



## RELAZIONE TECNICA

Codifica  
**AMER-23110-PTO-DOC 02**

Rev. 01  
del 15/06/2022

Pagina **1** di 36

Richiesta di connessione per un impianto di generazione di energia elettrica da fonte rinnovabile (fotovoltaico) da 50 MW.

Codice Pratica: 201900443- Comune di Castellana Sicula (PA)

Richiesta di connessione per un impianto di generazione di energia elettrica da fonte rinnovabile (eolico) da 29,4 MW.

Codice Pratica: 201900440- Comune di Polizzi Generosa (PA)

### RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA **POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO AT 150 kV** **“ CALTANISSETTA - CARACOLI ”**

ALLEGATO AL PIANO TECNICO DELLE OPERE - Progettazione Definitiva

#### **Storia delle revisioni**

Rev. 01	del 15-06-2022	Integrazioni e modifiche a seguito note Terna Marzo 2022
Rev. 00	del 28-07-2021	Prima emissione

**Uso Pubblico**

Elaborato		Verificato		Approvato
M. Manfro		BiProject Srl		Amer Srl

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
1.1	Oggetto .....	3
1.2	Motivazione dell'opera .....	3
1.3	Comuni interessati .....	7
1.4	Elaborati di Progetto .....	7
<b>2</b>	<b>DATI GENERALI DI PROGETTO.....</b>	<b>8</b>
2.1	Ubicazione dell'intervento e opere attraversate .....	8
2.2	Descrizione dell'opera .....	9
2.3	VINCOLI.....	10
<b>3</b>	<b>INTERVENTI PREVISTI SULLA DIRETTRICE CARACOLI – CALTANISSETTA .....</b>	<b>11</b>
3.1	Tratta CARACOLI – CALTAVUTURO .....	12
3.2	Tratta CALTAVUTURO – PORTELLA.....	12
3.3	Tratta PETRALIA – PORTELLA.....	13
3.4	Tratta PETRALIA – S. CATERINA V.....	13
3.5	Tratta CALTANISSETTA – S. CATERINA V.....	13
<b>4</b>	<b>CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'OPERA.....</b>	<b>14</b>
4.1	Caratteristiche elettriche dell'elettrodotto esistente .....	14
4.2	Conduttori futuri .....	16
4.2.1	Stato di tensione meccanica.....	16
4.3	Capacità di trasporto.....	18
4.4	Morsetteria ed armamenti.....	18
4.5	Sostegni .....	18
4.6	Isolamento .....	20
4.7	Morsetteria ed armamenti.....	24
4.8	Fondazioni .....	25
4.9	Messa a terra dei sostegni.....	26
4.10	Terre e rocce da scavo .....	26
4.10.1	Fondazioni a plinto con riseghe .....	28
4.10.2	Pali trivellati.....	29
4.10.3	Micropali.....	29
4.10.4	Tiranti in roccia.....	30
4.11	Campi elettrici e magnetici.....	30
4.12	Rumore .....	32
<b>5</b>	<b>AREE IMPEGNATE LINEA AEREA ST .....</b>	<b>33</b>
<b>6</b>	<b>SICUREZZA CANTIERI.....</b>	<b>34</b>
<b>7</b>	<b>CRONOLOGICO.....</b>	<b>35</b>
<b>8</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>35</b>

# 1 PREMESSA

## 1.1 Oggetto

Il presente documento descrive in maniera dettagliata le caratteristiche tecniche e le opere necessarie a ripotenziare la direttrice esistente 150kV in semplice terna "CARACOLI - CALTANISSETTA", onde consentire la connessione in antenna a 150kV della futura Cabina Utente 150/30kV della società "AMER PORTELLA DEL VENTO S.r.l.", cui sarà connesso un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile (eolico) della potenza in immissione di 29,4 MW, codice pratica **20190040**, sito nel Comune di Polizzi Generosa (PA), e un impianto di generazione di energia elettrica da fonte rinnovabile (fotovoltaico) da 50 MW, codice pratica **20190043**, sito nel Comune di Castellana Sicula (PA), (di cui è in corso VOLTURA in capo ad "AM FTV TUDIA SRL" – P.IVA 068068780823), con la stazione elettrica (SE) di smistamento a 150 kV della RTN "Castellana Sicula", inserita in entra - esce sulla linea RTN a 150 kV "Caltavuturo - Petralia", previo potenziamento della direttrice RTN 150 kV "Caracoli - Caltanissetta".

L'ubicazione della futura Stazione Elettrica Utente 150/30kV di "AMER PORTELLA DEL VENTO S.r.l." e le modalità di collegamento in antenna a 150 kV sono stabilite in conformità alle Soluzioni Tecniche Minime di Dettaglio (STMG) del 19/08/2019, codice pratica **20190040** e **20190043** che prevedono la realizzazione:

- del ripotenziamento della linea RTN 150 kV "CARACOLI - CALTANISSETTA".

Come detto, le opere sopra elencate consentiranno di connettere i parchi da fonte rinnovabile della proponente alla rete RTN.

La progettazione del presente PTO riguarderà il solo ripotenziamento della direttrice a 150 kV "CARACOLI - CALTANISSETTA".

Di seguito sono definite le caratteristiche degli impianti.

## 1.2 Motivazione dell'opera

L'opera è necessaria per trasferire l'energia prodotta dalla Centrale elettrica a fonte rinnovabile (29,4+50MW) della Società "AMER PORTELLA DEL VENTO S.r.l." alla RTN.



Figura 1 - Inquadramento dell'area di intervento Tratta 1 "Caracoli-Caltavuturo"

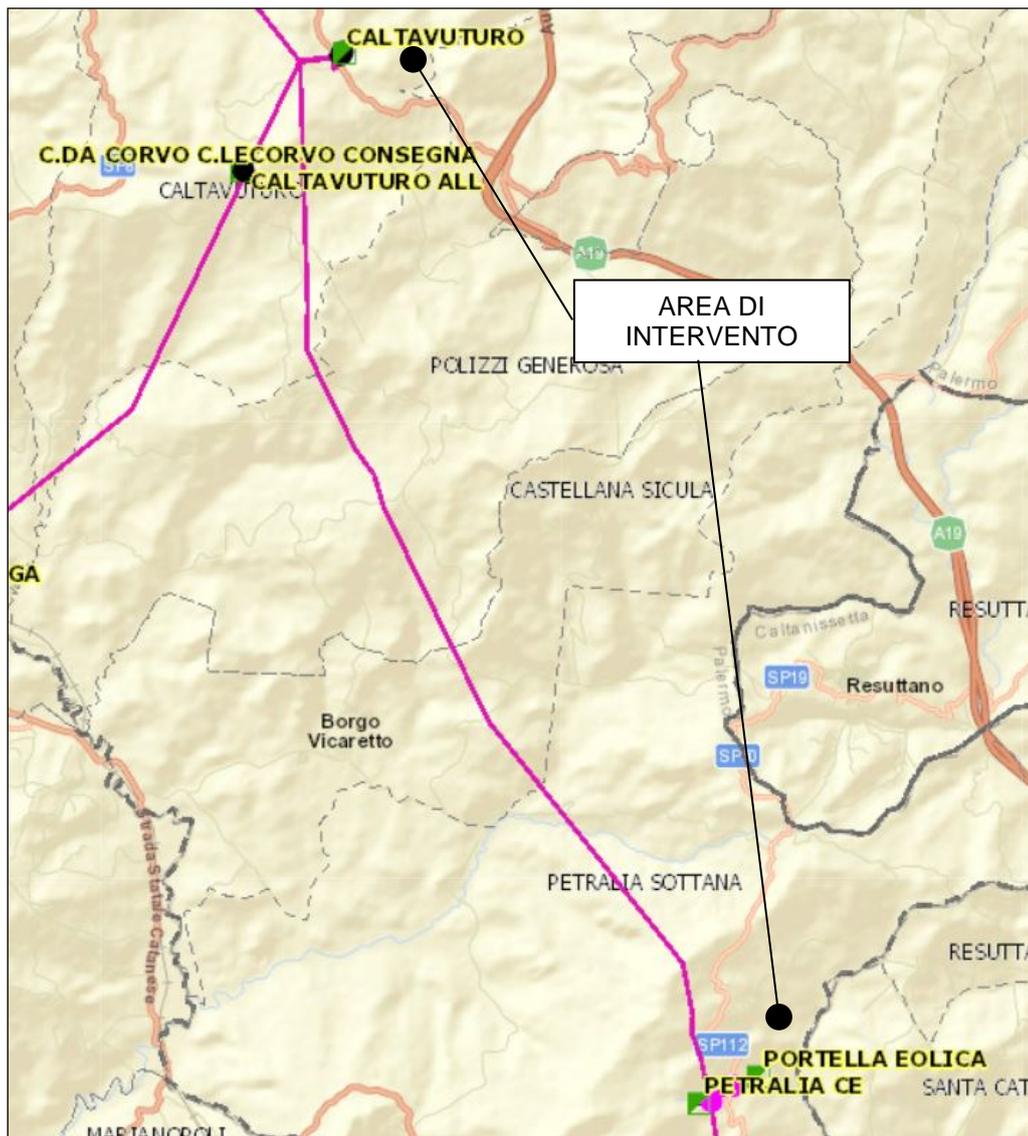


Figura 2 - Inquadramento dell'area di intervento Tratta 2 "Caltavuturo-Portella"



