degli elettrodotti

Le caratteristiche elettriche degli elettrodotti sono le seguenti:

Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	150 kV
Corrente nominale	870 A

La portata in corrente in servizio normale del conduttore sarà conforme a quanto prescritto dalla norma CEI 11-60, per elettrodotti a 150 kV in zona A e in zona B.

4.1.2 Distanza tra i sostegni

La distanza tra due sostegni consecutivi dipende dall’orografia del terreno e dall’altezza utile dei sostegni impiegati; mediamente in condizioni normali, si ritiene possa essere pari a 300 m.

4.1.3 Conduttori e corde di guardia

Ciascuna fase elettrica sarà costituita da n° 1 conduttore di energia formato da una corda di lega 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 lega di alluminio del diametro di 3,50 mm, con un diametro complessivo di 31,50 mm, con carico di rottura teorico di 16.852 daN.

Per zone ad alto inquinamento salino può essere impiegato in alternativa il conduttore con l’anima a “zincatura maggiorata” ed ingrassato fino al secondo mantello di alluminio. Le caratteristiche tecniche del conduttore sono riportate nella tavola LC14 ed. 1 del Gennaio 1995 allegata.

I conduttori avranno un’altezza da terra non inferiore a metri 10, ampiamente superiore a quella massima prevista dall’art. 2.1.05 del D.M. 16/01/1991.

L’elettrodotto sarà inoltre equipaggiato con una corda di guardia destinata, oltre che a proteggere l’elettrodotto stesso dalle scariche atmosferiche, a migliorare la messa a terra dei sostegni. La corda di guardia sarà del tipo in acciaio rivestito di alluminio (allumoweld) del diametro di 11,50 mm e sezione di

80,65 mm², sarà costituita da n° 7 fili del diametro di 3,83 mm (tavola LC 51 allegata). Il carico di rottura teorico della corda sarà di 9.000 daN. In alternativa è possibile l'impiego di una corda di guardia in alluminio-acciaio con fibre ottiche sempre del diametro di 11,50 mm. (tavola DC 25 allegata)

4.1.4 Stato di tensione meccanica

E' stato fissato il tiro dei conduttori e delle corde di guardia 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 risulta, ovviamente, funzione della campata equivalente di ciascuna tratta.

Gli "stati" che interessano, da diversi punti di vista, il progetto delle linee, con riferimento alla norma costituita da D.M. LL.PP. 21/03/1988 n. 449, 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 (vento concorde)
- -CVS2 Condizione di verifica sbandamento catene: +15°C, vento a 130 km/h (vento discorde)

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 RQ UT 0000C2 conduttore alluminio-acciaio Φ 31,5 mm
- ZONA B EDS=18% per il conduttore tipo RQ UT 0000C2 conduttore alluminio-acciaio Φ 31,5 mm

Il corrispondente valore di EDS per la corda di guardia è stato fissato con il criterio di avere un parametro del 15% più elevato, rispetto a quello del conduttore in condizione EDS. Sono stati ottenuti i seguenti valori:

	RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA RACCORDI 150 kV SE BUSETO 2 E LINEA BUSETO-CP OSPEDALETTO	Codifica S303-EL01-R	
		Febbraio 2024	Rev. 01

ZONA A EDS=12.45% per corda di guardia tipo LC 51

ZONA B EDS=11.85% per corda di guardia tipo LC 51

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

- di 16°C in zona A
- di 25°C in zona B

Il tracciato dell'elettrodotto in progetto è situato in "ZONA A".

Vedi elaborati profili plano-altimetrici.

4.1.5 Capacità di trasporto

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 dei collegamenti aerei 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.

4.1.6 Sostegni

I sostegni saranno quelli previsti dalla serie unificata TERNA a 132-150 kV a tiro pieno del tipo tronco piramidale a semplice terna per la linea nuova linea in progetto "Buseto Palizzolo-CP Ospedaletto" mentre saranno utilizzati sostegni doppia terna per i raccordi alla linea "Buseto Palizzolo-Fulgatore" e "Buseto Palizzolo-Castellammare del Golfo"-di varie altezze secondo le caratteristiche altimetriche del terreno. Essi saranno costituiti da angolari di acciaio ad elementi zincati a caldo e bullonati. Gli angolari di acciaio sono raggruppati in elementi strutturali. Il calcolo delle sollecitazioni meccaniche ed il dimensionamento delle membrature è stato eseguito conformemente a quanto disposto dal D.M. 21/03/1988 e le verifiche sono state effettuate per l'impiego sia in zona "A" che in zona "B".