Figura 3 - Inquadramento dell'area di intervento Tratta 3 "Portella-Petralia"



Figura 4 - Inquadramento dell'area di intervento Tratta 4 "Petralia-S. Caterina"

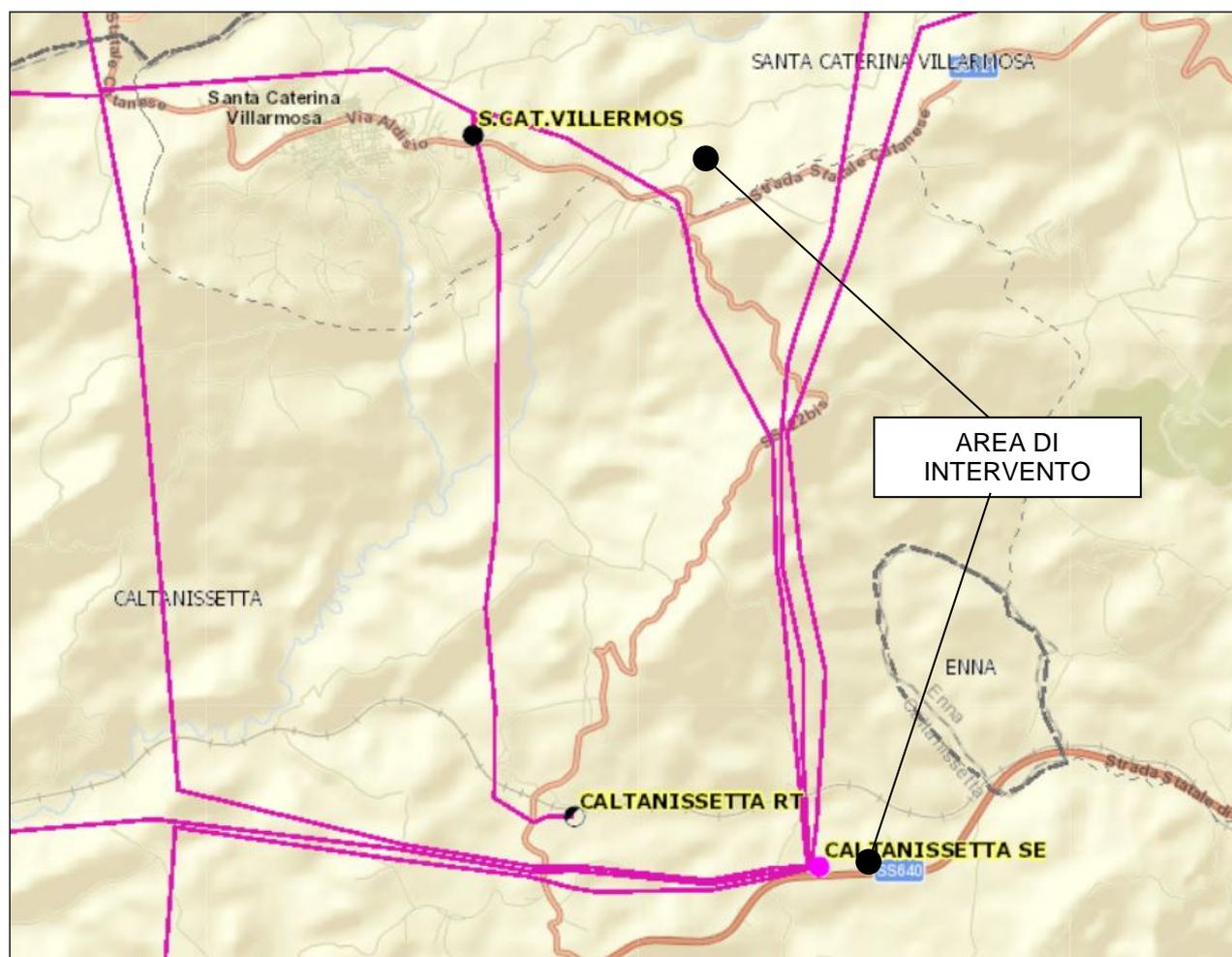


Figura 5 - Inquadramento dell'area di intervento Tratta "Caltanissetta - S. Caterina"

### 1.3 Comuni interessati

Le opere da realizzare, oggetto della presente Relazione Tecnico-Illustrativa, interessano i seguenti comuni:

TERMINI IMERESE, SCIARA, CERDA, SCLAFANI BAGNI, CALTAVUTURO, POLIZZI GENEROSA, CASTELLANA SICULA e PETRALIA SOTTANA, in Provincia di Palermo, e SANTA CATERINA VILLARMOSA e CALTANISSETTA in Provincia di Caltanissetta, siti nella Regione Sicilia.

### 1.4 Elaborati di Progetto

La documentazione di dettaglio è contenuta nell'elenco elaborati, doc. n. **AMER-23110-PTO-DOC 00**; per una immediata visione dell'intera opera si allega:

- *Corografia Generale 1:10.000 doc. n. AMER-23110-PTO-DIS 01*

## 2 DATI GENERALI DI PROGETTO

Il progetto del ripotenziamento della direttrice esistente "CARACOLI - CALTANISSETTA" prevede la sostituzione dei conduttori esistenti con conduttori speciali aventi caratteristiche di portata superiore a quella attualmente in esercizio.

La direttrice in oggetto risulta composta dalle seguenti tratte:

- 1) **CARACOLI – CALTAVUTURO: codice di rete 23110B1 ( $\pm 28,8$  km)**
- 2) **CALTAVUTURO – PORTELLA: codice di rete 23162D1 ( $\pm 12,7$  km)**
- 3) **PETRALIA – PORTELLA: codice di rete 23134D1 ( $\pm 7,7$  km)**
- 4) **PETRALIA – S. CATERINA: codice di rete 23125D1 ( $\pm 5,9$  km)**
- 5) **CALTANISSETTA – S. CATERINA: codice di rete 23631C1 ( $\pm 8,4$  km)**

### 2.1 Ubicazione dell'intervento e opere attraversate

Tra le possibili soluzioni è stata individuata quella più funzionale, che tiene conto di tutte le esigenze e delle possibili ripercussioni sull'ambiente, con riferimento alla legislazione nazionale e regionale vigente in materia.

Il progetto prevede il ripotenziamento della direttrice di elettrodotto esistente dalla SE CARACOLI alla SE CALTANISSETTA esistenti, quale risulta dalla Corografia allegata, dis. n° AMER-23110-PTO-DIS 01 (dalla SE CARACOLI alla SE CALTANISSETTA) in scala 1:25.000, ed è stato studiato in armonia con quanto dettato dall'art. 121 del T.U. 11/12/1933 n. 1775, comparando le esigenze della pubblica utilità delle opere con gli interessi pubblici e privati coinvolti.

Nella scelta della soluzione è stata considerata la presenza dei vincoli esistenti, che esprimono situazioni di tutela riferite a precise emergenze territoriali, paesaggistiche e ambientali.

Prevalentemente il tracciato si sviluppa in aree ad uso agricolo.

L'elenco delle opere attraversate dalle tratte in variante con il nominativo delle Amministrazioni competenti è riportato nell'elaborato:

- **AMER-23110-PTO-DOC 05** *Elenco Opere Attraversate Varianti.*

Gli attraversamenti principali sono altresì evidenziati anche nella corografia in scala 1:10000:

- **AMER-23110-PTO-DIS 07** *Corografia Opere Attraversate Varianti.*

## 2.2 Descrizione dell'opera

Con riferimento alla corografia **AMER-23110-PTO-DIS 01**, il tracciato dell'elettrodotto da ripotenziare oggetto della presente Relazione Tecnico Illustrativa, inizia in prossimità della SE CARACOLI e termina nella esistente SE di CALTANISSETTA. La soluzione tecnica prevista per la realizzazione del ripotenziamento è scaturita da una attenta e puntuale verifica del territorio circostante, i cui fattori principali sono stati i seguenti:

- evitare l'interferenza con aree adibite a insediamenti urbanistici, aree gioco, ambienti scolastici ecc.;
- evitare l'interferenza con aree protette o sottoposte a vincoli particolari quali zone di pregio naturalistico, paesaggistico ed archeologico;
- evitare qualsiasi contrasto con gli strumenti urbanistici adottati dai comuni attraversati, con particolare riferimento alle aree destinate da eventuali future trasformazioni;
- riutilizzo di "corridoi" che siano meno pregiudizievoli dal punto di vista dell'inserimento paesaggistico dell'opera elettrica.
- ottimizzare i collegamenti elettrici utilizzando il tracciato esistente salvaguardando nello stesso tempo eventuali presenze di zone antropizzate;
- minimizzare l'impatto ambientale e le interferenze.

Il preliminare studio di fattibilità del progetto ha consentito di confermare la soluzione tecnica consistente nel sostituire il conduttore esistente avente le seguenti caratteristiche:

- conduttore a corda di alluminio-acciaio AA  $\varnothing 28,4\text{mm}$ , portata 570 A NELLA TRATTA 1;
- conduttore a corda di alluminio-acciaio AA  $\varnothing 22,4\text{mm}$ , portata 541 A NELLE TRATTE DALLA 2 ALLA 4;
- conduttore a corda di alluminio-acciaio AA  $\varnothing 31,5\text{mm}$ , portata 870 A NELLA TRATTA 5;

con dei nuovi conduttori speciali aventi le seguenti caratteristiche:

- **conduttore a corda di lega di alluminio ZTAL - lega Fe-Ni rivestita di alluminio (ACI)  $\varnothing 22,75\text{mm}$ , portata 1135A;**

lasciando in opera l'attuale fune di guardia del diametro di 10,5/11,5 mm contenente 24 F.O. sull'elettrodotto in esame.

Tale nuova condizione ha consentito di verificare i franchi sul terreno e sulle acque, oltre che sugli attraversamenti e, data la vetustà della linea, si è prestata particolare attenzione alle

verifiche strutturali dei sostegni esistenti, in particolare nell'utilizzare tiri quanto meno simili a quelli in esercizio.

Inoltre le valutazioni della nuova fascia D.p.A. emerse dai calcoli CEM con i nuovi conduttori speciali, confermano che il ripotenziamento dell'elettrodotto oggetto di questa relazione è stato sviluppato in modo da rispettare i limiti previsti dal DPCM 8 luglio 2003.

Pertanto la scelta dell'altezza dei nuovi sostegni occorrenti previsti in sostituzione di quelli esistenti da smantellare, consente di rispettare quanto dettato dall'art. 2.1.05 del DM 21 marzo 1988 che disciplina le norme tecniche per la progettazione delle linee elettriche aeree esterne, e in particolare:

I conduttori aerei non devono avere in alcun punto una distanza verticale dal terreno e dagli specchi lagunari o lacuali non navigabili minore di:

- 5 m per le linee di classe zero e prima e per le linee in cavo aereo di qualsiasi classe;
- $(5,50 + 0,006 U)$  m e comunque non inferiore a 6 m per le linee di classe seconda e terza.

Nel caso in esame (linea di classe 3) l'altezza minima risulta essere di **6,40 m**.

In totale la linea da ripotenziare avrà una lunghezza pari a circa **63,5 Km**.

Tutto il territorio interessato dal tracciato è destinato a uso agricolo (seminativi, pascoli, uliveti, vigneti, boschi e piccole aree a sistemi colturali permanenti).

## 2.3 VINCOLI

Il territorio interessato dalle varianti riguarda i Comuni di TERMINI IMERESE, SCIARA, CERDA, SCLAFANI BAGNI, CALTAVUTURO, POLIZZI GENEROSA, CASTELLANA SICULA e PETRALIA SOTTANA, in Provincia di Palermo, e SANTA CATERINA VILLARMOSA e CALTANISSETTA in Provincia di Caltanissetta, siti nella Regione Sicilia.

La sola parte delle opere ad incidere sulla componente paesaggio è chiaramente quella fuori terra, tra l'altro già esistente, che prevede nella maggior parte dei casi in variante la sostituzione di un traliccio esistente con uno più alto e con prestazioni simili.

Le opere si collocano in aree prettamente agricole, e comunque distanti dai centri storici.

Dalla lettura della carta dei vincoli è emerso che le diverse zone di intervento interessano aree ad eterogenee connotazioni.

### **3 INTERVENTI PREVISTI SULLA DIRETTRICE CARACOLI – CALTANISSETTA**

Nella tabella seguente il riepilogo degli interventi di realizzazione e demolizione suddivisi per Tratta:

<b>Tratta</b>	<b>Lunghezza linea aerea esistente in ST da ripotenziare km</b>	<b>Lunghezza recupero conduttori e armamenti linea aerea in ST esistente km</b>	<b>Numero sostegni demoliti</b>	<b>Numero sostegni nuovi</b>
<b>CARACOLI - CALTAVUTURO</b>	28,832	28,832	29	32
<b>CALTAVUTURO - PORTELLA</b>	12,674	12,674	15	16
<b>PORTELLA - PETRALIA</b>	7,738	7,738	5	5
<b>PETRALIA - S. CATERINA V.</b>	5,900	5,900	4	4
<b>S. CATERINA V. - CALTANISSETTA</b>	8,405	8,405	0	0
<b>TOTALI</b>	<b>63,549</b>	<b>63,549</b>	<b>53</b>	<b>57</b>

I **57 nuovi sostegni** saranno posti tutti in asse alla linea esistente, in sostituzione dei **53 esistenti da smantellare**, evitando così l'interessamento di ulteriori particelle non interessate dalla linea esistente.

Nelle seguenti tabelle si riportano invece i riepiloghi degli interventi di realizzazione e demolizione suddivisi per tipologia e Comuni interessati delle 5 tratte componenti la direttrice Caracoli-Caltanissetta.

### 3.1 Tratta CARACOLI – CALTAVUTURO

Comune	Lunghezza linea aerea esistente in ST da ripotenziare km	Lunghezza recupero conduttori e armamenti linea aerea in ST esistente km	Numero sostegni demoliti	Numero sostegni nuovi
<b>CALTAVUTURO (PA)</b>	9,341	9,341	10	10
<b>COMUNE DI SCLAFANI BAGNI (PA)</b>	4,765	4,765	5	5
<b>COMUNE DI CERDA (PA)</b>	5,113	5,113	8	9
<b>COMUNE DI SCIARA (PA)</b>	0,910	0,910	1	2
<b>COMUNE DI TERMINI IMERESE (PA)</b>	8,705	8,705	5	6
<b>TOTALI</b>	<b>28.832</b>	<b>28.832</b>	<b>29</b>	<b>32</b>

### 3.2 Tratta CALTAVUTURO – PORTELLA

Comune	Lunghezza linea aerea esistente in ST da ripotenziare km	Lunghezza recupero conduttori e armamenti linea aerea in ST esistente km	Numero sostegni demoliti	Numero sostegni nuovi
<b>CALTAVUTURO (PA)</b>	6,081	6,081	7	7
<b>COMUNE DI POLIZZI GENEROSA (PA)</b>	5,116	5,116	7	7
<b>COMUNE DI CASTELLANA SICULA (PA)</b>	1,477	8,290	1	2
<b>TOTALI</b>	<b>12.674</b>	<b>12.674</b>	<b>15</b>	<b>16</b>

### 3.3 Tratta PETRALIA – PORTELLA

Comune	Lunghezza linea aerea esistente in ST da ripotenziare km	Lunghezza recupero conduttori e armamenti linea aerea in ST esistente km	Numero sostegni demoliti	Numero sostegni nuovi
COMUNE DI CASTELLANA SICULA (PA)	1,463	1,463	1	1
COMUNE DI PETRALIA SOTTANA (PA)	6,275	6,275	4	4
<b>TOTALI</b>	<b>7.738</b>	<b>7.738</b>	<b>5</b>	<b>5</b>

### 3.4 Tratta PETRALIA – S. CATERINA V.

Comune	Lunghezza linea aerea esistente in ST da ripotenziare km	Lunghezza recupero conduttori e armamenti linea aerea in ST esistente km	Numero sostegni demoliti	Numero sostegni nuovi
COMUNE DI PETRALIA SOTTANA (PA)	2,643	2,643	0	0
COMUNE DI SANTA CATERINA VILLARMOSA (CL)	3,257	3,257	4	4
<b>TOTALI</b>	<b>5.900</b>	<b>5.900</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

### 3.5 Tratta CALTANISSETTA – S. CATERINA V.

Comune	Lunghezza linea aerea esistente in ST da ripotenziare km	Lunghezza recupero conduttori e armamenti linea aerea in ST esistente km	Numero sostegni demoliti	Numero sostegni nuovi
COMUNE DI CALTANISSETTA (CL)	6,141	6,141	0	0
COMUNE DI SANTA CATERINA VILLARMOSA (CL)	2,265	2,265	0	0
<b>TOTALI</b>	<b>8.406</b>	<b>8.406</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

La tratta Caltanissetta – S. Caterina V. risulta interessata solo dalla sostituzione del conduttore esistente.