Essi avranno un'altezza tale da garantire, anche in caso di massima freccia del conduttore, il franco minimo prescritto dalle vigenti norme; l'altezza totale fuori terra non sarà in ogni caso superiore a 61 m. I sostegni saranno provvisti di difese parasalita.

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

Ciascun sostegno si può considerare composto dai piedi, dalla base, da un tronco e dalla testa, della quale fanno parte le mensole. Ad esse sono applicati gli armamenti (cioè l'insieme di elementi che consente di

ancorare meccanicamente i conduttori al sostegno pur mantenendoli elettricamente isolati da esso) che possono essere di sospensione o di amarro. Infine vi è il cimino, atto a sorreggere la corda 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.

Le serie 150 kV semplice e doppia terna sono costituite da diversi tipi di sostegno, che variano a seconda delle prestazioni di impiego, disponibili in diverse altezze utili (di norma da 9 m a 48 m).

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

SEMPLICE TERNA - ZONA A EDS 21 %

TIPO	ALTEZZA	CAMPATA MEDIA	ANGOLO DEVIAZIONE	COSTANTE ALTIMETRICA
"L" Leggero	12 ÷ 33 m	350 m	0°	0,1200
"N" Normale	12 ÷ 33 m	350 m	4°	0,1500
"M" Medio	12 ÷ 33 m	350 m	8°	0,1800
"P" Pesante	12 ÷ 48 m	350 m	16°	0,2400
"V"Vertice	12 ÷ 33 m	350 m	32°	0,3600
"C"Capolinea	12 ÷ 33 m	350 m	60°	0,2400
"E"Eccezionale	12 ÷ 33 m	350 m	90°	0,3600

SEMPLICE TERNA - ZONA B EDS 18 %

TIPO	ALTEZZA	CAMPATA MEDIA	ANGOLO DEVIAZIONE	COSTANTE ALTIMETRICA
"L" Leggero	12 ÷ 33 m	350 m	0°	0,1200
"N" Normale	12 ÷ 33 m	350 m	4° 36'	0,17500
"M" Medio	12 ÷ 33 m	350 m	9° 14'	0,20770
"P" Pesante	12 ÷ 48 m	350 m	17° 30'	0,27680
"V"Vertice	12 ÷ 33 m	350 m	32°	0,41550
"C"Capolinea	12 ÷ 33 m	350 m	60°	0,27680
"E"Eccezionale	12 ÷ 33 m	350 m	90°	0,41550

Per la doppia terna, i sostegni e le loro prestazioni, sempre con riferimento al conduttore utilizzato alluminio-acciaio Φ 31,5 mm, in termini di campata media (Cm), angolo di deviazione (δ) e costante altimetrica (k) sono le seguenti:

DOPPIA TERNA ZONA A EDS 21%

TIPO	ALTEZZA	CAMPATA MEDIA	ANGOLO DEVIAZIONE	COSTANTE ALTIMETRICA
"L" Leggero	12 ÷ 33 m	315 m	0°	0,1902
"N" Normale	12 ÷ 33 m	350 m	3°24'	0,2400
"M" Medio	12 ÷ 33 m	350 m	11.28°	0,3600
"V"Vertice	12 ÷ 33 m	350 m	35°4'	0,3600
"E"Eccezionale	12 ÷ 33 m	350 m	90°	0,3600

DOPPIA TERNA ZONA B EDS 18%

TIPO	ALTEZZA	CAMPATA MEDIA	ANGOLO DEVIAZIONE	COSTANTE ALTIMETRICA
"L" Leggero	12 ÷ 33 m	315 m	0°	0,2195
"N" Normale	12 ÷ 33 m	350 m	3° 56'	0,2768
"M" Medio	12 ÷ 33 m	350 m	13° 14'	0,4155
"V"Vertice	12 ÷ 33 m	350 m	40°20'	0,41550
"E"Eccezionale	12 ÷ 33 m	350 m	90°	0,41550