## 4 CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'OPERA

I calcoli delle frecce e delle sollecitazioni dei conduttori di energia, delle corde di guardia, dell'armamento, dei sostegni e delle fondazioni, sono rispondenti alla Legge n. 339 del 28/06/1986 ed alle norme contenute nei Decreti del Ministero dei LL.PP. del 21/03/1988 e del 16/01/1991 con particolare riguardo agli elettrodotti di classe terza, così come definiti dall'art. 1.2.07 del Decreto del 21/03/1988 suddetto; per quanto concerne le distanze tra conduttori di energia e fabbricati adibiti ad abitazione o ad altra attività che comporta tempi di permanenza prolungati, queste sono conformi anche al dettato del D.P.C.M. 08/07/2003. Il progetto dell'opera è conforme al Progetto Unificato per gli elettrodotti elaborato fin dalla prima metà degli anni '70 a cura della Direzione delle Costruzioni di ENEL, aggiornato nel pieno rispetto della normativa prevista dal DM 21-10-2003 (Presidenza del Consiglio di Ministri Dipartimento Protezione Civile) e tenendo conto delle Norme Tecniche per le Costruzioni, Decreto 14/09/2005.

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

Le tavole grafiche dei componenti impiegati con le loro caratteristiche sono riportate nel Doc. n° **AMER-23110-PTO-DOC 04** "Caratteristiche componenti" allegato.

L'elettrodotto esistente è costituito da una palificazione a semplice terna armata con tre fasi ciascuna composta da un conduttore di energia e una corda di guardia, come meglio illustrato di seguito.

### 4.1 Caratteristiche elettriche dell'elettrodotto esistente

Le caratteristiche elettriche dell'elettrodotto esistente sono le seguenti:

<b>TRATTA 1 : CARACOLI – CALTAVUTURO 23110B1 Km 28,832</b>	
Conduttore	1x22.8 mm (307.7 mm <sup>2</sup> ) AL-AC
Fune di Guardia	DC26 ALCATEL Ø10,5 24FO
Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	150 kV
Corrente nominale zona A+B	570/442 A

<b>TRATTA 2 : CALTAVUTURO – PORTELLA 23126D1 Km 12,674</b>	
Conduttore	1x22.4 mm (297.57 mm <sup>2</sup> ) AL-AC
Fune di Guardia	DC25 ALCATEL Ø11,5 24FO
Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	150 kV
Corrente nominale zona A+B	541/420 A

<b>TRATTA 3 : PETRALIA – PORTELLA 23134D1 Km 7,738</b>	
Conduttore	1x22.4 mm (297.57 mm <sup>2</sup> ) AL-AC
Fune di Guardia	DC25 ALCATEL Ø11,5 24FO
Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	150 kV
Corrente nominale zona A+B	541/420 A

<b>TRATTA 4 : PETRALIA – S.CATERINA 23125D1 Km 5,900</b>	
Conduttore	1x22.4 mm (297.57 mm <sup>2</sup> ) AL-AC
Fune di Guardia	DC25 ALCATEL Ø11,5 24FO
Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	150 kV
Corrente nominale zona A	541 A

<b>TRATTA 5 : S.CATERINA – CALTANISSETTA 23631C1 Km 8,405</b>	
Conduttore	1x31.5 mm (585.35 mm <sup>2</sup> ) AL-AC
Fune di Guardia	DC25 ALCATEL Ø11,5 24FO
Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	150 kV
Corrente nominale zona A	870 A

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

## 4.2 Conduttori futuri

Fino al raggiungimento dei sostegni capolinea delle 2 Stazioni determinanti la direttrice CARACOLI-CALTANISSETTA, ciascuna fase elettrica sarà costituita da 1 nuovo conduttore (singolo).

Ciascun conduttore di energia sarà costituito da una corda di lega di alluminio (ZTAL) ricoperta da una lega di Fe-Ni rivestita da alluminio (ACI) della sezione complessiva di 306,94 mm<sup>2</sup>, composta da n. 30 fili di ZTAL del diametro 3,25 mm. e da n. 7 fili di ACI del diametro di 3,25 mm, con un diametro complessivo di 22,75 mm. (tavola UX LC17).

Il carico di rottura teorico del conduttore sarà di 9872 daN.

Conduttore	1x22.75 mm (306,94 mm <sup>2</sup> ) ZTAL-ACI
Fune di Guardia	ACCIAIO Ø 10,5 mm (65,81 mm <sup>2</sup> ) 48 F.O.
Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	150 kV
Corrente nominale zona A	1135 A

Le caratteristiche tecniche dei conduttori sono riportati nelle “Caratteristiche Componenti” allegate al presente progetto (doc. n. AMER-23110-PTO-DOC 04).

I nuovi conduttori avranno un'altezza da terra non inferiore a metri 7,00, arrotondamento per accesso di quella minima prevista dall'art. 2.1.05 del D.M. 16/01/1991.

In alcune tratte si renderà necessaria la sostituzione della fune di guardia esistente, con altra avente identiche caratteristiche, per adattarla alla lunghezza delle tratte in varianti, giuntandola a quella in esercizio con l'eventuale inserimento di muffole di giunzione.

### 4.2.1 Stato di tensione meccanica

Il tiro dei conduttori e delle corde di guardia è stato fissato in modo che risulti costante, in funzione della campata equivalente, nella condizione “normale” di esercizio linea, cioè alla temperatura di 15°C ed in assenza di sovraccarichi (EDS “every day stress”). Ciò assicura un'uniformità di comportamento nei riguardi delle sollecitazioni prodotte dal fenomeno delle vibrazioni. Nelle altre condizioni o “stati” il tiro varia in funzione della campata equivalente di ciascuna tratta e delle condizioni atmosferiche (vento, temperatura ed eventuale presenza di ghiaccio). La norma vigente divide il territorio italiano in due zone, A e B, in relazione alla quota e alla disposizione geografica.

Gli “stati” che interessano, da diversi punti di vista, il progetto delle linee sono riportati nello schema seguente:

- **EDS** – Condizione di tutti i giorni: +15°C, in assenza di vento e ghiaccio.
- **MSA** – Condizione di massima sollecitazione (zona A): -5°C, vento a 130 km/h.
- **MSB** – Condizione di massima sollecitazione (zona B): -20°C, manicotto di ghiaccio di 12 mm, vento a 65 km/h.
- **MPA** – Condizione di massimo parametro (zona A): -5°C, in assenza di vento e ghiaccio.
- **MPB** – Condizione di massimo parametro (zona B): - 20°C, in assenza di vento e ghiaccio.
- **MFA** – Condizione di massima freccia (Zona A): +55°C, in assenza di vento e ghiaccio.
- **MFB** – Condizione di massima freccia (Zona B): + 40 °C, in assenza di vento.
- **CVS1** – Condizione di verifica sbandamento catene: 0°C, vento a 26 km/h.
- **CVS2** – Condizione di verifica sbandamento catene: +15°C, vento a 130 km/h.
- **CVS3** – Condizione di verifica sbandamento catene: 0° C (Zona A) - 10°C (Zona B), vento a 65 km/h.
- **CVS4** – Condizione di verifica sbandamento catene: + 20 °C, vento a 65 km/h.

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

- **ZONA A** EDS=21% per i conduttori speciali ZTAL.
- **ZONA B** EDS=18% per i conduttori speciali ZTAL.

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

- -20°C in zona A e B

La direttrice ricade progettualmente in “**ZONA A e B**”.

### **4.3 Capacità di trasporto**

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

Per il conduttore ZTAL 22.75 risultano:  $t = 180$  °C Periodo Freddo 1135A – Periodo Caldo 1073A.

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

### **4.4 Morsetteria ed armamenti**

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.

Gli elementi di morsetteria esistenti non risultano idonei per l'utilizzo del nuovo conduttore ZTAL 22.75 e saranno sostituiti con morsetteria ad alta temperatura.

I nuovi elementi di morsetteria per i conduttori di lega di alluminio Lega Fe.Ni, rivestita di alluminio per conduttore ZTAL, sono stati dimensionati in modo da poter sopportare gli sforzi massimi trasmessi dai conduttori al sostegno.

A seconda dell'impiego previsto sono stati individuati diversi carichi di rottura per gli elementi di morsetteria che compongono gli armamenti in sospensione:

- 120 kN utilizzato per le morse di sospensione.
- 120 kN utilizzato per i rami semplici degli armamenti di amarro di un singolo conduttore.

Le morse di amarro sono invece state dimensionate in base al carico di rottura del conduttore. Le caratteristiche tecniche sono riportate nelle "Caratteristiche Componenti" allegate al presente progetto (doc. n. AMER-23110-PTO-DOC 04).

### **4.5 Sostegni**

I nuovi sostegni saranno del tipo a semplice terna a tiro pieno di varie altezze secondo le caratteristiche altimetriche del terreno, del tipo tronco piramidale, 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 50 m. I sostegni saranno provvisti di difese parasalita. Per quanto concerne detti sostegni, fondazioni e relativi calcoli di verifica, 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.

La serie 150 kV semplice terna è composta da diversi tipi di sostegno, che variano a seconda delle prestazioni a cui possono resistere, disponibili in diverse altezze utili (di norma da 9 m a 48 m). Il ripotenzamento dell'elettrodotto a 150 kV in semplice terna sarà realizzato utilizzando una serie unificata di tipi di sostegno, tutti diversi tra loro (a seconda delle sollecitazioni meccaniche per le quali sono progettate) e tutti disponibili in varie altezze (H), denominate 'altezze utili' come indicate nella tabella che segue.

Il tipo di sostegno standard utilizzato e le sue prestazioni nominali riferite alla zona A, con riferimento al conduttore utilizzato ZTAL  $\varnothing$  22,75 mm, in termini di campata media (Cm), angolo di deviazione ( $\alpha$ ) e costante altimetrica (K) sono i seguenti:

**Sostegni 150 kV semplice terna - ZONA A EDS 21 % ZONA B EDS 18%**

TIPO	ALTEZZA	CAMPATA MEDIA	ANGOLO DEVIAZIONE	COSTANTE ALTIMETRICA
"N" Normale	9 ÷ 42 m	350 m	4°	0,15000
"M" Medio	9 ÷ 33 m	350 m	8°	0,18000
"P" Pesante	9 ÷ 48 m	350 m	16°	0,24000
"V" Vertice	9 ÷ 42 m	350 m	32°	0,36000
"C" Capolinea	9 ÷ 33 m	350 m	60°	0,24000
"E" Eccezionale	9 ÷ 33 m	350 m	90°	0,36000
"E*" Asterisco	9 ÷ 18 m	350 m	90°	0,36000

**Sostegni 150 kV doppia terna - ZONA A EDS 21% ZONA B EDS 18%**

TIPO	ALTEZZA	CAMPATA MEDIA	ANGOLO DEVIAZIONE	COSTANTE ALTIMETRICA
“N” Normale	9 ÷ 45 m	350 m	3°24'	0,24000
“M” Medio	9 ÷ 33 m	350 m	11°28'	0,36000
“V” Vertice	9 ÷ 42 m	350 m	35°4'	0,36000
“E” Eccezionale	9 ÷ 33 m	350 m	90°	0,36000

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

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

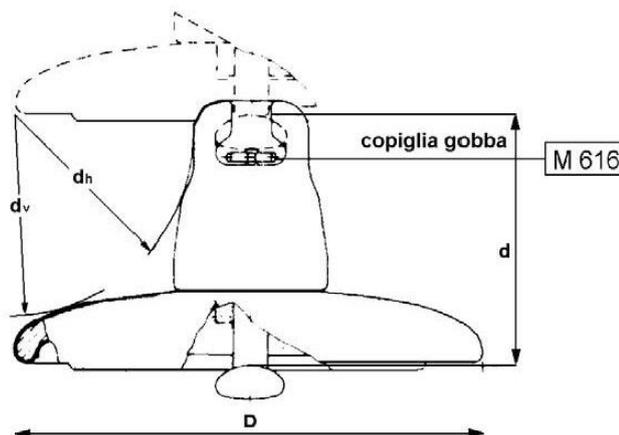
- Partendo dai valori di  $C_m$ ,  $\alpha$  e  $K$  relativi alle prestazioni nominali, si calcolano le forze (azione trasversale e azione verticale) che i conduttori trasferiscono all'armamento.
- Successivamente con i valori delle azioni così calcolate, per ogni valore di campata media, si vanno a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

#### 4.6 Isolamento

L'isolamento degli elettrodotti, previsto per una tensione massima di esercizio di 150 kV, sarà realizzato con isolatori a cappa e perno in vetro temprato, con carico di rottura di 70 kN (o in alternativa 120 kN) nei due tipi “normale” e “antisale”, connessi tra loro a formare catene di almeno 9 come indicato nel grafico riportato al successivo paragrafo. Le catene di sospensione saranno del tipo a "I" semplici o doppia, mentre le catene in amarro saranno del tipo ad I doppia. Le caratteristiche degli isolatori rispondono a quanto previsto dalle norme CEI.

## 4.6.1 Caratteristiche geometriche

Nelle tabelle LJ1 e LJ2 allegate 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.



TIPO		1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6
Carico di Rottura (kN)		70	120	160	210	400	300
Diametro Nominale Parte Isolante (mm)		255	255	280	280	360	320
Passo (mm)		146	146	146	170	205	195
Accoppiamento CEI 36-10 (grandezza)		16	16	20	20	28	24
Linea di Fuga Nominale Minima (mm)		295	295	315	370	525	425
Dh Nominale Minimo (mm)		85	85	85	95	115	100
Dv Nominale Minimo (mm)		102	102	102	114	150	140
Condizioni di Prova in Nebbia Salina	Numero di Isolatori Costituenti la Catena	9	13	21	18	15	16
	Tensione (kV)	98	142	243	243	243	243
Salinità di Tenuta (**)(kg/ m³)		14	14	14	14	14	14
Matricola SAP.		1004120	1004122	1004124	1004126	1004128	01012241

(\*\*) La salinità di tenuta, verificata su una catena, viene convenzionalmente assunta come caratteristica propria del tipo di elemento isolante.

## 4.6.2 Caratteristiche elettriche

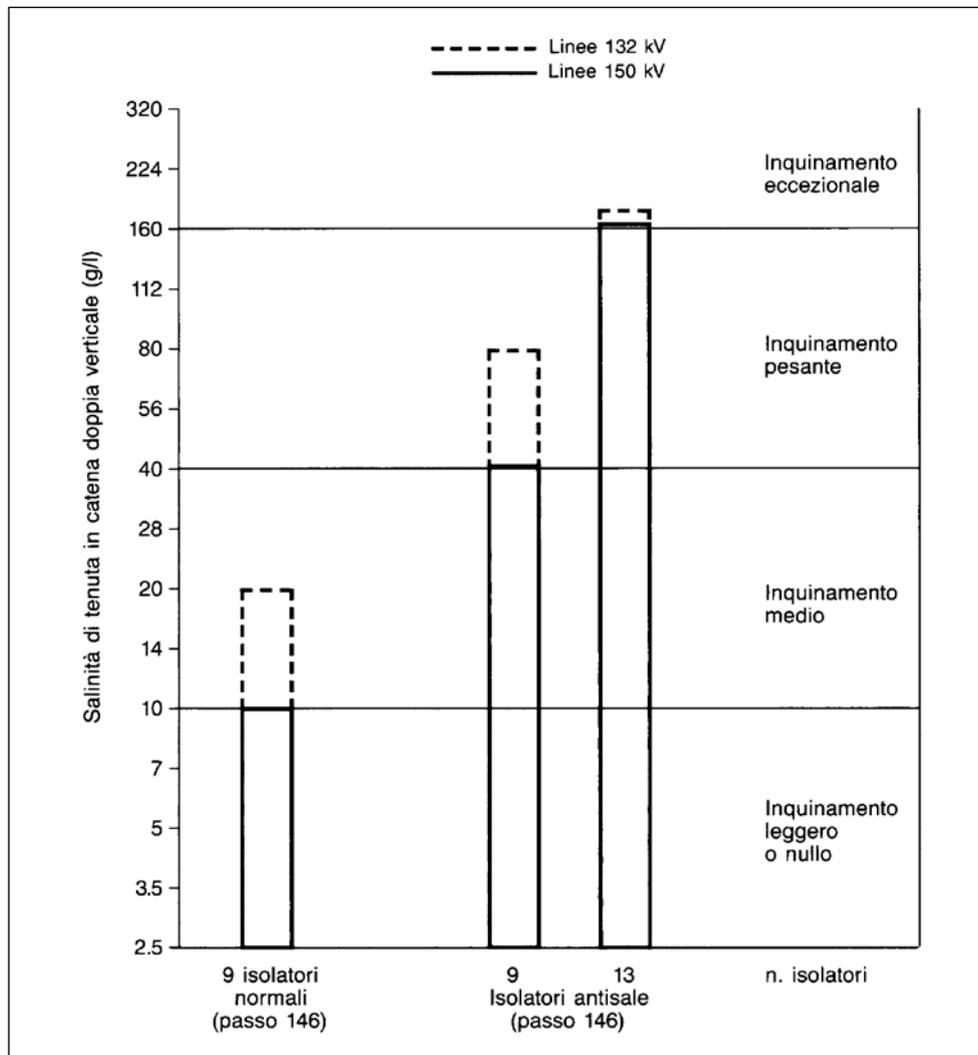
Le caratteristiche geometriche di cui sopra sono sufficienti a garantire il corretto comportamento delle catene di isolatori a sollecitazioni impulsive dovute a fulminazione o a sovratensioni di manovra.