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

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

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

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

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

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

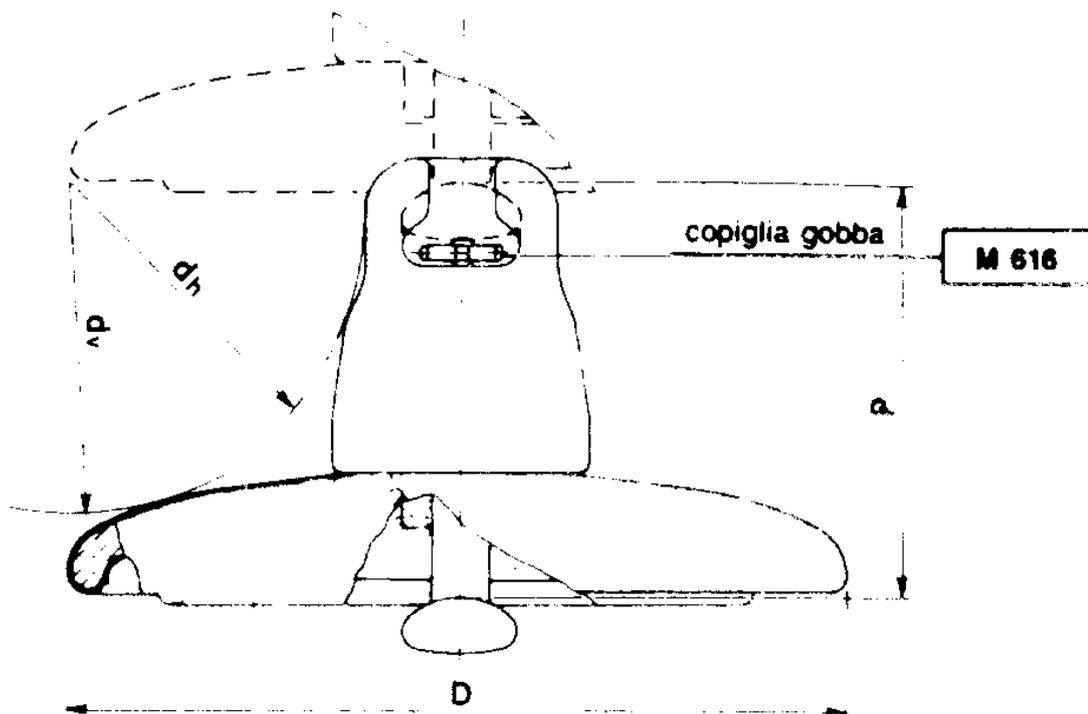
4.1.7 Isolamento

L'isolamento dell'elettrodotto previsto per una tensione di 150 kV sarà realizzato con isolatori del tipo normale a cappa e perno in vetro temprato, con catene di almeno 9 elementi.

Le catene in amarro saranno composte da due catene in parallelo sulla linea di connessione. Le caratteristiche degli isolatori rispondono a quanto previsto dalle norme CEI.

4.1.8 Caratteristiche geometriche

Nella tabella allegata all'elaborato "S303-EL14-D_CARATTERISTICHE COMPONENTI LINEE AEREA 150kV", sono riportate le caratteristiche geometriche tradizionali ed inoltre le due distanze "dh" e "dv" (vedi figura) atte a caratterizzare il comportamento a sovratensione di manovra sotto pioggia.