Per quanto riguarda il comportamento degli isolatori in presenza di inquinamento superficiale, nelle tabelle LJ1 e LJ2 allegate sono riportate, per ciascun tipo di isolatore, le condizioni di prova in nebbia salina, scelte in modo da porre ciascuno di essi in una situazione il più possibile vicina a quella di effettivo impiego. Nella tabella che segue è poi indicato il criterio

per individuare il tipo di isolatore ed il numero di elementi da impiegare con riferimento ad una scala empirica dei livelli di inquinamento.

LIVELLO DI INQUINAMENTO	DEFINIZIONE	MINIMA SALINITA' DI TENUTA (kg/m <sup>2</sup> )
I – Nullo o leggero (1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zone prive di industrie e con scarsa densità di abitazioni dotate di impianto di riscaldamento</li> <li>• Zone con scarsa densità di industrie e abitazioni, ma frequentemente soggette a piogge e/o venti.</li> <li>• Zone agricole (2)</li> <li>• Zone montagnose</li> </ul> <p>Occorre che tali zone distino almeno 10-20 km dal mare e non siano direttamente esposte a venti marini (3)</p>	10
II – Medio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zone con industrie non particolarmente inquinanti e con media densità di abitazioni dotate di impianto di riscaldamento</li> <li>• Zone ad alta densità di industrie e/o abitazioni, ma frequentemente soggette a piogge e/o venti.</li> <li>• Zone esposte ai venti marini, ma non troppo vicine alla costa (distanti almeno alcuni chilometri) (3)</li> </ul>	40
III - Pesante	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zone ad alta densità industriale e periferie di grandi agglomerati urbani ad alta densità di impianti di riscaldamento produttori sostanze inquinanti</li> <li>• Zone prossime al mare e comunque esposte a venti marini di entità relativamente forte</li> </ul>	160
IV – Eccezionale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zone di estensione relativamente modesta, soggette a polveri o fumi industriali che causano depositi particolarmente conduttivi</li> <li>• Zone di estensione relativamente modesta molto vicine a coste marine e battute da venti inquinanti molto forti</li> <li>• Zone desertiche, caratterizzate da assenza di pioggia per lunghi periodi, esposte a tempeste di sabbia e sali, e soggette a intensi fenomeni di condensazione</li> </ul>	(*)

- (1) Nelle zone con inquinamento nullo o leggero una prestazione dell'isolamento inferiore a quella indicata può essere utilizzata in funzione dell'esperienza acquisita in servizio.
- (2) Alcune pratiche agricole quali la fertirrigazione o la combustione dei residui, possono produrre un incremento del livello di inquinamento a causa della dispersione via vento delle particelle inquinanti.
- (3) Le distanze dal mare sono strettamente legate alle caratteristiche topografiche della zona e da 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.



Per le linee che attraversano zone prive di inquinamento atmosferico è previsto l'impiego di catene (di sospensione o di amarro) composto da 9 elementi di tipo "normale". Tale scelta rimane invariata, come si vede dal diagramma sopra riportato, per inquinamento "molto leggero" e che può essere accettata anche per inquinamento "leggero" (linee a 150 kV) secondo la classificazione riportata nella tabella precedente. Negli altri casi, al crescere dell'inquinamento, occorrerebbe aumentare il numero di elementi per catena. L'allungamento delle catene, d'altra parte, riduce ovviamente l'altezza utile del sostegno, ed anche le prestazioni geometriche dei gruppi mensole. Si ha perciò un aumento dei costi dello stesso ordine di quello derivante dall'impiego degli "antisale". Perciò se risultano insufficienti 9 elementi di tipo "normale" si passerà direttamente a 9 elementi "antisale".

Nei pochi casi in cui anche tale soluzione risulta insufficiente si adotteranno fino a 13 elementi “antisale” che garantiscono una completa “copertura” del livello di inquinamento “pesante” (tenendo in conto le necessarie modifiche alle prestazioni dei gruppi mensole e all’altezza utile dei sostegni). Nei rari casi di inquinamento “eccezionale” si dovrà ricorrere a soluzioni particolari quali lavaggi periodici, ingrassaggi, ecc. Le caratteristiche della zona interessata dall’elettrodotto in esame sono di inquinamento atmosferico pesante e quindi si è scelta la soluzione dei n. 9 isolatori (passo 146) tipo J1/2 (antisale) per gli armamenti in amarro.

#### **4.7 Morsetteria ed armamenti**

Gli elementi di morsetteria per linee a 132/150 kV sono stati dimensionati in modo da poter sopportare gli sforzi massimi trasmessi dai conduttori agli isolatori, ovvero da questi alle mensole. 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.

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

Per le linee a 150 kV si distinguono i tipi di equipaggiamento riportati nella tabella seguente:

<b>EQUIPAGGIAMENTO</b>	<b>TIPO</b>	<b>CARICO DI ROTTURA kg</b>	<b>SIGLA</b>
SEMPLICE SOSPENSIONE	360/1	12.000	SS
DOPPIO PER SOSPENSIONE CON MORSA UNICA	360/2	12.000	DS
DOPPIO PER SOSPENSIONE CON MORSA DOPPIA	360/3	12.000	M
SEMPLICE PER AMARRO	362/1	12.000	SA
DOPPIO PER AMARRO	362/2	12.000	DA
<b>MORSA</b>	<b>TIPO</b>	<b>CARICO DI ROTTURA kg</b>	<b>SIGLA</b>
DI SOSPENSIONE	501/2	12.000	S
DI SOSPENSIONE CON ATTACCO PER CONTRAPPESO	502/2	12.000	C
DI AMARRO	521/2	17.160	A

La scelta degli equipaggiamenti viene effettuata, per ogni singolo sostegno, fra quelli disponibili nel Progetto Unificato Terna, 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).

## 4.8 Fondazioni

Per fondazione è intesa la struttura (mista in acciaio-calcestruzzo) interrata, incaricata di trasmettere gli sforzi generati dai conduttori e dal peso proprio del sostegno (compressione e/o strappamento) al terreno.

Nei sostegni la fondazione è la struttura interrata atta a trasferire i carichi strutturali (compressione e trazione) dal sostegno al sottosuolo. La fondazione è del tipo “Unificato TERNA”, utilizzabile su terreni normali, di buona o media consistenza.

Le fondazioni unificate per i sostegni tronco piramidali della serie 150 kV semplice terna sono del tipo a piedini separati e sono utilizzabili su terreni normali, di buona o media consistenza.

Ciascun piedino di fondazione è composto di tre parti:

- un blocco di calcestruzzo armato costituito da una base, che appoggia sul fondo dello scavo, formata da una serie di platee (parallelepipedi a pianta quadrata) sovrapposte; detta base è simmetrica rispetto al proprio asse verticale;
- un colonnino a sezione circolare, inclinato secondo la pendenza del montante del sostegno;
- un “moncone” annegato nel calcestruzzo al momento del getto, collegato al montante del “piede” del sostegno. Il moncone è costituito da un angolare, completo di squadrette di ritenuta, che si collega con il montante del piede del sostegno mediante un giunto a sovrapposizione. I monconi sono raggruppati in tipi, caratterizzati dalla dimensione dell'angolare, ciascuno articolato in un certo numero di lunghezze.