4.1.9 Caratteristiche elettriche

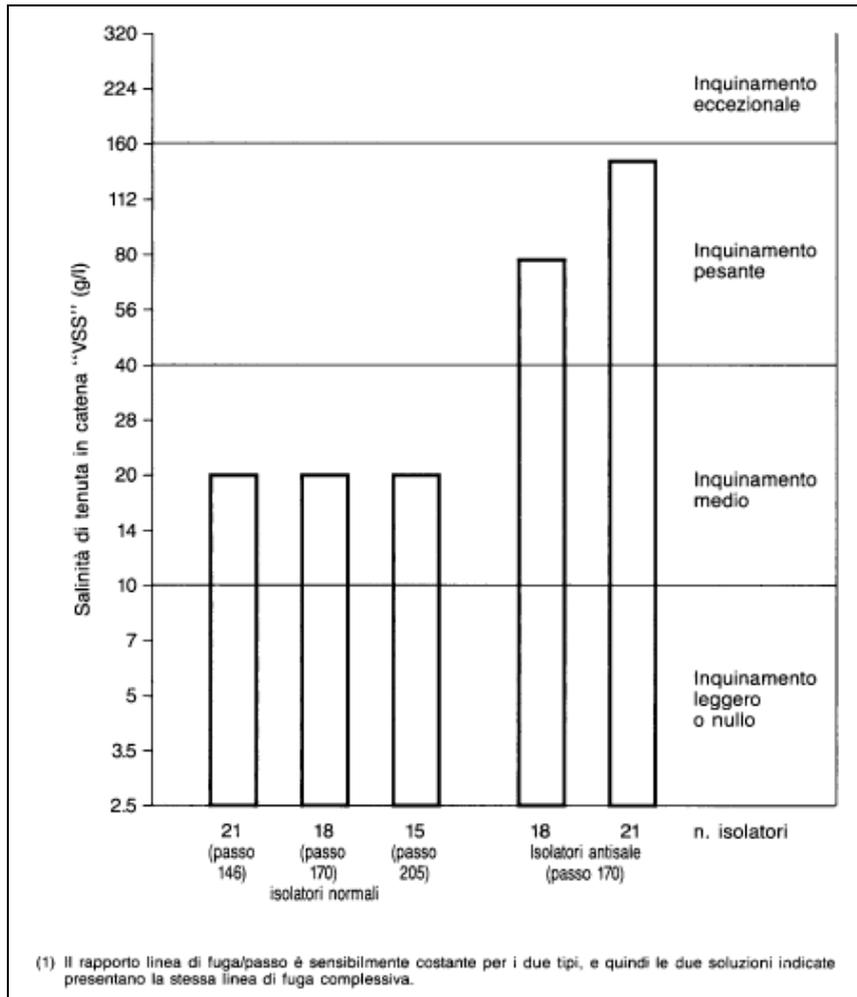
Le caratteristiche geometriche di cui sopra sono sufficienti a garantire il corretto comportamento delle catene di isolatori a sollecitazioni impulsive dovute a fulminazione o a sovratensioni di manovra.

Per quanto riguarda il comportamento degli isolatori in presenza di inquinamento superficiale, nella tabella LJ2 allegata sono riportate, per ciascun tipo di isolatore, le condizioni di prova in nebbia salina, scelte in modo da porre ciascuno di essi in una situazione il più possibile vicina a quella di effettivo impiego.

Nella tabella che segue è poi indicato il criterio per individuare il tipo di isolatore ed il numero di elementi da impiegare con riferimento ad una scala empirica dei livelli di inquinamento.

LIVELLO DI INQUINAMENTO	DEFINIZIONE	MINIMA SALINITA' DI TENUTA (kg/m ²)
I – Nullo o leggero (1)	<p>Zone prive di industrie e con scarsa densità di abitazioni dotate di impianto di riscaldamento</p> <p>Zone con scarsa densità di industrie e abitazioni, ma frequentemente soggette a piogge e/o venti.</p> <p>Zone agricole (2)</p> <p>Zone montagnose</p> <p>Occorre che tali zone distino almeno 10-20 km dal mare e non siano direttamente esposte a venti marini (3)</p>	10
II – Medio	<p>Zone con industrie non particolarmente inquinanti e con media densità di abitazioni dotate di impianto di riscaldamento</p> <p>Zone ad alta densità di industrie e/o abitazioni, ma frequentemente soggette a piogge e/o venti.</p> <p>Zone esposte ai venti marini, ma non troppo vicine alla costa (distanti almeno alcuni chilometri) (3)</p>	40
III - Pesante	<p>Zone ad alta densità industriale e periferie di grandi agglomerati urbani ad alta densità di impianti di riscaldamento produttori sostanze inquinanti</p> <p>Zone prossime al mare e comunque esposte a venti marini di entità relativamente forte</p>	160
IV – Eccezionale	<p>Zone di estensione relativamente modesta, soggette a polveri o fumi industriali che causano depositi particolarmente conduttivi</p> <p>Zone di estensione relativamente modesta molto vicine a coste marine e battute da venti inquinanti molto forti</p> <p>Zone desertiche, caratterizzate da assenza di pioggia per lunghi periodi, esposte a tempeste di sabbia e sali, e soggette a intensi fenomeni di condensazione</p>	(*)

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



Il numero degli elementi può essere aumentato fino a 21 (sempre per ciò che riguarda gli armamenti VSS) coprendo così quasi completamente le zone ad inquinamento "pesante". In casi eccezionali si potranno adottare soluzioni che permettono l'impiego fino a 25 isolatori "antisale" da montare su speciali sostegni detti "a isolamento rinforzato". Con tale soluzione, se adottata in zona ad inquinamento eccezionale, si dovrà comunque ricorrere ad accorgimenti particolari quali lavaggi periodici, ingrassaggio, ecc.

Le considerazioni fin qui esposte vanno pertanto integrate con l'osservazione che gli armamenti di sospensione diversi da VSS hanno prestazioni minori a parità di isolatori. E precisamente:

- gli armamenti VDD, LSS, LDS presentano prestazioni inferiori di mezzo gradino della scala di salinità
- gli armamenti LSD, LDD (di impiego molto eccezionale) presentano prestazioni inferiori di 1 gradino della scala di salinità.
- gli armamenti di amarro, invece, presentano le stesse prestazioni dei VSS.

Tenendo presente, d'altra parte, il carattere probabilistico del fenomeno della scarica superficiale, la riduzione complessiva dei margini di sicurezza sull'intera linea potrà essere trascurata se gli armamenti indicati sono relativamente pochi rispetto ai VSS (per esempio 1 su 10). Diversamente se ne terrà conto nello stabilire la soluzione prescelta (ad esempio si passerà agli "antisale" prima di quanto si sarebbe fatto in presenza dei soli armamenti VSS).

4.2 **Morsetteria ed armamenti**

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

Sono stati previsti cinque tipi di equipaggiamento: tre impiegabili in sospensione e due in amarro. Per gli equipaggiamenti di amarro e di sospensione dei conduttori è stato previsto un unico carico di rottura pari a 210 kN.

Per equipaggiamento si intende il complesso degli elementi di morsetteria che collegano le morse di sospensione o di amarro agli isolatori e questi ultimi al sostegno.

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

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

CATENA DI ISOLATORI		ISOLATORI TIPO	CARICO DI ROTTURA kg	N° ELEMENTI IN SERIE
NORMALI	SEMPLICE	J 1/2	12.000	9 N
	DOPPIA	J 1/2	2 X 12.000	9 N
ANTISALE	SEMPLICE	J 2/2	12.000	9 AS
	DOPPIA	J 2/2	2 X 12.000	9 AS
EQUIPAGGIAMENTO		TIPO	CARICO DI ROTTURA kg	SIGLA
SEMPLICE SOSPENSIONE		LM21	12.000	SS
DOPPIO PER SOSPENSIONE CON MORSA UNICA		LM22	24.000	DS
DOPPIO PER SOSPENSIONE CON MORSA DOPPIA		LM23	24.000	M
SEMPLICE PER AMARRO		LM121	12.000	SA
DOPPIO PER AMARRO		LM122	24.000	DA
MORSA		TIPO	CARICO DI ROTTURA kg	SIGLA
DI SOSPENSIONE		501/2	12.000	S
DI SOSPENSIONE CON ATTACCO PER CONTRAPPESO		502/2	12.000	C
DI AMARRO		521/2	25.944	A

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

4.3 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.

	RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA RACCORDI 150 kV SE BUSETO 2 E LINEA BUSETO-CP OSPEDALETTO	Codifica S303-EL01-R	
		Febbraio 2024	Rev. 01

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

Ciascun piedino di fondazione è composto di tre parti:

- a) un blocco di calcestruzzo armato costituito da una base, che appoggia sul fondo dello scavo, formata da una serie di platee (parallelepipedi a pianta quadrata) sovrapposte; detta base è simmetrica rispetto al proprio asse verticale;
- b) un colonnino a sezione circolare, inclinato secondo la pendenza del montante del sostegno;
- c) un “moncone” annegato nel calcestruzzo al momento del getto, collegato al montante del “piede” del sostegno. Il moncone è costituito da un angolare, completo di squadrette di 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.
- d) Dal punto di vista del calcolo dimensionale è stata seguita la normativa di riferimento per le opere in cemento armato di seguito elencata:
 - D.M. 9 gennaio 1996, “Norme tecniche per il calcolo, l’esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche”;
 - D.M. 14 febbraio 1992: “Norme tecniche per l’esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche”;
 - D.M. 16 Gennaio 1996: Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi”;
 - Circolare Ministero LL.PP. 14 Febbraio 1974 n.11951: Applicazione delle norme sul cemento armato L. 5/11/71 n. 1086;
 - Circolare Min. LL.PP. 4 Luglio 1996 n.156AA.GG./STC.: Istruzioni per l’applicazione delle “Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi” di cui al Decreto Ministeriale 16 gennaio 1996.
 - Sono inoltre osservate le prescrizioni della normativa specifica per elettrodotti, costituita dal D.M. 21/3/1988; in particolare per la verifica a strappamento delle fondazioni, viene considerato anche il contributo del terreno circostante come previsto dall’articolo 2.5.06 dello stesso D.M. 21/3/1988.
 - L’articolo 2.5.08 dello stesso D.M., prescrive che le fondazioni verificate sulla base degli articoli sopramenzionati, siano idonee ad essere impiegate anche nelle zone sismiche per qualunque grado di sismicità.
 - I sostegni utilizzati sono tuttavia stati verificati anche secondo le disposizioni date dal D.M. 9/01/96 (Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche)
 - L’abbinamento tra ciascun sostegno e la relativa fondazione è determinato nel progetto unificato mediante le “Tabelle delle corrispondenze” che sono le seguenti:

	RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA RACCORDI 150 kV SE BUSETO 2 E LINEA BUSETO-CP OSPEDALETTO	Codifica S303-EL01-R	
		Febbraio 2024	Rev. 01

- Tabella delle corrispondenze tra sostegni, monconi e fondazioni;
- Tabella delle corrispondenze tra fondazioni ed armature colonnino

Con la prima tabella si definisce il tipo di fondazione corrispondente al sostegno impiegato mentre con la seconda si individua la dimensione ed armatura del colonnino corrispondente.

Come già detto le fondazioni unificate sono utilizzabili solo su terreni normali di buona e media consistenza, pertanto le fondazioni per sostegni posizionati su terreni con scarse caratteristiche geomeccaniche, su terreni instabili o su terreni allagabili sono oggetto di indagini geologiche e sondaggi mirati, sulla base dei quali vengono, di volta in volta, progettate ad hoc.

4.4 Messe a terra dei sostegni

Per ogni sostegno, in funzione della resistività del terreno misurata in sito, viene scelto, in base alle indicazioni riportate nel Progetto Unificato, anche il tipo di messa a terra da utilizzare.

Il Progetto Unificato ne prevede 6 tipi, adatti ad ogni tipo di terreno.

	RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA RACCORDI 150 kV SE BUSETO 2 E LINEA BUSETO-CP OSPEDALETTO	Codifica S303-EL01-R	
		Febbraio 2024	Rev. 01

5 CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

Si rimanda all'elaborato S303-CE01-R "Relazione tecnica di valutazione del campo elettrico e magnetico e calcolo della fascia di rispetto"

5.1 Aree impegnate

In merito all'attraversamento di aree da parte dell'elettrodotto, si possono individuare, con riferimento al Testo Unico sugli espropri, le Aree Impegnate, cioè le aree necessarie per la sicurezza dell'esercizio e manutenzione dell'elettrodotto (circa 15 m dall'asse linea per elettrodotti a 150 kV per gli elettrodotti aerei e 2,5 metri per gli elettrodotti in cavo interrato). Il vincolo preordinato all'esproprio sarà invece apposto sulle "aree potenzialmente impegnate" (previste dalla L. 239/04), che si ritiene equivalgano alle "zone di rispetto" di cui all'articolo 52 quater, comma 6, del Decreto Legislativo 27 dicembre 2004, n. 330, all'interno delle quali poter inserire eventuali modeste varianti al tracciato dell'elettrodotto senza che le stesse comportino la necessità di nuove autorizzazioni. L'ampiezza delle zone di rispetto (ovvero aree potenzialmente impegnate) varierà in relazione a ciascun progetto ed al livello di tensione dell'elettrodotto; nella fattispecie per elettrodotti a 150 kV l'estensione delle zone di rispetto sarà di circa 30 m per parte dall'asse linea per linea aerea e 5 metri per l'elettrodotto in cavo; la planimetria catastale 1:2.000 Rif. Doc.S303-VP01-D "Planimetria catastale con Area Potenzialmente Impegnata" riporta l'asse indicativo del tracciato ed una ipotesi di posizionamento preliminare dei sostegni e la fascia delle aree potenzialmente impegnate sulle quali sarà apposto il vincolo preordinato all'esproprio.

Gli elaborati S303-VP02-E, S303-VP03-E S303-VP04-E e S303-VP05-E "riportano rispettivamente gli elenchi dei proprietari, così come riportati in catasto, costituenti le ditte interessate dal Vincolo Preordinato all'Esproprio riferiti ai comuni interessati di: Buseto Plaizzolo, Valderice, Erice e Trapani.

In fase di progetto esecutivo dell'opera si procederà alla definizione delle aree effettivamente impegnate.

5.2 Fasce di rispetto

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

Le fasce di rispetto indicate, nei tracciati di progetto, sono state definite in conformità alla metodologia di calcolo emanata dal decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 29 maggio 2008 e pubblicato sulla G.U. n, 156 del 05.07.08 nel supplemento ordinario della G.U. n° 160.

La rappresentazione delle fasce sono riportate nell'elaborato Rif. Doc. S303-CE02-D "Planimetria Catastale con DPA - Stazione 150/36 kV "Buseto 2", raccordi e linea "Buseto-CP Ospedaletto", mentre la relazione

	RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA RACCORDI 150 kV SE BUSETO 2 E LINEA BUSETO-CP OSPEDALETTO	Codifica S303-EL01-R	
		Febbraio 2024	Rev. 01

Rif. Doc. S303-CE01-R “Relazione tecnica di valutazione del campo elettrico e magnetico e calcolo della fascia di rispetto” riporta i risultati dei calcoli nelle varie configurazioni.

Nel nostro caso la fascia di rispetto di prima approssimazione (Dpa) - distanza alla quale il valore di induzione magnetica è pari a $3 \mu\text{T}$ - è pari a:

Per il nuovo elettrodotto 150 kV in ST Buseto2 - Ospedaletto 22 m per lato

Per i raccordi in DT alla nuova stazione di trasformazione Buseto 2 31 m per lato

In corrispondenza dei cambi di direzione (compresi tra 5° e 90°) conformemente al D.M. citato, l'ampiezza delle fasce sono state opportunamente incrementate, allo stesso modo, sempre in applicazione del citato decreto, le stesse sono state corrette in corrispondenza di incroci e parallelismi con altri elettrodotti.

6 RUMORE

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

Per quanto riguarda l'emissione acustica di una linea a 150 kV di configurazione standard, misure sperimentali effettuate in condizioni controllate, alla distanza di 15 m dal conduttore più esterno, in condizioni di simulazione di pioggia, hanno fornito valori pari a 40 dB(A).

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

Confrontando i valori acustici relativi alla rumorosità di alcuni ambienti tipici (rurale, residenziale senza strade di comunicazione, suburbano con traffico, urbano con traffico) si constata che tale rumorosità ambientale è dello stesso ordine di grandezza, quando non superiore, dei valori indicati per una linea a 150 kV.