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:

- 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.

## **4.9 Messa a terra dei sostegni**

Per ogni sostegno, in funzione della resistività del terreno misurata in sito, viene scelto, in base alle indicazioni riportate nel Progetto Unificato, anche il tipo di messa a terra da utilizzare. Il Progetto Unificato ne prevede di 6 tipologie, adatti ad ogni tipo di terreno.

## **4.10 Terre e rocce da scavo**

La realizzazione di un elettrodotto è suddivisibile in tre fasi principali:

1. esecuzione delle fondazioni dei sostegni;
2. montaggio dei sostegni;

### 3. messa in opera dei conduttori e delle corde di guardia.

Solo la prima fase comporta movimenti di terra, come descritto nel seguito.

Ciascun sostegno è dotato di quattro piedini separati e delle relative fondazioni, strutture interrato atte a trasferire i carichi strutturali (compressione e trazione) dal sostegno al sottosuolo.

Ciascun piedino di fondazione è composto di tre parti:

- un blocco di calcestruzzo armato costituito da una base, che appoggia sul fondo dello scavo, formata da una serie di platee (parallelepipedi a pianta quadrata) sovrapposte; detta base è simmetrica rispetto al proprio asse verticale;
- un colonnino a sezione circolare, inclinato secondo la pendenza del montante del sostegno;
- un “moncone” annegato nel calcestruzzo al momento del getto, collegato al montante del “piede” del sostegno. Il moncone è costituito da un angolare, completo di squadrette di ritenuta, che si collega con il montante del piede del sostegno mediante un giunto a sovrapposizione. I monconi sono raggruppati in tipi, caratterizzati dalla dimensione dell’angolare, ciascuno articolato in un certo numero di lunghezze.

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

L’abbinamento tra ciascun sostegno e la relativa fondazione è determinato nel Progetto Unificato Terna mediante apposite “tabelle delle corrispondenze” tra sostegni, monconi e fondazioni.

Poiché le fondazioni unificate sono utilizzabili solo su terreni normali di buona e media consistenza, per sostegni posizionati su terreni con scarse caratteristiche geomeccaniche, su terreni instabili o su terreni allagabili, sono progettate fondazioni speciali (pali trivellati, micropali, tiranti in roccia), sulla base di apposite indagini geotecniche. La realizzazione delle fondazioni di un sostegno prende avvio con l’allestimento dei cosiddetti “microcantieri” relativi alle zone localizzate da ciascun sostegno. Essi sono destinati alle operazioni di scavo, getto in cemento armato delle fondazioni, rinterro ed infine all’assemblaggio degli elementi costituenti la tralicciatura del sostegno. Mediamente interessano un’area circostante delle dimensioni di circa 25x25 m e sono immuni da ogni emissione dannosa.

Durante la realizzazione delle opere, il criterio di gestione del materiale scavato prevede il suo deposito temporaneo presso ciascun “microcantiere” e successivamente il suo utilizzo per il rinterro degli scavi, previo accertamento, durante la fase esecutiva, dell’idoneità di detto

materiale per il riutilizzo in sito. In caso contrario, saranno eseguiti appositi campionamenti e il materiale scavato sarà destinato ad idonea discarica, con le modalità previste dalla normativa vigente. In particolare, poiché per l'esecuzione dei lavori non sono utilizzate tecnologie di scavo con impiego di prodotti tali da contaminare le rocce e terre, nelle aree a verde, boschive, agricole, residenziali, aste fluviali o canali in cui sono assenti scarichi, vale a dire nelle aree in cui non sia accertata e non si sospetti potenziale contaminazione, nemmeno dovuto a fonti inquinanti diffuse, il materiale scavato sarà considerato idoneo al riutilizzo in sito.

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

Infine una volta realizzato il sostegno si procederà alla risistemazione dei "microcantieri", previo minuzioso sgombero da ogni materiale di risulta, rimessa in pristino delle pendenze del terreno costipato ed idonea piantumazione e ripristino del manto erboso. In complesso i tempi necessari per la realizzazione di un sostegno non superano il mese e mezzo, tenuto conto anche della sosta necessaria per la stagionatura dei getti.

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

#### **4.10.1 Fondazioni a plinto con riseghe**

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

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

Pulita la superficie di fondo scavo si getta, se ritenuto necessario per un migliore livellamento, un sottile strato di "magrone". Nel caso di terreni con falda superficiale, si procederà all'aggottamento della fossa con una pompa di esaurimento. In seguito si procede con il montaggio dei raccordi di fondazione e dei piedi, il loro accurato livellamento, la posa dell'armatura di ferro e delle casserature, il getto del calcestruzzo. Trascorso il periodo di stagionatura dei getti, si procede al disarmo delle casserature. Si esegue quindi il reinterro con il materiale proveniente dagli scavi, se ritenuto idoneo, ripristinando il preesistente andamento

naturale del terreno. Il materiale di risulta, mediamente meno del 10% di quello scavato, può essere utilizzato in loco per la successiva sistemazione del sito o allocato in discarica.

#### **4.10.2 Pali trivellati**

La realizzazione delle fondazioni con pali trivellati avviene come segue.

- Pulizia del terreno; posizionamento della macchina operatrice; realizzazione di un fittone per ogni piedino mediante trivellazione fino alla quota prevista in funzione della litologia del terreno desunta dalle prove geognostiche eseguite in fase esecutiva (mediamente 15 m) con diametri che variano da 1,5 a 1,0 m, per complessivi 15 mc circa per ogni fondazione; posa dell'armatura; getto del calcestruzzo fino alla quota di imposta del traliccio.
- A fine stagionatura del calcestruzzo del trivellato si procederà al montaggio e posizionamento della base del traliccio; alla posa dei ferri d'armatura ed al getto di calcestruzzo per realizzare il raccordo di fondazione al trivellato; ed infine al ripristino del piano campagna ed all'eventuale rinverdimento.

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

#### **4.10.3 Micropali**

La realizzazione delle fondazioni con micropali avviene come segue.

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

Il volume di scavo complessivo per ogni piedino è circa 4 mc.

A fine stagionatura del calcestruzzo si procederà al disarmo dei dadi di collegamento; al ripristino del piano campagna ed all'eventuale rinverdimento.

Durante la realizzazione dei micropali, per limitare gli inconvenienti dovuti alla presenza di falda, verrà utilizzato un tubo forma metallico, per contenere le pareti di scavo, che

contemporaneamente alla fase di getto sarà recuperato. Anche in questo caso il materiale di risulta può essere riutilizzato per la sistemazione del sito o smaltito in discarica autorizzata. Per ulteriori dettagli si rimanda alla consultazione del SIA.

#### **4.10.4 Tiranti in roccia**

La realizzazione delle fondazioni con tiranti in roccia avviene come segue.

- Pulizia del banco di roccia con asportazione del “cappellaccio” superficiale degradato (circa 30 cm) nella posizione del piedino, fino a trovare la parte di roccia più consistente; posizionamento della macchina operatrice per realizzare una serie di ancoraggi per ogni piedino; trivellazione fino alla quota prevista; posa delle barre in acciaio; iniezione di resina sigillante (biacca) fino alla quota prevista;
- Scavo, tramite demolitore, di un dado di collegamento tiranti-traliccio delle dimensioni 1,5 x 1,5 x 1 m; montaggio e posizionamento della base del traliccio; posa in opera dei ferri d'armatura del dado di collegamento; getto del calcestruzzo.

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

#### **4.11 Campi elettrici e magnetici**

Utilizzando prevalentemente il tracciato e la palificata esistente, come si evince dalle planimetrie CTR Doc. n.

- **AMER-23110-PTO-DIS 02-1** - Aerofotogrammetria con Fascia DpA tratta Caltavuturo-Caracoli;
- **AMER-23110-PTO-DIS 02-2** - Aerofotogrammetria con Fascia DpA tratta Caltavuturo-Portella Pero;
- **AMER-23110-PTO-DIS 02-3** - Aerofotogrammetria con Fascia DpA tratta Portella Pero-Petralia;
- **AMER-23110-PTO-DIS 02-4** - Aerofotogrammetria con Fascia DpA tratta Petralia - Santa Caterina Villarmosa;
- **AMER-23110-PTO-DIS 02-5** - Aerofotogrammetria con Fascia DpA tratta Santa Caterina Villarmosa-Caltanissetta;

i tratti di elettrodotto da ripotenziare restano distanti da zone urbanizzate o di potenziale urbanizzazione e consentono di mantenere distanze dalle rare abitazioni tali da non indurre valori significativi di campi elettromagnetici.