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

7 INQUADRAMENTO GEOLOGICO PRELIMINARE

Si rimanda alla relazione specifica allegata al presente piano tecnico delle opere riguardante tutti gli interventi di progetto.

8 TERRE E ROCCE DA SCAVO

Si rimanda alla relazione specifica allegata al presente piano tecnico delle opere riguardante tutti gli interventi di progetto S303-RS01-R "Piano Preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti"

9 CRONOPROGRAMMA

Dall'ottenimento dell'autorizzazione le attività di progettazione esecutiva, approvvigionamento materiali, stipula servitù e realizzazione avranno una durata prevista di circa 20 mesi. La fattibilità tecnica delle opere ed il rispetto dei vincoli di propedeuticità potranno condizionare le modalità ed i tempi di attuazione.

10 SICUREZZA NEI CANTIERI

I lavori si svolgeranno in ossequio alla normativa vigente in materia di sicurezza. Poiché in cantiere saranno presenti più imprese, l'opera di ricade negli adempimenti previsti dal DECRETO LEGISLATIVO 9 aprile 2008, n. 81. Pertanto, ai sensi della predetta normativa, in fase di progettazione la TERNA S.p.A. provvederà a nominare un Coordinatore per la progettazione abilitato che redigerà il Piano di Sicurezza e di Coordinamento e il fascicolo. Successivamente, in fase di realizzazione dell'opera, sarà nominato un Coordinatore per la sicurezza per l'esecuzione dei lavori, anch'esso abilitato, che vigilerà durante tutta la durata dei lavori sul rispetto da parte delle ditte appaltatrici delle norme di legge in materia di sicurezza e delle disposizioni previste nel Piano di Sicurezza e di Coordinamento.

11 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

In questo capitolo si riportano i principali riferimenti normativi da prendere in considerazione per la progettazione, la costruzione e l'esercizio dell'intervento oggetto del presente documento.

11.1 Leggi

- *Regio Decreto 11 dicembre 1933 n° 1775 "Testo Unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici";*
- *Legge 23 agosto 2004, n. 239 "Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia" e ss.mm.ii.;*
- *Legge 22 febbraio 2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";*
- *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 29 maggio 2008, "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti";
- DPR 8 giugno 2001 n°327 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di Pubblica Utilità" e ss.mm.ii.;
- 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 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";
- 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.;
- Legge 5 novembre 1971 n. 1086. "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica. Applicazione delle norme sul cemento armato";
- Decreto Interministeriale 21 marzo 1988 n. 449 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne";
- 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";
- D.M. 03.12.1987 Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate;
- CNR 10025/98 Istruzioni per il progetto, l'esecuzione ed il controllo delle strutture prefabbricate in calcestruzzo;
- D.lgs. n. 192 del 19 agosto 2005 Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.
- Decreto Ministero Infrastrutture e Trasporti 14 settembre 2005 n. 159 "Norme tecniche per le costruzioni".

11.2 Norme tecniche

11.2.1 Norme CEI

- CEI 11-4, "Esecuzione delle linee elettriche esterne", quinta edizione, 1998:09;
- CEI 11-60, "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne", seconda edizione, 2002-06;
- CEI 211-4, "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche", seconda edizione, 2008-09;
- CEI 211-6, "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana", prima edizione, 2001-01;
- CEI 103-6 "Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto", terza edizione, 1997:12;

- CEI 11-1, "Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata", nona edizione, 1999-01;
- CEI 304-1 "Interferenza elettromagnetica prodotta da linee elettriche su tubazioni metalliche Identificazione dei rischi e limiti di interferenza", ed. prima 2005;
- CEI 106-11, "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) - Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo", prima edizione, 2006:02;
- CEI EN 61936-1 "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a - Parte 1: Prescrizioni comuni";
- CEI EN 50522 "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a".
- CEI 11-17, "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica – Linee in cavo", terza edizione, 2006-07.

11.2.2 Norme tecniche diverse

- Unificazione TERNA, "Linee 150 kV".