Gli elaborati di seguito elencati riportano il tracciato sovrapposto alle carte catastali vigenti:

- **AMER-23110-PTO-DIS 03-1** - Planimetria Catastale con Fascia D.p.A. **Comune di Termini Imerese (PA)**;
- **AMER-23110-PTO-DIS 03-2** - Planimetria Catastale con Fascia D.p.A. **Comune di Sciara (PA)**;
- **AMER-23110-PTO-DIS 03-3** - Planimetria Catastale con Fascia D.p.A. **Comune di Cerda (PA)**;
- **AMER-23110-PTO-DIS 03-4** - Planimetria Catastale con Fascia D.p.A. **Comune di Sclafani Bagni (PA)**;
- **AMER-23110-PTO-DIS 03-5** - Planimetria Catastale con Fascia D.p.A. **Comune di Caltavuturo (PA)**
- **AMER-23110-PTO-DIS 03-6** - Planimetria Catastale con Fascia D.p.A. **Comune di Polizzi Generosa (PA)**;
- **AMER-23110-PTO-DIS 03-7** - Planimetria Catastale con Fascia D.p.A. **San Giovanni Castellana Sicula (PA)**;
- **AMER-23110-PTO-DIS 03-8** - Planimetria Catastale con Fascia D.p.A. **Comune di Petralia Sottana (PA)**;
- **AMER-23110-PTO-DIS 03-9** - Planimetria Catastale con Fascia D.p.A. **Comune di Santa Caterina Villarmosa (CL)**;
- **AMER-23110-PTO-DIS 03-10** - Planimetria Catastale con Fascia D.p.A. **Comune di Caltanissetta (CL)**.

mentre dagli elaborati dei profili longitudinali:

- Doc. **AMER-23110-PTO-DIS 05-1** - Tratta Caracoli-Caltavuturo
- Doc. **AMER-23110-PTO-DIS 05-2** - Tratta Caltavuturo-Portella Pero
- Doc. **AMER-23110-PTO-DIS 05-3** - Tratta Portella Pero-Petralia
- Doc. **AMER-23110-PTO-DIS 05-4** - Tratta Petralia-S. Caterina
- Doc. **AMER-23110-PTO-DIS 05-5** - Tratta S. Caterina-Caltanissetta

si possono evincere le quote dei recettori e dei conduttori dell'elettrodotto oggetto di studio. Inoltre nella relazione CEM allegata al PTO, doc. n. **AMER-23110-PTO-DOC 03**, sono riportati i calcoli e le schede di dettaglio dei recettori interessati dal ripotenziamento.

#### **4.12 Rumore**

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

Per quanto riguarda l'emissione acustica di una linea 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. Considerazioni analoghe valgono per il rumore di origine eolica.

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.

## 5 AREE IMPEGNATE LINEA AEREA ST

In merito all'attraversamento di aree da parte degli elettrodotti, si possono individuare, con riferimento al Testo Unico 327/01, le **aree impegnate**, cioè le aree necessarie per la sicurezza dell'esercizio e manutenzione dell'elettrodotto che sono pari a:

- **18 m** dall'asse linea per parte per elettrodotti aerei a 150 kV.

Il **vincolo preordinato all'esproprio** sarà apposto per le tratte in variante sulle "**aree potenzialmente impegnate**" (previste dalla L. 239/04) che equivalgono 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'estensione dell'area potenzialmente impegnata sarà di:

- **30 m** dall'asse linea per lato per elettrodotti aerei a 150 kV in semplice terna.

Le planimetrie catastali, come evidenziato nei documenti allegati:

- **AMER-23110-PTO-DIS 06-1** – Planimetria Catastale con Area Potenzialmente Impegnata comune di Caltavuturo (PA);
- **AMER-23110-PTO-DIS 06-2** – Planimetria Catastale con Area Potenzialmente Impegnata comune di Sclafani Bagni (PA);
- **AMER-23110-PTO-DIS 06-3** – Planimetria Catastale con Area Potenzialmente Impegnata comune di Cerda (PA);
- **AMER-23110-PTO-DIS 06-4** – Planimetria Catastale con Area Potenzialmente Impegnata comune di Sciara (PA).
- **AMER-23110-PTO-DIS 06-5** – Planimetria Catastale con Area Potenzialmente Impegnata comune di Termini Imerese (PA).
- **AMER-23110-PTO-DIS 06-6** – Planimetria Catastale con Area Potenzialmente Impegnata comune di Polizzi Generosa (PA).
- **AMER-23110-PTO-DIS 06-7** – Planimetria Catastale con Area Potenzialmente Impegnata comune di Castellana Sicula (PA).
- **AMER-23110-PTO-DIS 06-8** – Planimetria Catastale con Area Potenzialmente Impegnata comune di Petralia Sottana (PA).
- **AMER-23110-PTO-DIS 06-9** – Planimetria Catastale con Area Potenzialmente Impegnata comune di S. Caterina Villarmosa (CL).

- **AMER-23110-PTO-DIS 06-10** – Planimetria Catastale con Area Potenzialmente Impegnata comune di Caltanissetta (CL).

riportano il tracciato in variante dell'elettrodotto da ripotenziare con il posizionamento preliminare delle aree potenzialmente impegnate sulle quali sarà apposto il vincolo preordinato all'imposizione della nuova servitù di elettrodotto modificando quello esistente. I proprietari dei terreni interessati dalle aree potenzialmente impegnate (aventi causa delle stesse) e relativi numeri di foglio e particella, così come desunti dal catasto, sono riportati nei documenti:

- Doc. n. **AMER-23110-PTO-DOC 05-1** - Elenco Proprietari comune di Caltavuturo (PA)
- Doc. n. **AMER-23110-PTO-DOC 05-2** - Elenco Proprietari comune di Sclafani Bagni (PA)
- Doc. n. **AMER-23110-PTO-DOC 05-3** - Elenco Proprietari comune di Cerda (PA)
- Doc. n. **AMER-23110-PTO-DOC 05-4** - Elenco Proprietari comune di Sciara (PA)
- Doc. n. **AMER-23110-PTO-DOC 05-5** - Elenco Proprietari comune di Termini Imerese (PA)
- Doc. n. **AMER-23110-PTO-DOC 05-6** - Elenco Proprietari comune di Polizzi Generosa (PA)
- Doc. n. **AMER-23110-PTO-DOC 05-7** - Elenco Proprietari comune di Castellana Sicula (PA)
- Doc. n. **AMER-23110-PTO-DOC 05-8** - Elenco Proprietari comune di Petralia Sottana (PA)
- Doc. n. **AMER-23110-PTO-DOC 05-9** - Elenco Proprietari comune di S. Caterina Villarmosa (CL)
- Doc. n. **AMER-23110-PTO-DOC 05-10** - Elenco Proprietari comune di Caltanissetta (CL)

**In fase di progetto esecutivo dell'opera si procederà alla delimitazione delle aree effettivamente impegnate dalla stessa (asservimento), con conseguente riduzione delle porzioni di territorio soggette a vincolo preordinato all'imposizione della servitù di elettrodotto.**

## **6 SICUREZZA CANTIERI**

I lavori si svolgeranno nel rispetto della normativa e del D. Lgs. 81/08. Pertanto, in fase di progettazione, si provvederà a nominare le figure professionali occorrenti e abilitate ai sensi della predetta normativa per il rispetto della sicurezza e farà redigere il Piano di Sicurezza e Coordinamento. Successivamente, in fase di realizzazione dell'opera, sarà nominato un Coordinatore 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 Coordinamento.

## 7 CRONOLOGICO

I tempi di realizzazione del ripotenziamento della tratta di elettrodotto CALTANISSETTA-CARACOLI, sono stimati in 24 mesi. In ogni caso, in considerazione dell'urgenza e dell'importanza dell'opera, saranno intraprese tutte le azioni volte ad anticipare il più possibile il completamento dell'impianto e la conseguente messa in servizio.

## 8 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.

- *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". Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni». D. M. 17 gennaio 2018.*
- *C.N.R. 10012/85 "Istruzioni relative ai carichi e sovraccarichi ed ai criteri generali di sicurezza delle costruzioni"*
- *UNI 9858/91 "Calcestruzzo: prestazione, produzione, posa in opera e criteri di conformità"*
- *Norme Tecniche C.N.R. n. 10011-85 del 18/4/1985 Costruzioni di acciaio - Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.*
- *D.M. del 11/03/1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione"*

## 8.1 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 1 kV 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.*

## 8.2 Norme tecniche diverse

- *Unificazione TERNA, "Linee a 150 kV".*